



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

TESIS:

“CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024”.

AUTOR (es):

- Bach. Flores Ayarza, Mayer
- Bach. Zambrano Grandez, Wegman Alain

ASESOR :

- Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva Dr.

ORCID: 0000-0001-9815-6828

Requisito para optar al título profesional de Ingeniero civil

Iquitos - Perú

2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal N° 738-2024-UCP-FCEI, del 19 de agosto del 2024, se designó jurado.

Con Resolución Decanal N° 561-2025-UCP-FCEI, del 22 de mayo del 2025, se autorizó la sustentación.

Siendo las 10:00 a.m. del día 26 de mayo del 2025, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: **"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS - 2024"**.

Presentado por:

MAYER FLORES AYARZA

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

WEGMAN ALAIN ZAMBRANO GRANDEZ

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Ing. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, Dr.

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

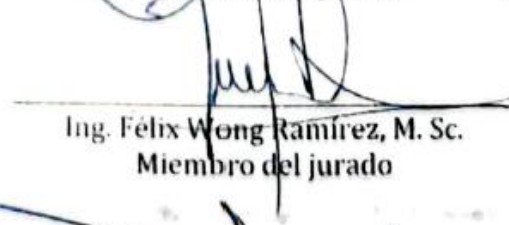
La sustentación es: APROBADA POR UNANIMIDAD

A las 12 : 10 horas culminó el acto público.

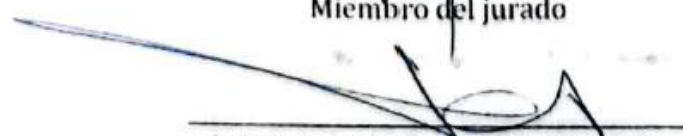
En fe de lo cual los miembros del jurado firman el Acta y comunican en acto público.



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



Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc.
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:

**“CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA
A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO
CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL
CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024”**

De los alumnos: **MAYER FLORES AYARZA Y WEGMAN ALAIN ZAMBRANO GRANDEZ**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **24% de similitud**.

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

San Juan, 14 de Mayo del 2025.



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

UCP_ING.CIVIL_2025_Tesis__Mayer_Flores_Wegman_Zambrano_V2



Nombre del documento: UCP_ING.CIVIL_2025_Tesis__Mayer_Flores_Wegman_Zambrano_V2.pdf
ID del documento: c6213b4359e4fc244bfc9b2cde88eb695df231d
Tamaño del documento original: 638,06 kB

Depositante: Chris Angela Ramirez Flores
Fecha de depósito: 14/5/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 14/5/2025

Número de palabras: 10.920
Número de caracteres: 70.992

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstreams/793e9257-67b7-493a-8ca1-0bec1bf0567/download 27 fuentes similares	15%		Palabras idénticas: 15% (1698 palabras)
2	repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe:8080/server/api/core/bitstreams/793e9257-67b7-493a-8ca1-0bec1bf0567/download 26 fuentes similares	15%		Palabras idénticas: 15% (1684 palabras)
3	repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14503/2878/REN_GIFTO_RRORRES_RDOOSE... 13 fuentes similares	6%		Palabras idénticas: 6% (626 palabras)
4	repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstreams/9745ae9f-0a8b-4ae4-8d66-a9296c638520/download 8 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (368 palabras)
5	repository.unipiloto.edu.co https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5684/CORRELACION_ENT... 5 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (286 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	hdl.handle.net Análisis de la relación entre la resistencia a flexión y compresión... https://hdl.handle.net/20.500.12557/1370	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
2	repositorio.uasf.edu.pe Aspectos generales del uso del concreto http://repositorio.uasf.edu.pe/handle/UASF/112	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
3	es.scribd.com Resistencia A La Compresion y Modulo de Ruptura de Cilindros ... https://es.scribd.com/document/71590818/Resistencia-a-la-compresion-y-modulo-de-ruptur...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
4	repositorio.ucp.edu.pe Características en estado fresco del concreto cemento ~... http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/2647	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)
5	hdl.handle.net Influencia de la adición y sustitución porcentual de microsilice si... https://hdl.handle.net/20.500.12759/10397	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)

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

- <https://es.wikipedia.org/>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Aglomerante>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Árido>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Agua>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Aditivos_para_concreto

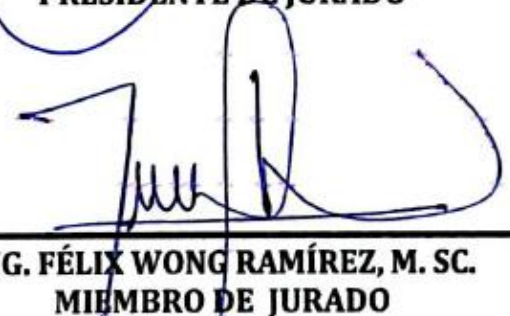
HOJA DE APROBACIÓN PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

**BACHILLERES: MAYER FLORES AYARZA Y WEGMAN ALAIN ZAMBRANO
GRANDEZ**

**La Tesis sustentada en acto público el día 26 de mayo del 2025, a las 10: 00 am,
en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.**



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



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



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



**ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, DR.
ASESOR**

DEDICATORIA

A Dios, fuente de fortaleza y entendimiento, dedicamos esta tesis, reconociendo su invaluable apoyo en la culminación de este trabajo académico. A nuestros padres e hijos, pilares fundamentales en nuestra vida, expresamos nuestra más profunda gratitud por sus incondicionales apoyo y aliento durante este proceso, que ha requerido perseverancia y dedicación. Sus presencias han sido esencial para nuestro éxito académico.

Los Autores

AGRADECIMIENTO

Gracias infinitas a nuestros padres, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en nosotros, incluso en los momentos más difíciles, han sido nuestro pilar de este logro Académico. También expresamos nuestra gratitud a nuestros hermanos, quienes supieron brindarnos su tiempo para escucharnos y apoyarnos, y a mis abuelos, quienes supieron estar cuando más los necesitaba.

Sin ustedes, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guio nuestro camino a través de este viaje académico.

Los Autores.

Tabla de contenido

Acta de sustentación.....	ii
Constancia de originalidad.....	iii
Hoja de aprobacion.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras	xiii
Resumen	xiv
Abstract.....	xv
Capítulo I: Marco teórico.....	1
1.1. Antecedentes de la investigación.....	1
1.1. Bases teóricas.....	8
1.1.1. Fibras sintéticas de polipropileno	8
1.1.2. Sika fiber force 48	9
1.1.3. El concreto	12
1.1.4. El cemento hidráulico	12
1.1.5. Cemento portland.....	12
1.1.6. Cemento portland marca apu tipo gu	13
1.1.7. Agregados.....	14
1.1.8. Diseño de mezcla de concreto cemento-arena	18
1.1.9. Propiedades del concreto en estado fresco	18
1.1.10. Propiedades del concreto endurecido.....	19
1.2. Definición de términos básicos.....	20
Capitulo II: Planteamiento del problema	23
2.1. Descripción del problema.....	23

2.2.	Formulación del proyecto.....	23
2.2.1.	Problema general.....	23
2.2.1.1.	Problemas específicos.....	24
2.3.	Objetivos.....	24
2.3.1.	Objetivo general.....	24
2.3.2.	Objetivos específicos.....	25
2.4.	Justificación de la investigación.....	25
2.5.	Hipótesis	27
2.6.	Variables	28
2.6.1.	Identificación de variables	28
2.6.2.	Variable dependiente:	28
2.7.	Operacionalización de variables e indicadores	28
Capítulo III: Metodología		29
3.1.	Tipo y nivel de investigación	29
3.2.	Diseño de la investigación.....	29
3.3.	Población y muestra.....	30
3.3.1.	Población: estuvo constituida por el universo de diseños de concreto cemento-arena de $f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$	30
3.3.2.	Muestra:	31
3.4.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	33
3.5.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos de la información	36
Capítulo IV: Resultados		38
4.1.	Discusión, conclusiones y recomendaciones.....	44
4.1.1.	Discusión.....	44
4.1.2.	Conclusiones.....	47

4.1.3. Recomendaciones.....	48
Referencias bibliográficas.....	49
Anexos.....	53
Anexo 1. Matriz de consistencia	54
Anexo 2. Ficha técnica cemento.....	56
Anexo 3. Resultados de ensayos de laboratorio.....	60
Anexo 4. Panel de fotos.....	157

Índice de tablas

Tabla 1. Presentación Sika Fiber Force – 48- Características de la fibra Sika Fiber – Force – 48.....	11
Tabla 2. Características físico-químicas del cemento Portland marca APU tipo GU.....	14
Tabla 3. Determinación de características del agregado fino.....	16
Tabla 4. Características granulométricas de la arena cuarzosa blanca...16	
Tabla 5. Límites granulométricos según NTP 400.037 y ASTM C – 33...17	
Tabla 6. Determinación de propiedades del concreto en estado fresco...19	
Tabla 7. Operacionalización de Variables e indicadores	28
Tabla 8. Esquema del diseño de investigación	30
Tabla 9. Distribución Muestra Patrón.....	31
Tabla 10. Distribución Muestra Patrón.....	32
Tabla 11. Distribución Muestra Experimental	32
Tabla 12. Distribución Muestra Experimental	33
Tabla 13. Ensayos de agregados y normativa aplicada	34
Tabla 14. Propiedades del concreto en estado fresco y normativa aplicada	35
Tabla 15. Propiedades del concreto en estado endurecido y normativa aplicada	36
Tabla 16. Análisis granulométrico por tamizado.....	38
Tabla 17. Diseño Concreto Patrón diseño 210kg/cm ² - A/C de 0.47, 0.52, 0.58.	38
Tabla 18. Diseño Concreto muestra experimental- 210kg/cm ² con A/C de 0.47, 0.52, 0.58.....	39
Tabla 19. Composición por m ³ de concreto fresco corregido por aire atrapado - Macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48	39
Tabla 20. Peso Unitario [kg/m ³].....	40
Tabla 21. Asentamiento (slump) [pulgadas]	40
Tabla 22. Contenido de aire (Método gravimétrico) [%]	41
Tabla 23. Temperatura [°C]	41

Tabla 24. Resistencia a la compresión concreto cemento-arena	42
Tabla 25. Ensayo a la flexión de concreto sin y con adición de fibra	42
Tabla 26. Módulo de Ruptura – Resistencia a la Compresión del concreto cemento-arena sin y con fibra Sika Fiber Force 48	43
Tabla 27. Factor K1 =Módulo de Ruptura (Resistencia a la compresión 1): Expresión Lineal	43
Tabla 28. Factor K =Módulo de Ruptura / (resistencia a la compresión $^{(1/2)}$): Expresión Potencial.	44
Tabla 29. Caracterización del agregado fino	61

Índice de Figuras

Figura 1. Diseño de la Investigación	29
Figura 2. Distribución Muestras	29

Resumen

Este trabajo determina la influencia de la adición de Sika Fiber Force - 48, estudia la correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto cemento - arena de $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, elaborado con agregado fino de 1.97 de módulo de fineza de la región. La investigación es de tipo cuali-cuantitativa; de nivel descriptivo y explicativo; de diseño cuasi experimental. La muestra estuvo conformada por 132 probetas, de las cuales 33 pertenecen a la muestra patrón y 99 a la muestra de diseño experimental con relaciones $A/C = 0.47, 0.52 \text{ y } 0.58$ y cuatro diferentes dosificaciones de macrofibra iguales a $0.00 \text{ kg/m}^3, 0.20\text{kg/m}^3, 0.35\text{kg/m}^3 \text{ y } 0.50\text{kg/m}^3$, las que fueron evaluadas a los 7 y 28 días de curado. En el proceso, se determinó también la influencia de esta macrofibra, en la consistencia en el estado fresco del concreto cemento-arena y las propiedades mecánicas en el estado endurecido.

Los resultados demostraron que la adición de las macrofibras sintéticas Sika Fiber Force – 48 en la mezcla de concreto cemento-arena, influye en la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura tanto en la relación lineal como potencial. El factor K promedio para las relaciones 0.47, 0.52 y 0.58 del concreto patrón es de 6.8161 y 5.4184, 4.5112 y 3.7578 para $0.00 \text{ kg/m}^3, 0.20 \text{ kg/m}^3, 0.35\text{kg/m}^3 \text{ y } 0.50\text{kg/m}^3$ de dosificación de esta fibra, respectivamente, factores que configuran una expresión lineal. Este factor K promedio para las mismas relaciones A/C y las mismas dosificaciones de fibra fue de 2.5740 y 3.1032, 3.5787 y 4.0712, respectivamente, corresponden al coeficiente de una función potencial del Módulo de Rotura, resultando ser la más consistente y los valores de K se aproximan gráficamente a los del rango de valores determinados por AASHTO 93 y ACI 363.

Palabras clave: *Concreto cemento-arena; macrofibra Sika Fiber Force – 48; Correlación; módulo de rotura; resistencia a la compresión.*

Abstract

This work determines the influence of the addition of Sika Fiber Force - 48, studies the correlation between the modulus of rupture and the compressive strength of cement-sand concrete of $f'_c = 280 \text{ kg / cm}^2$, made with fine aggregate of 1.97 of fineness modulus of the region. The research is of qualitative-quantitative type; descriptive and explanatory level; quasi-experimental design. The sample consisted of 132 test pieces, of which 33 belong to the standard sample and 99 to the experimental design sample with W / C ratios = 0.47, 0.52 and 0.58 and four different dosages of macrofiber equal to 0.00 kg / m³, 0.20 kg / m³, 0.35 kg / m³ and 0.50 kg / m³, which were evaluated at 7 and 28 days of curing. In the process, the influence of this macrofiber on the consistency of the cement-sand concrete in the fresh state and the mechanical properties in the hardened state was also determined.

The results showed that the addition of Sika Fiber Force – 48 synthetic macrofibers to the cement-sand concrete mix influences the relationship between compressive strength and modulus of rupture in both the linear and potential relationships. The average K factor for the 0.47, 0.52 and 0.58 ratios of the standard concrete is 6.8161 and 5.4184, 4.5112 and 3.7578 for 0.00 kg/m³, 0.20 kg/m³, 0.35 kg/m³ and 0.50 kg/m³ dosage of this fiber, respectively, factors that configure a linear expression. This average K factor for the same A/C ratios and the same fiber dosages were 2.5740 and 3.1032, 3.5787 and 4.0712, respectively, corresponding to the coefficient of a potential function of the Modulus of Rupture, resulting in being the most consistent and the K values graphically approximate those of the range of values determined by AASHTO 93 and ACI 363.

Keywords: Cement-sand concrete; Sika Fiber Force – 48 macrofiber; Correlation; modulus of rupture; compressive strength.

Capítulo I: Marco teórico

1.1. Antecedentes de la investigación

Internacional

Gómez (2015). En esta investigación, se diseñó, elaboró y determinó la resistencia a la compresión y el módulo de rotura de mezclas de concreto de 210 kg/cm² a 315 kg/cm²; asimismo, se identificó el factor “K” de relación resistencia a la compresión-módulo de rotura, del concreto hidráulico teniendo en cuenta las edades de 7, 14 y 28 días. La arena natural y la grava triturada de $\frac{3}{4}$ utilizados para los diseños de mezclas de acuerdo con los ensayos de laboratorio realizados no presentaban una gradación adecuada de acuerdo con las especificaciones dadas por el método; sin embargo, su dureza, densidad, absorción, módulo de finura, pesos específicos y no contener materia orgánica, fueron características aceptables. Las dosificaciones obtenidas en los diseños presentan resistencias a Compresión y a Flexión normales. (Gómez, 2015)

Determinó la existencia de una relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión expresada por la ecuación $Y = 2,5388x1,2223$ que se toma con la resistencia a los 28 días teniendo en cuenta que: 1. La ecuación de correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión que se maneja actualmente es en forma exponencial, es decir, $MR = 2,6\sqrt{F'c}$. 2. Al aumentar el módulo de rotura aumenta en igual proporción la resistencia a la compresión, indicando la existencia de una relación dependiente entre ambas. 3. El valor obtenido en R² en esta ecuación respecto a la resistencia de los 28 días es la que está más altamente correlacionada, es decir, el índice de correlación se aproxima a 1.

Cárdenas y Lozano (2019), en su tesis, utilizando agua y agregados que cumplieran con la norma, se propusieron determinar una ecuación que correlacione las dos resistencias más importantes del concreto hidráulico, permitiendo a través de la resistencia a la compresión determinar la resistencia a la tensión por flexión. Establecieron la correlación entre el módulo de ruptura y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico a los 28 días de curado, expresándolas mediante dos ecuaciones: una lineal con $y=0.0996x+14.269$ y $R^2=0.9618$; y, otra potencial con $y=1.1756x^{0.6366}$ y $R^2=0.9698$. Recomendaron en la misma línea del ACI (para quienes el $MR=K\sqrt{f'_c}$), se utilice la ecuación potencial para determinar teóricamente el módulo de ruptura del concreto a través de la resistencia a la compresión; toda vez que los valores obtenidos de R^2 , es mayor el de la ecuación potencial lo que indica que los valores obtenidos para la correlación son menos dispersos lo cual es, una garantía importante al momento de la evaluación de la resistencia de los concretos a través de la resistencia a la compresión. Asimismo, hacer un continuo seguimiento a las ecuaciones de correlación con el propósito de verificar su confiabilidad para que se puedan utilizar siempre como una herramienta de control que conlleva a certificar su uso en la construcción de concretos para pavimentos rígidos con materiales del Rio Coello. También recomendaron: desarrollar trabajos de investigación donde se correlacione el módulo de rotura con la resistencia a la compresión con materiales de otros ríos, con materiales aptos de cantera y con concretos reciclados.

López (2019), en su trabajo de investigación evaluó el aporte de las fibras sintéticas en el módulo de rotura del concreto; para lo cual diseñó una mezcla de concreto convencional de 4,00 MPa de módulo de rotura. Para su experimento obtuvo 25 mezclas de concreto, utilizando cinco tipos de fibras sintéticas en cinco dosificaciones diferentes, elaborando cuatro especímenes prismáticos de dimensiones 150mm x 150mm x 550mm para evaluación de la resistencia a flexión (módulo de rotura) (Norma INV E-415-13) y 4 especímenes de concreto cilíndricos de 150mm x 300 mm para

determinar el módulo de elasticidad estático y relación de Poisson en compresión (Norma INV E-424-13). (López, 2019).

Consideró la dosificación óptima por peso de las fibras recomendada por los fabricantes; y, no utilizó ningún tipo de aditivo, llegando a las siguientes conclusiones (López, 2019): “La inclusión en las mezclas de concreto de la macrofibra Sika Fiber Force PP/PE-700/55 y las dos microfibras sintéticas (Sika Fiber AD y Fiber Strand N) **NO** incrementan el módulo de rotura; pero, las otras dos macrofibras Tuf Strand SF y Toc fibra 500 de acuerdo a la dosificación utilizada **SÍ** aportan, la cual podrá variar de acuerdo a las resistencias requeridas, uso de la mezcla y en especial a la calidad, cantidad, tamaño y forma de los agregados en la producción del concreto” López (2019). “(...) la incorporación de macrofibras sintéticas Toc fibra 500 en dosificaciones de 55,00g, 80,00g y 155,00g, respectivamente, **NO** aportan resistencia en el módulo de rotura del concreto”. “(...); pero, su inclusión de una cantidad comprendida entre 105,20g y 130,00g (rango óptimo), **SÍ** aportan resistencia (...)”. “La dosificación que recomienda el fabricante de esta macrofibra corresponde a 1,00 kg de fibra por metro cúbico de concreto, equivalente a 105,20g de fibra sintética por bolsa de cemento. “(...) la incorporación de macrofibras sintéticas Tuf Strand SF en dosificaciones de 189,36g, 284,04g y 315,60g respectivamente, **NO** aportan resistencia en el módulo de rotura”; pero, su inclusión de una cantidad comprendida entre 220,92g y 252,48g (rango óptimo), **SÍ** aportan resistencia en el módulo (...)”. “La dosificación recomendada por el fabricante de esta macrofibra sintética corresponde a 1,80 kg de fibra por metro cúbico de concreto, equivalente a 189,36g de fibra por bolsa de cemento, dicha dosificación no corresponde a la óptima para el diseño de mezcla empleado, pues no incrementa el módulo de rotura”. (López, 2019).

Mesa de Luna (2015), en su tesis, fue analizada la contribución de las fibras de acero y polipropileno en la respuesta mecánica de pisos de concreto apoyados en terraplenes de características mecánicas diferentes;

con tal propósito, sometió a ensayo especímenes de losas apoyadas en diferentes terraplenes aplicando cargas experimentales de hasta 160 KN y a ensayos de flexión a vigas normalizadas, ambos tipos de especímenes fueron elaborados usando concreto convencional con y sin fibras. Las dosificaciones de fibras de acero y polipropileno fueron de 20, 30 y 40 kg/m³ y 2.125, 4.250 y 6.375 kg/m³, respectivamente. (Mesa de Luna, 2015).

Los resultados mostraron una mayor rigidez en las losas reforzadas con fibras, en comparación con las losas sin fibras. (Mesa de Luna, 2015). Los ensayos de flexión de vigas normalizadas, reflejan una tendencia a incrementar tenacidad: Las fibras de acero con ganchos en sus extremos evitaron pre-fisura y post-fisura, le siguen en competencia las fibras de acero onduladas y finalmente las fibras de acero dentadas. Las fibras de polipropileno, tienen un comportamiento similar en el régimen pre-fisura, pero en el post-fisura el concreto reforzado con fibra ondulada tuvo mejor desempeño que el reforzado con la fibra recta. (Mesa de Luna, 2015).

Mesa de Luna (2015), concluyó: La adición de fibras en el concreto no mejora significativamente su resistencia mecánica y rigidez (módulo elástico). La relación de aspecto (forma y longitud de fibras), influye en el desarrollo de resistencia a flexión y ductilidad, por la mejor adherencia de los ganchos con una relación de aspecto de 66.66 y mejor desempeño de las fibras sintéticas onduladas con una relación de aspecto de 75.75, para mezclas con dosificaciones de 20, 30 y 40 kg/m³ y 2.125, 4.250 y 6.375 kg/m³ respectivamente, el comportamiento mecánico fue similar. Por otra parte, se encontró que en las vigas reforzadas con fibra de acero dentada y otras con la microfibras, donde hubo una fractura súbita no se generó ninguna resistencia residual. El piso reforzado con fibras en bajas dosificaciones y espesores de entre 70 y 80 mm, mostró una buena capacidad mecánica presentando una alta rigidez y estar protegidos tridimensionalmente frente a la fisuración, cuando estuvieron apoyados en

terraplenes de suelo areno-limoso estabilizado con adición de 2% de cemento. (Mesa de Luna, 2015).

Nacional

Rendón y Acuña (2015), en su trabajo de tesis, evaluaron la influencia en la compresión y flexión de un concreto $f'_c=210 \text{ Kg/Cm}^2$ adicionado, de manera independiente, porcentajes respecto al peso del cemento de 2.7%, 5.4% y 10.9% de fibra de acero de tipo CHO°65/35 NB, y 0.08%, 0.16% y 0.33% de fibras de polipropileno tipo PE. (Rendón y Acuña, 2015). Elaboraron probetas cilíndricas y prismáticas de concreto sin y con los dos tipos de fibras, independientemente; a partir de cuyos resultados Rendón y Acuña (2015), concluyeron: El concreto con fibra de acero SikaFiber CHO°65/35 NB es más resistente en un 7% a compresión y 4.56% a flexión respecto al concreto con fibra de polipropileno SikaFiber° PE.

Pino y Valencia (2016), en su trabajo de tesis, analizaron la influencia de la incorporación de microfibras de polipropileno en las propiedades físico y mecánicas de un concreto convencional elaborado con una relación $A/C=0.557$ y para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 , utilizando cemento tipo HE (peso específico= 2960 kg/m^3 producido por Cemex Perú) y 70% de agregado grueso de tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " y 30% de agregado fino de módulo de fineza de 2.52. El concreto experimental fue elaborado adicionando dosis de 250 gramos, 300 gramos y 350 gramos de microfibras de polipropileno por metro cúbico de concreto. Las muestras fueron realizadas aplicando las normas técnicas peruanas - NTP sobre concreto: 72 especímenes cilíndricos de 15cm de diámetro por 30 cm de altura y 48 probetas prismáticas de 15cm de base, 15 cm de altura y 50 cm de longitud. El rango de slump del concreto patrón comprendido entre 3" y 4", disminuyó en 1" en promedio con la mayor adición de microfibras. Realizaron ensayos de peso unitario, resistencia a la

compresión y resistencia a la flexión del concreto patrón y experimental en estado endurecido; y, llegaron a las siguientes conclusiones: La adición de microfibra de polipropileno en todas las dosificaciones produjo variación en estas propiedades. El concreto a los 7 días de curado presentó un incremento de 11.53% en la resistencia a la compresión para la dosificación de 250gr/m³ de microfibra respecto al concreto patrón y a los 28 días para la dosificación de 300gr/m³ de microfibra se alcanzó la mayor resistencia a la compresión (397.36kg/cm²), lográndose un incremento de 11.15%, respecto al concreto patrón cuya resistencia alcanzó 357.50kg/cm²; asimismo se obtuvo la máxima resistencia a la flexión, pues ésta para el concreto patrón fue de 48.34kg/cm² y para la dosificación de 300gr/m³ alcanzó 50.95 kg/cm². La adición de 300gr/m³ de microfibra de polipropileno es la que menor incidencia provocó en el peso unitario, seguida de la dosificación de 350gr/m³ y 250 gr/m³, habiendo disminuido este peso de 2401.61kg/m³ a 2393.61kg/m³.

Champi y Espinoza (2017), en su tesis, analizaron las características mecánicas de la resistencia a compresión, módulo de rotura y costos de materiales de un concreto patrón $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ diseñado utilizando el Método del Instituto Americano del Concreto (ACI-211) y otro tipo adicionando fibra sintética mejorada Sikafiber ® PE en proporciones 300gr/m³, 600gr/m³, 900gr/m³. Elaboraron 138 muestras cumpliendo con la norma ASTM C31, 69 fueron briquetas cilíndricas de 10cm de diámetro por 20cm de altura para el ensayo de resistencia a compresión y 69 fueron viguetas de 15cm de peralte por 15cm de ancho por 50cm de largo para ser ensayadas a flexión (módulo de rotura). (Champi y Espinoza, 2017).

Estos investigadores encontraron un aumento significativo en el esfuerzo a compresión para la dosificación 600gr/m³; y, que el módulo de rotura se incrementaba para 900 gr/m³. Asimismo, verificaron que no había incremento significativo de costo entre el concreto patrón y el experimental óptimo. (Champi y Espinoza, 2017).

Flores y Toribio (2024), investigaron la influencia de la macrofibra sintética Sika Fiber Force 48 en el módulo de ruptura del concreto cemento-arena, elaborado con agregado fino de módulo de fineza 1.18, y diseñado con relaciones A/C igual a 0.58, 0.63 y 0.68 y adición de Sika Fiber Force 48 con dosificación de 0.0, 7.5, 8.5 y 10 kg/m³. Determinaron que la adición de esta fibra, **si** influye en el módulo de ruptura de este tipo de concreto obteniéndose el mejor resultado con la adición de 10kg/m³, para las tres relaciones; resultando el módulo de ruptura más alto de 69 kg/cm², para la relación A/C = 0.58 y para la dosificación de 10kg/m³ de fibra, habiendo variado de 51 kg/cm² del concreto patrón. Las resistencias a la compresión alcanzadas para todas las dosificaciones de fibra y todas las relaciones A/C experimentadas fueron inferiores a las del concreto patrón; es decir, mientras el módulo de ruptura se incrementaba, la resistencia a la compresión disminuía, hasta en 20%. Estos investigadores encontraron la existencia de un factor “K” coeficiente de una relación lineal y otra potencial entre ambas propiedades mecánicas.

Pando y Rodríguez (2024): En su tesis abordan la influencia de las macrofibras sintéticas Sika Fiber Force - 48, en la resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto cemento – arena elaborado con relaciones A/C de 0.58, 0.63 y 0.68 y con arena de 0.97 de módulo de fineza; para una resistencia a la compresión del concreto patrón comprendida entre 207 kg/cm² y 303 kg/cm². Su investigación es de tipo cuantitativa, de nivel descriptivo explicativo, de diseño cuasi experimental, con 132 probetas, correspondiendo 18 para compresión y 15 para módulo de ruptura del concreto patrón y 54 para compresión y 45 para módulo de ruptura del concreto experimental. El concreto experimental se obtuvo adicionando al concreto patrón, dosificaciones de 2 kg/m³, 3kg/m³ y 4kg/m³ de fibras. La resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días de curado más alta correspondió a la relación A/C = 0.58 cuyo valor de 303 kg/cm² varió hasta 315 kg/cm² para la dosificación de 2 kg/m³ de

fibra; seguida de la relación $A/C = 0.63$ al incrementar el valor de 245 kg/cm^2 a 275 Kg/cm^2 también adicionando 2 kg/m^3 ; y, para el módulo de ruptura el mayor valor también se obtuvo para la relación $A/C = 0.58$, cuyo valor de 34 kg/cm^2 subió a 39 kg/cm^2 para la dosificación de 3 kg/m^3 de fibra. Ellos encontraron que para dosificaciones de fibra superiores a 2 kg/m^3 los valores de resistencia a la compresión disminuyeron, pero los del módulo de ruptura subieron conforme se incrementó la dosificación de fibra tanto para las relaciones $A/C = 0.58$ y 0.63 , y para la 0.68 para las tres dosificaciones de fibra estos valores se incrementaron en 2 kg/cm^2 .

1.1. Bases Teóricas

1.1.1. Fibras sintéticas de polipropileno

Son elementos de corta longitud y pequeña sección con propiedades especiales que se adicionan a la mezcla de concreto con el fin de mejorar algunas de sus propiedades físicas y mecánicas.

Estas fibras tienen adherencia, resistencia a la tracción y módulo de elasticidad superiores que el concreto, le dotan de una mejor cohesión interna, y en consecuencia reducen su agrietamiento.

Ha quedado probado que las fibras sintéticas únicamente ofrecen control de agrietamiento durante el asentamiento plástico del concreto; limitándose su uso a pisos industriales que no serían expuestos a cargas considerables (ACI 302, 2022). Investigaciones realizadas en Estados Unidos, Canadá y Australia concluyen que las fibras sintéticas debidamente diseñadas, pueden usarse exitosamente como alternativa a la tradicional malla electro-soldada. Para el caso de los pisos de concreto en el sector industrial, técnicas como el refuerzo con varillas de acero solamente, ahora este tipo único de refuerzos tiende a ser obsoleto, debido a la necesidad de una protección tridimensional contra la fisuración del concreto y un proceso constructivo en un menor tiempo. (Pando y Rodríguez, 2024).

Teoría sobre el agrietamiento del concreto señala que la fisuración se presenta cuando las fuerzas exceden la resistencia a tracción del concreto; y, una de las maneras de incrementar esta capacidad resistente, es a través de la adición de fibras de acero o polipropileno de diámetro y relación de aspecto adecuados, mejorándose la resistencia a la flexión, la resistencia residual y la ductilidad tras el agrietamiento. Las fibras también reducen el ancho de fisura y contribuyen a un mejor control. (Alani, 2013) y (CEMEX, 2002) en (Mesa de Luna, 2015). Sin embargo, aún se requiere un análisis estadístico de optimización que considere la interacción piso-suelo, y utilice modelamiento por elementos finitos, que arroje proporciones óptimas eficientes y al menor costo. (Mesa de Luna, 2015).

Las dosificaciones de fibra para adicionarse a la mezcla dependen de la longitud y el diámetro, pero las usualmente empleadas están comprendidas entre 1 y 2% en volumen (9 a 18 kg/m³), aunque existen aplicaciones con contenidos mínimos del 0,1%, o máximos del 8%, en volumen. Debe establecerse claramente cuáles son los elementos que se trabajarán, para configurar las características del concreto y de las fibras. (Mendoza Vargas, Vásquez, & Villa Archila, 2012, Pág. 16) en (Champi y Espinoza, 2017).

1.1.2. Sika Fiber Force 48

Macrofibra sintética de uso estructural para concreto proyectado y concreto convencional (de obra y prefabricado). Se usa en concreto proyectado, para estabilización de túneles urbanos y de minería; estabilización de taludes; y, sustitución de armadura de acero en aplicaciones de concreto proyectado. En el concreto convencional, para la construcción de pistas y pisos industriales; también para cimentaciones.

Cumple con las especificaciones de la clasificación de la ASTM C 494 (Sika Fiber Force 48, 2019). Su adición mejora las resistencias del

concreto endurecido; aporta al logro de un alto rango de absorción de energía para concreto proyectado; ayuda a controlar la aparición de las fisuras y a controlar el ancho y la propagación si éstas ya existieran; asimismo, contribuye a la capacidad de puenteo de fisuras, especialmente en grandes aberturas; y, permite una superficie sin óxido. (Sika Fiber Force 48, 2019).

El comportamiento de los concretos reforzados con este tipo de macrofibras y mejora de resistencia a la flexión, depende de la dosificación usada, distribución y posición de las fibras dentro de la masa de concreto, y resistencia a la tracción y anclaje de las fibras. López (2019). Pero, sus incorporaciones no mejoran la calidad de un concreto pobre (Sika fibras, 2019), su adición es funcional solo en concretos de calidad, que garanticen distribución uniforme y no se presente apelmazamiento de fibra. (Pando y Rodríguez, 2024).

Tabla 1. Presentación Sika Fiber Force – 48- Características de la fibra Sika Fiber – Force – 48

Sika Fiber Force 48 se comercializa en sacos hidrosolubles de 5 kg
--

Factor	Descripción
Base química	Poliiolefina
Presentación	Sika Fiber Force – 48 está disponibles en sacos hidrosolubles de 5 kilos.
Apariencia /color	Fibras blancas, rectas y con relieve
Conservación	24 meses de vida útil a partir de la fecha de fabricación si se almacena correctamente en el empaque original, si daños y sin abrir.
Condiciones almacenamiento	Almacenar a temperaturas en un rango entre 5°C y 30 °C. Proteger de la luz solar directa, las heladas, el agua y la contaminación.
Densidad	Aprox. 0,901 kg/l
Dimensiones	Diámetro equivalente: aprox. 0,84 mm. Longitud: aprox. 48 mm
Declaración del producto	En 14889-2: Clase II: Macro fibras
Punto de fusión	Aprox. 164 °
Resistencia a la tracción	Aprox. 465 N/mm ² (MPa)
Módulo de Elasticidad	~7,5 kN/mm ² (GPa).
Dosificación recomendada	3 -10 kg/m ³
Compatibilidad	Compatible con otros aditivos Sika

Fuente: Hoja producto Sika Fiber Force – 48 (Sika fibras, 2019) en <https://es.wikipedia.org/>

Las fibras Sika Fiber Force – 48 es un producto ecológicamente amigable y no contiene ninguna sustancia SVHC que se le libere en condiciones de uso normales (sustancias altamente preocupantes) como las enumeradas en el Anexo XIV del reglamento REACH – Regulación EC N° 1907/2006 – Art. 31 o en la lista de candidatos publicada por la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos en concentraciones superiores al 0,1 % (p/p).

1.1.3. El Concreto

Material compuesto obtenido artificialmente, empleado en construcción, formado esencialmente por cemento hidráulico que actúa como aglomerante al que se añade áridos gruesos y finos, agua y aditivos específicos (Mehta & Monteiro, 1992).

Para (Kjellsen & Justnes, 2004), el concreto es un material multicomponente formado por: agregados y pasta. La pasta, resulta de la combinación química del cemento portland y agua, es la que une a los agregados pétreos (arena y piedra chancada), conformando una masa que al endurecer es una roca artificial. La pasta constituye la fase continua del concreto y los agregados la fase discontinua, pues éstos no quedan unidos y en contacto sino, se hallan separados por espesores diferentes de pasta endurecida.(Kosmatka, Panarese & Bringas, 1992); (Norma E.060); (Ríos, 2011).

Se pueden obtener concretos que alcancen propiedades requeridas en el diseño estructural, ajustando las proporciones de los materiales de la mezcla, y/o utilizando agregados de propiedades granulométricas y peso específicos diferentes, aditivos diversos y adiciones de materiales especiales (Nilson A.H. ,1999) (Nilson & Darwin, 1999).

1.1.4. El Cemento hidráulico

Conglomerante obtenido de la calcinación, fusión y pulverización del clinker, compuesto de una o varias sustancias capaces de endurecer al reaccionar con el agua, a corto o largo plazo (Mc Cormac & Brown, 2011). (Sanjuán & Chinchón, 2014).

1.1.5. Cemento Portland

“Producto obtenido por la pulverización del clinker portland. Se admite la adición de otros productos que pulverizados conjuntamente con

el clinker no excedan del 1% en peso del total siempre que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Aglomerante>). (Norma E.060, p. 60).

Este cemento hidráulico es una mezcla de caliza y una proporción de arcilla artificial al 20% con una curva granulométrica de 0-150 μ y homogeneizada, es decir la combinación del CaO, calcinada a una temperatura comprendida entre los 1400°C y 1650°C (Rivva, 1992). Los materiales cementantes adicionales al ser incorporados al cemento portland (mezclas ternarias) desarrolla en éste excelentes propiedades mecánicas y características de larga durabilidad (Harmsen, 2005).

Es el más usado y versátil de los materiales de construcción (Rivva, 1992). Cumple las exigencias de composición química y propiedades físicas exigidas por la norma (ASTM C 150, 2007, p. 150) y la N.T.P. 334.009.

El cemento portland tipo I es el más usado de los 8 tipos de cemento comercializables. (ASTM C150, 2007); (Baquerizo, et al., 2014, p.85-95).

1.1.6. Cemento Portland marca APU Tipo GU

Las características de esta marca de cemento portland muy empleada en la Amazonía Peruana satisfacen los requisitos de la Norma técnica Peruana NTP – 334.082 y la Norma Americana ASTM C – 1157. Los valores de las principales características se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Características físico-químicas del cemento Portland marca APU tipo GU

Características	Unidad	Valor	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 especifica
Densidad	g/ml	3.03	No especifica
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 133
Resistencia a la compresión a 28 días	Kg/cm ²	385	Mínimo 133
Tiempo de fraguado			
Fraguado Vicat inicial	mínimo	128	Mínimo 133
Fraguado Vicat	mínimo	284	Máximo 12
Barras curadas en agua			
Expansión a 14 días	%	0.008	Máximo 12
Calor de hidratación			
Calor de hidratación a 7 días	kcal/kg	69	No especifica
Calor de hidratación a 28 días	kcal/kg	75	No especifica

Fuente: Ficha Técnica Cemento Apu Tipo GU (2024)

1.1.7. Agregados

Partículas de origen natural o artificial y cuyas dimensiones están comprendidas entre curvas granulométricas, límites o Husos fijados en la norma. Para su uso en las mezclas de concreto se dividen, según su diámetro, en agregados gruesos (piedra chancada) y finos (arena). Establece, además, los requisitos de granulometría, calidad de los agregados pétreos y participación porcentual de finos y gruesos para uso en concreto (NTP 400.037, 2021). Su muestreo, se realiza según normativa (NTP 400.010. Agregados, 2016) o (ASTM C702, 2015).

En la Selva Baja Peruana, no existen canteras para explotación de canto rodado, para obtener agregado grueso; y en las mezclas de cemento, solamente interviene arena de granulometría uniforme y módulo de finura

inferior a 2, agua y opcionalmente aditivos, material resultante, que en la academia, para diferenciarlo del mortero de uso universalmente no estructural, se le conoce como “concreto cemento-arena” o simplemente “concreto de arena”, material cuyo uso para construcción de estructuras no está reglamentado, pero se lo usa como estructural desde la segunda década del siglo XX; y, para la determinación de sus propiedades se emplea, supletoriamente, la Norma Técnica Peruana NTP y Norma ASTM y las recomendaciones del ACI y ASOCEM.

A. Agregado Fino

“Conjunto de partículas que para cumplir la condición de fino, debe pasar totalmente por el tamiz normalizado 9.51mm (9/8 pulg), y pasar más del 99% la malla #4, y quedar retenido en el tamiz normalizado 74μm (N° 200)” (NTP 400.037, 2021). (ASTM C33-03, 2015, p. 033).

Estos agregados pétreos, poseen resistencia propia y suficiente resistencia al grano pero no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento, siempre que estén libres de polvo y materias orgánicas (Guzmán, 2001), (Harmsen, 2005).

La granulometría y la humedad son propiedades fundamentales en el diseño de mezcla y preparación del concreto, está relacionada con la trabajabilidad del concreto en estado fresco y con su resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad (Rivva, 2007). (Jiménez, García & Morán, 2000).

Las siguientes características o propiedades del agregado fino se determinaron aplicando correspondientemente las disposiciones del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales de la UCP, que complementariamente toman en cuenta a la Norma Técnica Peruana (N.T.P.) y la Norma Técnica Americana (ASTM). A continuación, ver las

características granulométricas de la arena y la normativa para su determinación en la Tabla 3.

Tabla 3. Determinación de características del agregado fino

Característica	Norma Técnica Peruana	Norma Técnica Americana
Peso Unitario o P. aparente	NTP 400.017	ASTM C – 29
Peso unitario suelto (P.U.S.)	NTP 400.017	ASTM C – 29
Peso Unitario Compactado o Varillado (P.U.C.)	NTP 400.017	ASTM C – 29
Peso Específico	NTP 400.022	ASTM C-128
Porcentaje de Absorción:	NTP 400.022	ASTM C-128
Contenido de Humedad	NTP 339.185	ASTM C–566
Granulometría del Agregado	NTP 400.012	ASTM C-136
Módulo de finura	NTP. 400.011	
Superficie específica	NTP 400.012	
Material que pasa la malla N° 200	NTP 400.018	ASTM C-117

Fuente: Propia

Tabla 4. Características granulométricas de la arena cuarzosa blanca

Ensayo	% que pasa la malla N° 200	Módulo de finura	Superficie específica	PUS	% Vacíos PUS	PUC	% Vacíos PUC	Peso específico	% de absorción
	Valor	Valor	Valor	valor	Valor	valor	Valor	Valor	Valor
1	3.36	1.97	53.00	1453		1615		2.597	0.58
2	3.31	1.96	52.39	1452		1616		2.594	0.57
3	3.25	1.98	52.56	1453		1619		2.705	0.51
X	3.31	1.97	52.65	1453	46.17	1617	39.92	2.632	0.55

Fuente: Propia

Los límites de distribución granulométrica según la Norma Técnica NTP 400.037 y la Norma ASTM C – 33, se muestra en la Tabla 5, siguiente:

Tabla 5. Límites granulométricos según NTP 400.037 y ASTM C – 33

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

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

Módulo de Finura de la arena: Índice aproximado que representa el tamaño promedio de las partículas; se usa para controlar la uniformidad de los granos. Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100. (Norma Técnica NTP.400.011).

Arenas cuyos módulos estén comprendidos en el rango 2.2 y 2.8 permiten obtener concretos de buena *trabajabilidad* y reduce segregación; las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 permiten concretos de alta resistencia; aunque, las normas establecen que su módulo de finura no debe ser menor de 2.35 ni mayor que 3.15 (Ari, 2002). Por ejemplo, las normas ASTM C33 y NTP 400.011, establecen que el módulo de finura de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1, prescribiendo que un valor menor de 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa. (Ochoa y Ruiz, 2024) y (Irigoín y Rodríguez, 2021). La ASOCEM, estima que las arenas de módulos entre 2.2 y 2.8 producen concretos de buena *trabajabilidad* y reducida segregación; y, las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para concretos de alta resistencia (Benites, 2011).

1.1.8. Diseño de Mezcla de concreto cemento-arena

Para el Diseño y Control de Mezclas de Concreto se tomaron en cuenta información actualizada de normas, especificaciones y métodos de ensayo de la ASTM, AASHTO y ACI.

Para el diseño de mezclas del concreto cemento-arena se requiere el conocimiento de las siguientes propiedades de la arena: granulometría, peso específico, contenido de humedad, porcentaje de absorción, peso unitario suelto, peso unitario compactado, módulo de finura. (Norma Técnica Peruana NTP) y (Norma ASTM). El diseño de mezclas incluye, entre otras, la determinación del peso unitario (densidad), rendimiento de materiales y contenido de aire. ACI y ASOCCEM. (Nilson, 1978).

Rango de Dosificación recomendada para Sika Fiber Force - 48

Está comprendido en el rango: 3 – 10 kg/m³ de concreto. Esta dosificación puede variar en función del tipo de agregados, condiciones in situ, y tipo de concreto a fabricar. La cantidad de fibra podría salir del rango indicado, con ensayos previos que justifiquen su buen desempeño. (Sika Fiber Force - 48, 2019). Por las experiencias en investigaciones efectuadas en concreto convencional y en concreto cemento-arena, existen recomendaciones para investigar el uso de dosificaciones comprendidas en 0.20 kg/m³ y 0.40 kg/m³ y otras de 0.50 kg/m³ a 0.90 kg/m³.

1.1.9. Propiedades del concreto en estado fresco

Las propiedades del concreto fresco se realizaron cumpliendo las normas técnicas peruanas N.T.P. y la norma americana ASTM.

Tabla 6. Determinación de propiedades del concreto en estado fresco

Ensayo	N.T.P.	ASTM
Peso unitario	N.T.P. 339.046	ASTM C – 138
Consistencia (Asentamiento)	NTP 339.035	ASTM C - 143
Contenido de Aire	NTP 339.046	
Exudación	NTP 339.077	

Fuente: Propia

1.1.10. Propiedades del Concreto Endurecido

Los concretos se diseñan para dos resistencias: a la compresión y a la flexión, las cuales deben ser controladas en campo mediante testigos que serán fallados de acuerdo a las normas vigentes. Para el control de la resistencia a la compresión, se elaboran muestras cilíndricas, y para controlar la resistencia a la tensión por flexión se elaboran viguetas y se ensayan a los 7,14 y 28 días. (Cárdenas y Lozano, 2019).

Resistencia a la Compresión: Este ensayo se realiza aplicando la NTP 339.034. Se ve afectada, además por las características resistentes de la pasta; asimismo, por la temperatura y el tiempo, calidad de los agregados; y, el curado que complementa el proceso de hidratación.

Módulo de ruptura del concreto: Este ensayo se realiza aplicando la normativa americana ASTM C78. Su valor interviene en el diseño de losas de pavimento. El Comité Europeo de concreto, recomienda estimarlo teóricamente, por medio del producto de un factor “k” y la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.

El ACI permite establecer correlaciones entre la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión con el propósito de controlar la

calidad del concreto de los pavimentos rígidos, utilizando el ensayo de resistencia a la compresión. (Cárdenas y Lozano, 2019).

1.2. Definición de términos básicos

Asentamiento plástico: *El espacio existente entre las partículas sólidas está lleno de agua; cuando las partículas sólidas se asientan, el agua, sube para su superficie, formando una película. A este fenómeno se conoce como exudación.* (Rivva, 2007).

Concreto convencional: Material artificial obtenido mezclando cemento, agua, agregado fino, agregado grueso y en algunos casos, algún otro material al que se le reconoce como aditivo.

Consistencia: Capacidad de la mezcla de concreto para adaptarse al encofrado con facilidad, manteniendo su homogeneidad con un mínimo de vacíos. Se modifica fundamentalmente por la variación del contenido de agua en la mezcla. Se mide mediante el ensayo slump (Cono de Abrams), midiendo el asentamiento que sufre luego de desmoldado (Ari, 2002).

Concreto reforzado con fibras: Adición de fibras metálicas o sintéticas a la mezcla de concreto. Su adición evita la formación de fisuras a edad temprana y reduce la propagación de las fisuras a edad madura del concreto. Aumentan la tenacidad del material, es decir incrementan la capacidad de absorber las cargas mediante la deformación del material, absorben energía durante la deformación plástica antes de la ruptura.

Contenido de Aire: Cantidad de vacíos internamente del concreto en toda su masa. A más aire interno la resistencia a compresión del concreto disminuye. (Rivva, 2007)

Exudación: Propiedad inherente a la estructura del concreto gobernado por las leyes físicas del flujo, de un líquido en un sistema capilar,

antes que por el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades del agua y la masa plástica del concreto. Parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie. Mientras más fino sean las partículas del cemento y mayor sea el porcentaje de material menor que la malla N° 100 la exudación será menor. (Ari, 2002).

Fibras sintéticas: Secciones discretas que se distribuyen aleatoriamente dentro del concreto. La dispersión aleatoria de estas fibras dentro de la mezcla crea un refuerzo tridimensional capaz de soportar cargas que se apliquen en cualquier dirección. En algunos casos, las fibras sintéticas pueden sustituir el refuerzo secundario del concreto, pero - hasta ahora- en ningún caso reemplaza al acero de refuerzo principal de las estructuras. (Rivva, 2007)

Macrofibra: fibras destinadas a prevenir la fisuración en estado endurecido, no teniendo mayor efecto antes de las 24 horas del vaciado. Reducen el ancho de la fisura y permiten el adecuado funcionamiento de la estructura fisurada. Las macrofibras más usadas son las sintéticas y las metálicas cuyos diámetros varían entre 0,05 mm a 2,00 mm. La relación de aspecto (L/d) de las macrofibras varía entre 20 a 100". (Rivva, 2007).

Microfibras: fibras destinadas a evitar la fisuración del concreto en estado fresco o antes de las 24 horas. Tienen diámetros entre 0,023 mm a 0,050 mm, pueden ser monofilamento o fibriladas". (Rivva, 2007)

Módulo de ruptura del concreto: El MR del concreto hidráulico es el esfuerzo máximo a la flexión (MR). Es una medida útil para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico, estas losas de pavimento trabajan principalmente a flexión. Teóricamente se determina por medio del producto de un factor "k" y la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión. (Comité Europeo de Concreto, s.f.)

Peso unitario: Peso varillado por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto. Los concretos son livianos, normales y pesados, si el peso unitario está entre 400 a 1700, 1800 a 2500 y mayor de 2500 kg/m³, respectivamente. (Rivva, 2007)

Resistencia a la Compresión: Capacidad de soportar cargas y fuerzas de compresión; depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresada en términos de relación agua /cemento en peso. (Rivva, 2007).

Retracción del concreto: Variaciones volumétricas del concreto en estado fresco que se presentan después de que ha sido colocado y/o instalado en obra debido a cambios térmicos e hidrométricos en su estructura, que están asociadas a la patología estructural. *Se dividen en cuatro fases: asentamiento plástico; retracción plástica primaria; retracción autógena; retracción plástica secundaria. Las tres primeras fases, generalmente ocurren simultáneamente. (Kejin et al., 2001 & Neville, 1997) en (Martínez Jiménez J., et al. (2005).*

Retracción plástica primaria: *Cuando la tasa de evaporación excede a la de la exudación, el concreto comienza a contraerse. Ocurre antes y durante el fraguado y es atribuida a las presiones que se desarrollan en sus poros capilares. (Martínez Jiménez J., et al. (2005).*

Retracción autógena: *Se inicia cuando el concreto está aún en estado plástico, ocurriendo casi totalmente después del fraguado del mismo. En el pasado, esta retracción era desatendida, hoy, por la utilización de bajas relaciones de agua/cemento, esta fase de retracción ocupa un lugar de atención importante. (Martínez Jiménez J., et al. 2005).*

Retracción plástica secundaria: *Ocurre durante el inicio del endurecimiento del concreto. (Martínez Jiménez J., et al. 2005).*

Capítulo II: Planteamiento del problema

2.1. Descripción del Problema

La inexistencia de agregado grueso en esta parte del país, obligó el empleo solamente del agregado fino para mezclas de concreto cemento – arena; material que requiere mayor consumo de cemento; y hoy, por exigencias mecánicas, se está buscando optimizar su dosificación, haciéndose necesaria el uso de adiciones de materiales de última generación, como las fibras sintéticas o aditivos superplastificantes, para mejorar el comportamiento de este tipo de concreto.

Para la construcción de pavimentos, la incorporación de fibras en las mezclas, evitan la aparición de fisuras a edad temprana y en estado endurecido, aumentan la resistencia a la flexión ante la presencia de fricción, alabeo y efecto dinámico de las cargas de tránsito. (López, 2019).

El rango de dosificación recomendado por el fabricante, para macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 es de 3 – 10 kg/m³ de concreto, pudiéndose variarse en función de los agregados, cemento y tipo de concreto a fabricar, y condiciones in situ. Como, el concreto cemento-arena incluye solamente agregado fino de módulo de fineza menor del normado, la dosificación ideal no está especificada para nuestras arenas y tampoco se conoce el aporte de este insumo en la mejora de sus propiedades.

2.2. Formulación del proyecto

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

2.2.1. Problema general

¿Cómo influye la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura

del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97?

2.2.1.1. Problemas específicos

1. ¿Cómo es la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en la consistencia del concreto cemento - arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97?
2. ¿Cómo es la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97?
3. ¿Cómo es la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en el módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97?
4. ¿En qué medida influye la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en la relación entre la resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97.

2.3.2. Objetivos específicos

Determinar la influencia de la macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en la relación entre la resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97.

1. Determinar la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en la consistencia del concreto cemento - arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97.
2. Determinar la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en la resistencia a la compresión del concreto cemento – arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97.
3. Determinar la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en el módulo de ruptura del concreto cemento – arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97.
4. Determinar la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97.

2.4. Justificación de la Investigación

La resistencia a la compresión es la más conocida del concreto hidráulico; sin embargo, el módulo de rotura toma un papel muy importante al momento de diseñar pavimentos, pisos industriales u otras estructuras apoyadas sobre directamente sobre el suelo de fundación. No existen

muchas investigaciones para encontrar la relación resistencia a la compresión – módulo de rotura. Solamente, en las universidades se han efectuado algunos estudios. Actualmente, en el país son escasos los laboratorios que realizan ensayos para su determinación; sin embargo, para diseños de concretos exigentes, se requiere contar con información cierta sobre esta relación cuando los agregados del concreto son marginales, como el caso de nuestras arenas (Gómez, 2015).

El conocimiento que se tiene de los concretos modificados con fibras sintéticas es muy limitado; debiéndose orientar investigaciones con miras a realizar mediciones de fatiga del pavimento, para determinar el comportamiento de las fibras sintéticas en el concreto sometido a la acción repetitiva de las cargas de tránsito en concretos no convencionales como el elaborado solamente con agregado fino y de módulo de fineza inferior al normado; y, en presencia de climas tropicales.

La presente investigación pretendió afianzar el conocimiento sobre el uso de la macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 para la elaboración de concreto cemento –arena, cuando el agregado fino es marginal, por poseer un módulo de finura muy inferior a lo indicado en las normas técnicas, lográndose un considerable aporte a la Ingeniería de Materiales; por lo que, esta investigación ha quedado plenamente justificada, toda vez que para el concreto convencional se tienen experiencias exitosas del uso de estas fibras, pero la investigación sobre estas macrofibras es inexistente en el concreto cemento-arena que mejoren tanto las propiedades de resistencia a la compresión y el módulo de ruptura y se haya estudiado la influencia en la relación existente entre las resistencias a la flexión y compresión.

2.5. Hipótesis

Hipótesis de trabajo

El uso de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48, influye en la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto “cemento-arena” elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97.

Para la prueba estadística de la Hipótesis se plantea:

- **Hipótesis (H1₁):** La adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 influye en la consistencia del concreto cemento-arena, elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97.
- **Hipótesis (H1₂):** La adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 influye en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena, elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97.
- **Hipótesis (H1₃):** La adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 influye en el módulo de ruptura del concreto cemento-arena, elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97.
- **Hipótesis (H1₄):** Existe una relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97 y adición de cantidad óptima de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48.

2.6. Variables

2.6.1. Identificación de variables

Variable independiente:

X: Adición en diferentes proporciones de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48.

2.6.2. Variable dependiente:

Y: Resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto cemento-arena, elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor 1.97.

2.7. Operacionalización de Variables e Indicadores

Tabla 7. Operacionalización de Variables e indicadores

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión operacional	Indicadores	Índices
X: Adición en diferentes proporciones de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48	Superplastifican te que, al hacer su adición al concreto, modifica sus componentes.	Investigación basada en la influencia de la adición de sika force 48 al concreto cemento-arena, de lquitos.	Estado fresco del concreto	- Relación a/c -Dosificación (ml/bolsa) - Consistencia Asentamiento -Peso unitario	Proporción A/C: 0.47, 0.52 y 0.58 0.20 kg/m3 0.35 kg/m3 0.50 kg/m3. Asentamiento [pulg] Kg/m3
Y: Resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto cemento-arena, elaborado con agregado fino marginal y adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48	Propiedades del concreto endurecido.	Medible mediante ensayos	Estado endurecido del concreto	- Resistencia a la compresión - Resistencia a la flexión (Módulo de ruptura)	F'c Concreto patrón <=245 kg/cm2

Fuente: Propia

Capítulo III: Metodología

3.1. Tipo y nivel de Investigación

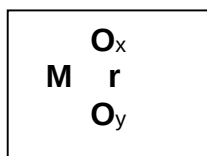
El estudio es de tipo cuantitativo.

Es de nivel descriptivo y explicativo.

3.2. Diseño de la Investigación

La investigación pertenece al diseño experimental.

Figura 1. Diseño de la Investigación



Donde:

M: Muestra que representa al universo de las propiedades del concreto cemento-arena y Sika Fiber Force 48.

O: Información relevante de interés recogidas de la muestra.

X: Adición en diferentes proporciones de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48.

Y: Consistencia, resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.97 y macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48.

Figura 2. Distribución Muestras

GE	C°	x	O₁
GC	C °		O₂

Donde:

C° : Concreto cemento-arena patrón de diseño $f'c \leq 280$ kg/cm²

X : Adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48

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

GC : Muestra patrón

Tabla 8. Esquema del diseño de investigación

Diseño con relación			Propiedades del concreto estado fresco	Consistencia
A/C 0.47, 0.52, 0.58 del Concreto patrón: Grupo de Control (GC)	Propiedades del concreto patrón (Sin macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48)			Peso unitario
			Propiedades del concreto estado endurecido	Resistencia a la compresión
				Resistencia a la flexión (Módulo de ruptura)
Diseño con relación A/C óptima + porcentajes de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48: Grupo experimental (GE)	Propiedades del concreto con relación A/C 0.47, 0.52, 0.58 + 3 dosificaciones diferentes de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48	0.20 kg/m3	Propiedades del concreto estado fresco.	Consistencia
		0.35 kg/m3		
		0.50 kg/m3		
		0.20 kg/m3	Propiedades del concreto estado endurecido.	Peso Unitario
		0.35 kg/m3		Resistencia a la compresión.
		0.50 kg/m3		Resistencia a la flexión (Módulo de ruptura).

Fuente: Propia

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población: Estuvo constituida por el universo de diseños de concreto cemento-arena de $f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$.

3.3.2. Muestra:

Estuvo delimitada por especímenes de concreto cemento – arena, obtenidos con relación agua / cemento (a/c) 0.47, 0.52, 0.58; usando:

- Cemento portland Tipo I y agua potable
- Arena con módulo de fineza = < 1.97
- Sika fiber force 48
-

Las muestras estuvieron conformadas de la siguiente manera:

MUESTRA PATRÓN:

Muestra patrón: $f'_c \geq 280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 9. Distribución Muestra Patrón

Muestra Patrón: Resistencia a la compresión (Probetas cilíndricas)				
Con	a/c	a/c	a/c	
macrofibra	0.47	0.52	0.58	
sintética Sika				Sin macrofibra sintética
Fiber Force -				Sika Fiber Force - 48
48	3	3	3	7
	3	3	3	28
Total,	3 testigos a moldear x 2 días a evaluar x 3 diseños de concreto =			
Probetas con	18 probetas			
macrofibra				
sintética Sika				
Fiber Force -				
48				

Fuente: Propia

Tabla 10. Distribución Muestra Patrón

Muestra Patrón: Módulo de ruptura

Dosificación	Unidades			Días de curado	Dosificación de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 [kg/m3]
Sin macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48	a/c	a/c	a/c		
	0.47	0.52	0.58		
	5	5	5	28 días	Sin macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48
Total, probetas sin macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48	5 testigos a moldear x 1 día a evaluar x 3 diseños de concreto = 15 probetas				

*Fuente: Propia***MUESTRA DE INVESTIGACIÓN:****Tabla 11.** Distribución Muestra Experimental

Muestra Experimental: Resistencia a la compresión (Probetas cilíndricas)

Dosificación	Unidades			Días de curado	Dosificación de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 [kg /m3 de concreto]		
Con macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48	a/c	a/c	a/c				
	0.47	0.52	0.58				
	3	3	3	7	Kg/m3 de concreto		
					0.20	0.35	0.50
	3	3	3	28	0.20	0.35	0.50
Total, Probetas con macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48	3 testigos a moldear x 2 días a evaluar x 3 diseños de concreto x 3 variaciones de dosificación de macro fibra sintética Sika Fiber = 54 probetas						

Fuente: Propia

Tabla 12. Distribución Muestra Experimental

Muestra Experimental: Modulo de ruptura (Vigas)							
Dosificación	Unidades			Días de curado	Dosificación de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 [kg/m3 de mezcla]		
Con macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48	a/c	a/c	a/c				
	0.47	0.52	0.58				
	5	5	5	28	0.20	0.35	0.50
Total, Probetas con macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48	5 testigos a moldear x 1 día a evaluar x 3 diseños de concreto x 3 variaciones de dosificación de plastificante = 45 probetas						

Fuente: Propia

3.4. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos

3.4.1. Técnicas:

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

- Observación de laboratorio
- Análisis de contenido

3.4.2. Instrumentos:

- Guías de observación
- Fichas de registro

3.4.3. Procedimiento de recolección de datos

La recolección de datos tuvo dos etapas:

Trabajo de gabinete: Elaboración del anteproyecto y elaboración de instrumentos como fichas de registro de datos.

Trabajo de Campo: Recolección de muestras de arena desde la cantera, ubicada en la Carretera Iquitos-Nauta, hasta el laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales - UCP.

Trabajo de gabinete o Laboratorio: Realización de los ensayos respectivos para la elaboración del concreto cemento -arena con y sin adición de Sika Fiber Force – 48, (diseños bajo los criterios propuestos por el ACI bajo la norma ACI 211).

Seguidamente tras la obtención de las muestras, se realizaron, los ensayos de asentamiento, peso volumétrico y contenido de aire, según criterios de la Norma ASTM (ASTM, 2002). Y, posteriormente se realizaron los ensayos para determinar la resistencia a la compresión a los 7 y 14 días de curado; y el ensayo a la flexión para el módulo de ruptura a la edad de 28 días.

Se calculó el factor K (relación entre la f'_c y el módulo de ruptura), para cada relación A/C, edad y dosificación de macrofibra Sika Fiber Force – 48.

Finalmente se presentó los cuadros de resultados; y, se redactó el informe final de tesis, que incluye conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

NORMAS USADAS:

Tabla 13. Ensayos de agregados y normativa aplicada

ENSAYO	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Muestreo de los agregados	NTP 400.010	ASTM C 702 ASTM D-75
Requisitos para clasificación de agregados		ASTM C-33
Límites de gradación del agregado fino	NTP 400.037	ASTM C-33

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

Fuente: Propia

ENSAYO DE PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Tabla 14. Propiedades del concreto en estado fresco y normativa aplicada

Ensayo	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Peso unitario	NTP 339.046	ASTM C-138

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

Fuente: Propia

ENSAYOS DE PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Tabla 15. Propiedades del concreto en estado endurecido y normativa aplicada

Ensayo	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Refrentado de testigos	NTP 339.037 (2008)	
Resistencia a la compresión	NTP 339.034 (2008)	ASTM C- 39
Módulo de ruptura	NTP 339.079 (2012)	ASTM C-78

Fuente: Propia

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de datos de la Información

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

Para el registro de las observaciones, se usó los formatos de laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales de la UCP.

Como procesadores de datos e información se usó:

- Word: Para elaboración de informe
- Excel: Para el procesamiento de datos y gráficos obtenidos de laboratorio

3.5.1. Técnicas de Procesamiento

El procesamiento de datos se realizó mediante tablas y gráficos.

3.5.2. Análisis de datos e información

Las variables de respuesta se evaluaron utilizando el paquete estadístico del EXCEL.

Para determinar el **módulo de ruptura del concreto hidráulico** la investigación también se centró en la identificación del valor “K” por medio de ensayos a la flexión de vigas, en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Tecnología de Materiales de la UCP. Se inició con el diseño de mezclas con una resistencia a la compresión especificada en un rango de 245 Kg/Cm² a 315 Kg/cm², (280kg/cm² en promedio), se realizaron pruebas a compresión y flexión a los 28 días.

Se consideró relaciones A/C de 0.47, 0.52 y 0.58 y 0.0 kg/m³, 0.20 kg/m³, 0.35 kg/m³, y 0.50 kg/m³ de Sika Fiber Force 48; evaluándose la relación existente entre estas dos propiedades del concreto endurecido a los 28 días.

Se caracterizó el agregado fino, determinándose un módulo de fineza de 1.97.

Capítulo IV: Resultados

Tabla 16. Análisis granulométrico por tamizado

Ensayo	% que pasa la malla N° 200	Módulo de fineza	Superficie específica	PUS	% Vacíos PUS	PUC	% Vacíos PUC	Peso específico -co	% de absorción
	Valor	Valor	Valor	valor	Valor	valor	Valor	Valor	Valor
1	3.36	1.97	53.00	1453		1615		2.597	0.58
2	3.31	1.96	52.39	1452		1616		2.594	0.57
3	3.25	1.98	52.56	1453		1619		2.705	0.51
Prom	3.31	1.97	52.65	1453	46.17	1617	39.92	2.632	0.55

Fuente: Propia

Tabla 17. Diseño Concreto Patrón diseño 210kg/cm²- A/C de 0.47, 0.52, 0.58.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO ARENA 210kg/cm ² - CONCRETO PATRÓN			
DOSIS	APU Tipo GU		
	Relación Agua/Cemento (A/C)		
	0.47	0.52	0.58
Cemento [kg/m³]	599.37	544.04	489.57
Cemento [bol/m³]	(14.1 bol)	(12.8 bol)	(11.52 bol)
Agregado fino [kg/m³]	1,211.51	1,267.33	1,321.45
Agua Efectiva [lts]	281.71	282.92	283.97
Contenido de Aire Atrapado [%]	6.40%	6.00%	5.65%

Fuente: Propia

Tabla 18. Diseño Concreto muestra experimental- 210kg/cm2 con A/C de 0.47, 0.52, 0.58.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO ARENA 210kg/cm2-MACROFIBRA SINTÉTICA SIKAFIBER FORCE- 48									
DOSIS	APU Tipo GU								
	Relación Agua/Cemento (A/C) - Macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48								
	0.47			0.52			0.58		
[kg/bolsa]	0.20	0.35	0.50	0.20	0.35	0.50	0.20	0.35	0.50
Cemento	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5
[kg/bol]									
Agregado fino	90.5	90.5	90.5	104.1	104.1	104.1	120.7	120.7	120.7
[kg/bol]									
Agua Efectiva	15.73	15.73	15.73	17.00	17.00	17.00	18.7	18.7	18.7
[lts/bol]									

Fuente: Propia

Tabla 19. Composición por m3 de concreto fresco corregido por aire atrapado - Macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO ARENA 210kg/cm2-MACROFIBRA SINTÉTICA SIKAFIBER FORCE- 48									
DOSIS De fibra	APU Tipo GU								
	Relación Agua/Cemento (A/C) - macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48								
	0.47			0.52			0.58		
[kg/m3]	0.20	0.35	0.50	0.20	0.35	0.50	0.20	0.35	0.50
Cemento	599.69	599.83	599.55	544.08	543.90	544.39	488.77	489.49	488.77
[kg/m3]									
Cemento	14.11	14.11	14.11	12.8	12.8	12.81	11.52	11.52	11.52
[bol/m3]									
Agregado fino	1212.17	1212.44	1211.87	1267.44	1267.01	1268.16	1321.99	1321.25	1321.99
[kg/m3]									
Agua	281.86	281.92	281.79	282.95	282.85	283.11	284.09	283.93	284.09
[lts]									

Contenido de Aire Atrapado	6.35%	6.33%	6.37%	5.99%	6.02%	5.94%	5.62%	5.67%	5.62%
-----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Propia

Propiedades del concreto en estado fresco

Tabla 20. Peso Unitario [kg/m³]

A/C	Peso Unitario [kg/m ³]			
	Concreto Patrón	Con macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48		
	0.00[kg/m ³]	0.20[kg/m ³]	0.35[kg/m ³]	0.50[kg/m ³]
0.47	2092.59	2093.72	2094.19	209.21
0.52	2094.29	2094.48	2093.77	2095.66
0.58	2094.99	2095.84	2095.67	2095.85

Fuente: Propia

Tabla 21. Asentamiento (slump) [pulgadas]

A/C	Asentamiento [pulgadas]			
	Concreto Patrón	Con macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48		
	0.00[kg/m ³]	0.20[kg/m ³]	0.35[kg/m ³]	0.50[kg/m ³]
0.47	5 ¾"	5¼"	4¾"	4⅞
0.52	5½"	4 ¾"	5¼"	5 ¾"
0.58	5"	4½"	4¾"	5¼"

Fuente: Propia

Tabla 22. Contenido de aire (Método gravimétrico) [%]

A/C	Contenido de aire [%]			
	Concreto Patrón	Con macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48		
	0.00[kg/m ³]	0.20[kg/m ³]	0.35[kg/m ³]	0.50[kg/m ³]
0.47	6.4	6.35	6.33	6.37
0.52	6	5.99	6.02	5.94
0.58	5.65	5.62	5.97	5.62

*Fuente: Propia***Tabla 23.** Temperatura [°C]

A/C	Contenido de aire [%]			
	Concreto Patrón	Con macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48		
	0.00 [kg/m ³]	0.20[kg/m ³]	0.35[kg/m ³]	0.50[kg/m ³]
0.47	30.6	30.3	28.5	30.9
0.52	29.8	28.6	29.8	30.3
0.58	31.2	30.6	30.6	30.1

Fuente: Propia

Propiedades del concreto en estado endurecido

Tabla 24. Resistencia a la compresión concreto cemento-arena

Relación A/C	Días de curado	Resistencia a la compresión Promedio [kg/cm2]			
		Sin fibra (concreto patrón)	Macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48		
			0.00 [kg/m3]	0.20 [kg/m3]	0.35 [kg/m3]
0.47	7	313	325	300	253
	28	338	349	319	283
0.52	7	250	232	237	234
	28	278	254	263	261
0.58	7	201	151	165	149
	28	233	200	207	195

Fuente: Propia

Tabla 25. Ensayo a la flexión de concreto sin y con adición de fibra

Relación A/C	Días de curado	Resistencia a la flexión Promedio [kg/cm ²]			
		Sin fibra (concreto patrón)	Con dosis de Sika Fiber Force - 48		
			0.20 [kg/m ³]	0.35 [kg/m ³]	0.50 [kg/m ³]
A/C = 0.47	28	45	46	46	49
A/C=0.52	28	39	40	43	42
A/C=0.58	28	34	36	38	36

Fuente: Propia

Tabla 26. Módulo de Ruptura – Resistencia a la compresión del concreto cemento-arena sin y con fibra Sika Fiber Force 48

Dosif. Sika Fiber Force 48 [Kg/m3]	1. Relación A/C mezcla de concreto Cemento-arena sin y con fibra					
	0.47		2. 0.52		3. 0.58	
	f' c	Módulo o ruptura	f' c	Módulo ruptura	f' c	Módulo ruptura
S/fibra	338	45	278	39	233	34
0.20	349	46	254	40	200	36
0.35	319	46	263	43	207	38
0.50	283	49	261	42	195	36

Fuente: Propia

Tabla 27. Factor K1 =Módulo de Ruptura (Resistencia a la compresión ^1):
Expresión Lineal

Relación A/C	Dosificación de fibra Sika Fiber Force - 48			
	0.00 [kg/cm2]	0.20 [kg/cm2]	0.35 [kg/cm2]	0.50 [kg/cm2]
	Factor K	Factor K	Factor K	Factor K
0.47	6.8627	5.7018	4.9836	4.0580
0.52	6.6667	5.3091	4.4746	3.8226
0.58	6.9189	5.2444	4.0755	3.3929
Promedio	6.8161	5.4184	4.5112	3.7578

Fuente: Propia

Tabla 28. Factor K =Módulo de Ruptura / (resistencia a la compresión $^{(1/2)}$): Expresión Potencial.

Relación A/C	Dosificación de fibra Sika Fiber Force - 48			
	0.00 [kg/cm2]	0.20 [kg/cm2]	0.35 [kg/cm2]	0.50 [kg/cm2]
	Factor K	Factor K	Factor K	Factor K
0.47	2.7261	3.1618	3.4986	4.1235
0.52	2.6833	3.2186	3.6312	4.0273
0.58	2.3125	2.9293	3.6062	4.0627
Promedio	2.5740	3.1032	3.5787	4.0712

Fuente: Propia

4.1. Discusión, conclusiones y recomendaciones

4.1.1. Discusión

En nuestra investigación se ha determinado que la dosificación de fibra Sika Fiber Force – 48 influye en la correlación entre el módulo de ruptura y la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena elaborado solamente con arena de módulo de fineza 1. 97, tanto en la relación lineal como potencial. En la revisión de la literatura no se ha encontrado investigaciones que hayan tratado esta influencia en concretos cemento-arena elaborado con arenas de módulo de fineza marginal.

El factor K promedio para las relaciones 0.47, 0.52 y 0.58 del concreto patrón es de 6.8161 y 5.4184, 4.5112 y 3.7578 para 0.20 kg/m³, 0.35 kg/m³ y 0.50kg/m³ de dosificación de fibra Sika Fiber Force 48, respectivamente, factores que configuran una expresión lineal. El factor K promedio para las relaciones 0.47, 0.52 y 0.58 del concreto patrón es de

2.5740 y 3.1032, 3.5787 y 4.0712 para 0.20 kg/m³, 0.35 kg/m³ y 0.50kg/m³ de dosificación de fibra Sika Fiber Force 48, respectivamente, factores que corresponden al coeficiente de una función potencial del MR. MR= factor de la correlación potencial, la misma que representa la más consistente con las investigaciones del caso y los valores de K muestran aproximación a los del rango determinado por AASHTO 93 y ACI 363.

En la presente investigación, para el concreto cemento-arena patrón elaborado con arena de módulo de fineza 1.97, el slump más alto encontrado fue de 5 3/4" para la relación A/C= 0.47; mientras que para Pando y Rodríguez (2024), utilizando arena de módulo de fineza 0.87, y para la relación A/C=0.58, el slump más alto fue de 4 1/2"; sin embargo, para Flores y Toribio (2023) que trabajaron con arena de módulo de fineza 1.18, el más alto le correspondió a la relación A/C=0.68 con un valor de 5 1/2". En nuestra investigación, el valor más alto de slump del concreto con fibras alcanzado fue para la relación A/C= 0.47 con un valor de 5 1/4" y para la dosificación de 0.20kg/m³ de fibra; mientras que para Pando y Rodríguez (2024), el valor más alto de slump del concreto con fibras alcanzado fue para la relación A/C= 0.58 con un valor de 7 1/4" y para la dosificación de 2kg/m³ de fibra; mientras que para Flores y Toribio (2023) fue para la relación A/c= 0.68 y con un 1.0Kg/m³ de dosificación de fibra, alcanzando un valor de 5 1/2". De acuerdo a las especificaciones del fabricante, la dosificación de fibra Sika Fiber Force – 48, está comprendida en el rango de 1.8 kg/m³ a 10 kg/m³, en cuyo caso bajaría considerablemente el slump y consiguientemente la consistencia.

Para la relación A/C=0.47 se encontró los mayores valores para la resistencia a la compresión del concreto patrón después de 28 días de curado ascendente a 349 kg/cm² y un módulo de ruptura de 45 kg/cm². Para Pando y Rodríguez (2024), los mayores valores para la resistencia a la compresión del concreto patrón ascendente a 303 kg/cm² y un módulo de ruptura de 34 kg/cm² y se logró para la relación A/C =0.58; sin embargo,

Flores y Toribio (2023) encontraron los mayores valores de resistencia a la compresión y módulo de ruptura en su concreto patrón para la relación $A/C=0.58$ con un valor de 350 kg/cm^2 y de 51 kg/cm^2 , respectivamente. Y para el concreto experimental nosotros hemos encontrado la mayor resistencia a la compresión para las misma relación $A/C=0.47$ con un valor de 349 kg/cm^2 para una dosificación de fibra de 0.20 kg/m^3 y de 49 kg/cm^2 para una dosificación de 0.50 kg/m^3 ; Pando y Rodríguez (2024), encontraron la mayor resistencia a la compresión para las misma relación $A/C=0.58$ con un valor de 315 kg/cm^2 para una dosificación de fibra de 2 kg/m^3 y de 39 kg/cm^2 para una dosificación de 3 kg/m^3 ; Sin embargo, para Flores y Toribio (2023), la resistencia a la compresión mayor fue de 350 kg/cm^2 , mientras el módulo de ruptura más alto se obtuvo para la relación $A/C=0.58$ y para la dosificación de 10.0 kg/m^3 de fibra alcanzando un valor de 69 kg/cm^2 .

Nuestros resultados sobre la resistencia a la compresión y módulo de ruptura han quedado contrastados con los hallazgos de otros investigadores del comportamiento del concreto cemento-arena con adición de fibras Sika Fiber Force – 48. Por nuestros resultados, la dosificación óptima de fibra corresponde a 0.20 kg/m^3 y a la relación $A/C=0.47$, toda vez que las dos resistencias se incrementan. Coincidimos, en la dirección de los hallazgos de Pando y Rodríguez (2024) y Flores y Toribio (2023), en el sentido de a mayor dosificación de adición de fibra Sika Fiber Force 48, el módulo de ruptura se incrementa, variando en relación directamente proporcional, en tanto la resistencia a la compresión disminuye; pero, a mayor relación A/C tanto el módulo de ruptura como la resistencia a la compresión disminuyen.

Para concreto hidráulico convencional elaborado con agregado grueso y fino, investigadores como López (2019), indicaron que la dosificación óptima estaría en el intervalo de 1.8 kg/m^3 a 4.5 kg/m^3 ; Vargas y Yataco (2020), señalaron que, la dosificación óptima es de 0.45 kg/m^3 y

que pasada esta dosificación óptima no se logra un mayor rendimiento en el módulo de ruptura; así como para (Champi y Espinoza (2017), existe un aumento significativo en el esfuerzo a la compresión del concreto con dosificación 0.60kg/m³, y que el módulo de ruptura se incrementa con dosificación de 0.90kg/m³. También, (Pino y Valencia, 2016), concluyeron que la dosificación de 0.30 kg/m³ de microfibra incrementa en un 11.15% la resistencia a la compresión y a la vez se logra subir el módulo de ruptura. Para el fabricante, la dosificación de fibra Sika Fiber Force – 48, está comprendida en el rango de 1.8 kg/m³ a 10 kg/m³

4.1.2. Conclusiones

A la luz de los resultados se concluye lo siguiente:

La adición de Sika Fiber Force – 48 si influye en la consistencia y en relación entre la resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza de 1.97.

La adición de Sika Fiber Force – 48 si influye en la consistencia del concreto cemento - arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza de 1.97.

La adición de Sika Fiber Force – 48 si influye en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza de 1.97.

La adición de Sika Fiber Force – 48 si influye en el módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza de 1.97.

La adición de Sika Fiber Force – 48 si influye en la relación entre la resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza de 1.97.

4.1.3. Recomendaciones

Se recomienda:

Estos factores “k” solo pueden ser utilizados y aplican únicamente a los materiales utilizados en esta investigación.

Continuar con la línea de investigación y realizar estudios relacionados al uso de fibra Sika Fiber Force - 48 en la elaboración de concreto cemento-arena, considerando relaciones A/C comprendidos en el intervalo de (0.47, 0.58) y dosificaciones de esta fibra en el cuarto central comprendidos entre 0.20kg/m³ y 0.5kg/m³; y para las mismas relaciones A/C, usar dosificaciones de fibra entre 0.5 kg/m³ y 1.0 kg/m³.

Referencias bibliográficas

1. ARI, I. Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland Tipo I. Lima: UNI. 2002.
2. ASTM C 702. Ensayos y trabajos de investigación. In : 2015.
3. ASTM C150. Especificación Normalizada para Cemento Portland| Designación C 150 07. 2007.
4. ASTM C33-03. Especificación Normalizada de Agregados para Concreto. In: Online.2015. [Accessed 3 July 2021]. Available from: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C33-03SP.htm>
5. BAQUERIZO, Luis G., MATSCHEI, Thomas, SCRIVENER, Karen L., SAEIDPOUR, Mahsa, THORELL, Alva and WADSÖ, Lars. Methods to determine hydration states of minerals and cement hydrates. Cement and Concrete Research. November 2014. Vol. 65, p. 85–95. DOI 10.1016/j.cemconres.2014.07.009.
6. CHILÓN QUISPE, Sander Neker. 2018. Influencia de la fibra (Sika R Fiber Force PP-48) en el comportamiento mecánico de un concreto autocompactante con $f'c=280$ kg/cm². Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil. 2018.
7. DARWIN, David, DOLAN, Charles William and NILSON, Arthur H. Design of concrete structures. . McGraw-Hill Education New York, NY, USA: 2016.
8. FIGUEROA - MORAN O. D.; MESA-ERAZO, D:E.; PAREJA - PEÑA, J:S.; VALENCIA - ENRIQUEZ, D. Influencia de la distribución de fibras sobre la resistencia a flexión del concreto autocompactante.
9. FLORES VELA, Patricia & TORIBIO TORRES Iván Gustavo. 2023.

10. GOMÁ, F. El cemento Portland y otros aglomerantes. . Reverte, 1979. ISBN 978-84-7146-192-6. Google-Books-ID: XDTMOK4Ggd0C
11. GUTIÉRREZ DE LÓPEZ, Libia. El concreto y otros materiales para la construcción. Online. Universidad Nacional de Colombia, 2003. ISBN 978-958-9322-82-6.
12. GUZMAN, Diego Sanchez de. TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO. Pontificia Universidad Javeriana, 2001. ISBN 978-958-9247-04-4.
13. HARMSSEN, Teodoro E. Diseño de estructuras de concreto armado. Fondo editorial PUCP, 2005. – 2021. Repositorio Institucional - UCV. 2021. [Accessed 9 October 2022].
14. Influencia de la macrofibra Sika Fiber Force - 48 en el módulo de ruptura del concreto cemento-arena, elaborado solamente con agregado fino, Iquitos - 2023. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Científica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil.
15. Influencia de la macrofibra sintética Sika Fiber Force 48 en la resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal, Iquitos-2024.
16. JAIMES ESTUPIÑAN, Diego Fernando, GARCÍA CABALLERO, Jhonatan Javier García and RONDÓN PEÑARANDA, Juan José. Importancia del concreto en el campo de la construcción. Formación Estratégica. 2020. Vol. 2, no. 1, p. 1–13.
17. JIMÉNEZ, P., GARCÍA, A. and MORÁN, F. Hormigón armado. Barcelona: Gustavo Gili. 2000.
18. KJELSEN, Knut O. and JUSTNES, Harald. Revisiting the microstructure of hydrated tricalcium silicate—a comparison to Portland cement. Cement and Concrete Composites. Online. November 2004. Vol. 26, no. 8, p. 947–956. DOI 10.1016/j.cemconcomp.2004.02.030.

19. KOSMATKA, Steven H., PANARESE, William C. and BRINGAS, Manuel Santiago. Diseño y control de mezclas de concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1992. p. 157–166.
20. LÓPEZ PATINIO, Henry Alirio. Evaluación del aporte de fibras sintéticas en el módulo de rotura del concreto. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Escuela de Posgrados. Grupo de Investigación y Desarrollo de Infraestructura Vial - GRIN FRAVIAL TUNJA. 2019
21. LOPEZ PÉREZ, Kevin Hierald. Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto incorporando el aditivo CHEMA plast para pavimento rígido en Villa el Salvador, Lima, 2019. 2020. Q.
22. MARMOL SALAZAR, Patricia Cristina. Hormigones con fibras de acero características mecánicas. Trabajo de Fin de Máster. Máster en Ingeniería de estructuras, Cimentaciones y materiales. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Departamento de Ingeniería Civil: Construcción. Madrid, 2010.
23. MARTÍNEZ JIMENEZ, J. LÓPEZ RÍOS, J., PORTELLA MONTARDO, Julio y RUIZ SIBAJA A. "La influencia de las fibras sintéticas en las propiedades de hormigones frescos". En. Revista ingeniería de construcción. Abril, 2005. Vol. 20, no1, p. 159 - 160.
24. MCCORMAC, Jack C. and BROWN, Russell. Diseño de concreto reforzado. Alfaomega Grupo Editor, 2011.
25. MEHTA, P. K. and MONTEIRO, Paulo J. M. Concrete: Structure, Properties, and Materials. Englewood Cliffs, N.J, 1992. ISBN 978-0-13-175621-2.
26. MENDOZA, A., MOLINA E. y MOYA V. Determinación de la correlación entre el módulo de elasticidad y el módulo de ruptura para pavimentos de concreto hidráulico con materiales en condiciones locales. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Ingeniería Civil. 2004.

27. NEVILLE, Adam M. and BROOKS, Jeffrey John. Concrete technology. . Longman Scientific & Technical England, 1987.
28. NILSON, Arthur H. and DARWIN, David. Diseño de estructuras de concreto. . McGraw-Hill Colombia, 1999.
29. NORMA E. 060. CONCRETO ARMADO. 2009. NORMA TÉCNICA EDIFICACIÓN.
30. NTP 400.010. GREGADOS. Extracción y preparación de las muestras. In : NORMA TÉCNICA PERUANA. 2016.
31. NTP 400.037. Agregados de Concreto. In: NORMA TÉCNICA PERUANA. Online. 2018. [Accessed 3 July 2021]. Available from: <https://es.scribd.com/doc/315424056/NTP-400-037-2002>
AGREGADOS-DE-CONCRETO
32. PANDO SINTI JOAQUIN & RODRÍGUEZ PEÑA SERGIO. 2024.
33. RABY SANDOVAL, Alán Michael. Caracterización de hormigón autocompactante reforzado con fibras sintéticas para uso estructural. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Ingeniería Civil. Santiago de Chile, 2016.
34. RIVVA LÓPEZ, Enrique. Diseño de mezclas. Lima. Perú. 2007.
35. RIVVA LÓPEZ, Enrique. Supervisión del concreto en obra. Fondo Editorial del Instituto de la Construcción y Gerencia. Perú, 2004.
36. SAMANIEGO ORELLANA, Luis Jesús Mijaíl. Influencia de la composición química de arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto. 2018.
37. SANJUÁN BARBUDO, Miguel Ángel and CHINCHÓN YEPES, Servando. Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland. Universidad de Alicante, 2014.

Anexos

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Título: “CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS - 2024”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Indices	Metodología
Problema General: ¿Cómo influye la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 en la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto cemento - arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5?	Objetivo General: Determinar la influencia de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 en la relación entre la resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto cemento - arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5.	H0: El uso de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 influye en la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto cemento - arena, elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5.	Variable independiente: X: Adición en diferentes proporciones de sika fiber force 48.	$f'c \leq 245 \text{ kg/cm}^2$ A/C: 0.47 0.52 0.58 Dosif. Fibra 0.20 kg/m3 0.35 kg/m3 0.50 kg/m3	$f'c \leq 245 \text{ kg/cm}^2$ $MR \leq 80 \text{ kg/cm}^2$	El presente proyecto de investigación es de tipo cuantitativa. Nivel: Descriptivo y explicativo. Diseño Cuasiexperimental
Problemas Específicos: 1. ¿Cómo influye la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 en la consistencia del concreto cemento - arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5? 2. ¿Cómo es la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 en la resistencia a la compresión del concreto	Objetivos Específicos: 1. Determinar la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 en la consistencia del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5. 2. Determinar la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 en la resistencia a la compresión del concreto	Hipótesis específicas: 1. Hipótesis (H11): La adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 influye en la consistencia del concreto cemento-arena, elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5. 2. Hipótesis (H12): La adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 influye en la	Variable dependiente: Y: Relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto “cemento-arena”, elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5.	$f'c$ MR	Diseño: El diagrama muestra un sistema de coordenadas cartesianas tridimensional. Los ejes están etiquetados como O_x, O_y y O_z. Un punto M está ubicado en el espacio, representado por un pequeño círculo con una 'x' en su interior. Las flechas de los ejes indican la dirección positiva de cada eje.	Trabajo de Gabinete Trabajo de Campo. Trabajo de Gabinete

Título: “CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS - 2024”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Indices	Metodología
cemento - arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5? 3. ¿Cómo es la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 en el módulo de ruptura del concreto cemento - arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5? 4. ¿En qué medida influye la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 en la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto cemento - arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5 ?	cemento - arena elaborado con agregado fino marginal 3. Determinar la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 en el módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5. 4. Determinar la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 en la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5.	resistencia a la compresión del concreto cemento - arena, elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5. 3. Hipótesis (H13): La adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48 influye en el módulo de ruptura del concreto cemento - arena, elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5 4. Hipótesis (H14): Existe una relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza igual o menor de 1.5 y la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force - 48.				

Anexo 2. Ficha técnica cemento



Ficha Técnica

CEMENTO APU

Descripción:

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

Beneficios:

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

Usos:

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

Características Técnicas:

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

Formato de Distribución:

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



Recomendaciones

Dosificación:

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

Manipulación:

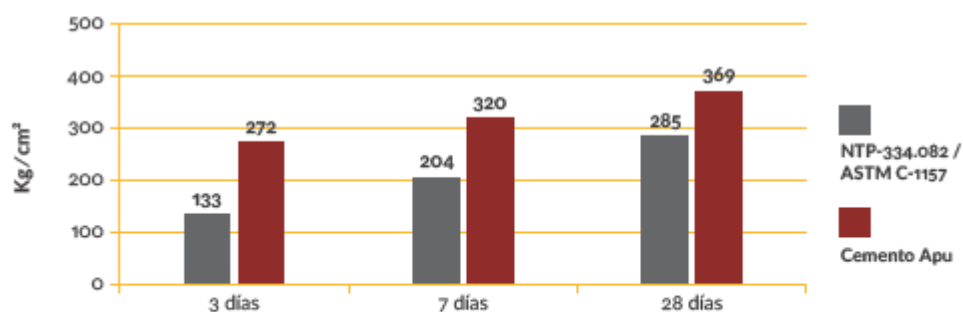
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

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

Requisitos mecánicos

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



Propiedades físicas y químicas

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

*Requisito opcional



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaFiber® Force-48

MACROFIBRA SINTÉTICA PARA CONCRETO ESTRUCTURAL Y PROYECTADO.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFiber® Force-48 es una macrofibra sintética de uso estructural para concreto proyectado y concreto convencional.

USOS

SikaFiber® Force-48 es un producto especialmente recomendado para:

Concreto proyectado (shotcrete):

- Estabilización en excavaciones de túnel y minería.
- Estabilización de taludes y terrenos.
- Sustitución de malla de acero en aplicaciones de concreto proyectado.

Concreto de obra y Prefabricados:

- Concreto para losas y pavimentos industriales.
- Cimentaciones con concreto reforzado con fibra.
- Elementos prefabricados de concreto.
- Aplicaciones en concreto que requieren alta resistencia a la abrasión.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

SikaFiber® Force-48 aporta las siguientes ventajas en las características del concreto endurecido:

- Mejora resistencias del concreto endurecido, en especial la residual.
- Alto rango de absorción de energía para shotcrete.
- Capacidad de puenteo de fisuras, especialmente en grandes aberturas.
- Superficies sin óxido.

CERTIFICADOS / NORMAS

EN 14889-2 Fibras Poliméricas para Concreto. Cumple con la norma ASTM-C116 de Especificación estándar para concreto reforzado con fibras.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Declaración de Producto	EN 14889-2: Clase II: Macro fibras
Base Química	Polipropileno
Empaques	SikaFiber® Force-48 está disponible en bolsas hidrosolubles envueltas en forma de rollos pequeños con plástico hidrosoluble en presentación de 5 kg y 500 kg.
Vida Útil	24 meses luego de la fecha de producción. Tener en cuenta que el empaque es hidrosoluble.
Condiciones de Almacenamiento	Almacenar a temperaturas que aseguren un rango entre 5°C y 30°C. Proteger de la luz solar directa, las heladas, el agua y la contaminación.
Apariencia / Color	Fibras blancas, rectas y con relieve.

Hoja De Datos Del Producto
SikaFiber® Force-48
Enero 2025, Versión 03.03
021408021000000097

Dimensiones	Diametro	~0,84 mm
	Longitud	~48 mm
	Ancho medio	~1,37 mm
	Espesor medio	~0,34 mm
Densidad	0,90 ± 0,01 kg/l	
Punto de Fusión	~164 °C	

INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Tensión	~465 N/mm ² (MPa)	(EN 14889-2)
Módulo de Elasticidad	~7,5 kN/mm ² (GPa)	(EN 14889-2)
Absorción de Agua	No absorbe.	

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada	3 -10 kg/m ³	
Compatibilidad	Compatible con otros productos Sika®.	

NOTAS

Todos los datos técnicos del producto indicados en esta hoja de datos se basan en pruebas de laboratorio. Los datos medidos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.

LIMITACIONES

Para unos buenos resultados se recomienda el uso de un concreto de calidad.

- Las fibras no mejoran la calidad de un concreto pobre. SikaFiber® Force-48 es compatible con otros aditivos de Sika. Siempre se debe consultar con un ingeniero experto en fibras para el cambio de la armadura de acero por fibras.
- Para más información, póngase en contacto con el Departamento Técnico.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

DOSIFICACIÓN

SikaFiber® Force-48 se dosifica con los áridos secos cuidando de que se distribuyan uniformemente por toda la mezcla. Las fibras se pueden añadir una vez ya añadidos todos los componentes de la mezcla, aunque puede ser necesario prolongar el tiempo de mezclado para garantizar una distribución uniforme de las fibras.

Sika Perú
Habilitación Industrial
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6
Lurin, Lima
Tel. (511) 618-6060

Como guía, aumentar la mezcla al menos 1 min por m³ de concreto. No añadir las fibras directamente en el agua de amasado.

RESTRICCIONES LOCALES

Por favor, observe que como resultado de regulaciones locales específicas el funcionamiento de este producto puede variar de un país a otro. Por favor, consultar la hoja de datos local del producto para la descripción exacta de los campos de aplicación.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

SikaFiberForce-48-es-PE-(01-2025)-3-3.pdf

Hoja De Datos Del Producto
SikaFiber® Force-48
Enero 2025, Versión 03.03
021408021000000097



Anexo 3. Resultados de ensayos de laboratorio

Tabla 29. Caracterización del agregado fino

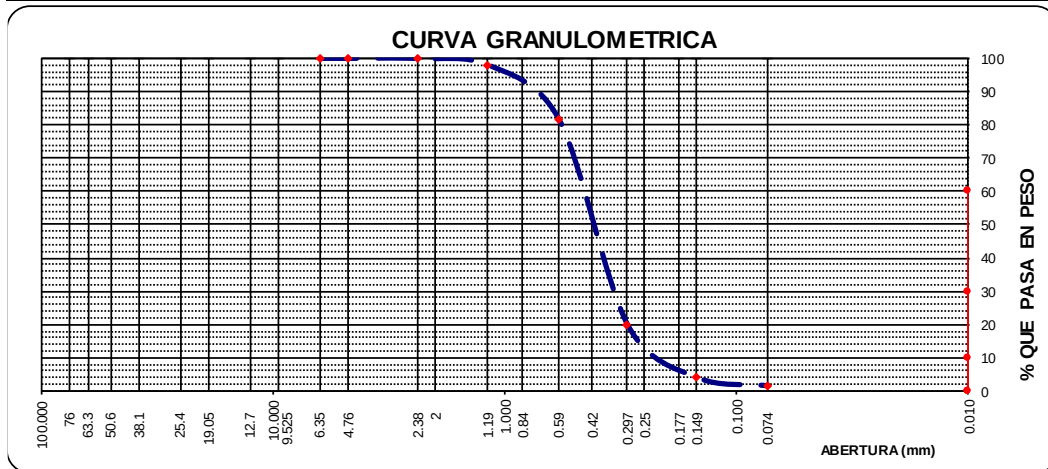
Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. D

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

DATOS DE CAMPO

Cantera : Brunner.
Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 30+500

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		%Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					Clas. SUCS : SP Clas. AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					Peso de Muestra en Gr. Muestra Seca : 302.65 Muestra Lavada: 297.84
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					MF : 1.97 Superficie específica: 53.00
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.22	0.07	0.07	99.93	
N°16	1.190	5.86	1.94	2.01	97.99	
N°30	0.590	49.37	16.31	18.32	81.68	
N°50	0.297	187.42	61.93	80.25	19.75	
N°100	0.149	47.45	15.68	95.93	4.07	
N°200	0.074	7.52	2.48	98.41	1.59	
Pasa N°200		4.81	1.59			



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

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

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color blanca, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 1.59 %.
El módulo de fineza del agregado es 1.97.

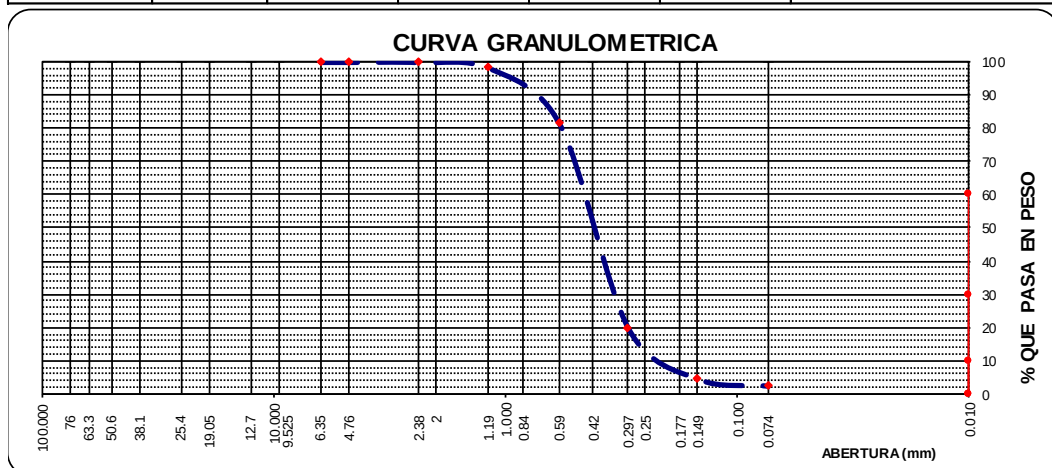
Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. D

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

DATOS DE CAMPO

Cantera : Brunner.
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 30+500

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		%Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					Clas. SUCS : SP Clas. AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					Peso de Muestra en Gr. Muestra Seca : 305.36 Muestra Lavada : 297.60
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					MF : 1.96 Superficie específica: 52.39
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.19	0.06	0.06	99.94	
N°16	1.190	5.36	1.76	1.82	98.18	
N°30	0.590	51.24	16.78	18.60	81.40	
N°50	0.297	188.21	61.64	80.23	19.77	
N°100	0.149	46.25	15.15	95.38	4.62	
N°200	0.074	6.35	2.08	97.46	2.54	
Pasa N°200		7.76	2.54			



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

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

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color blanca, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 2.54 %.
 El módulo de fineza del agregado es 1.96.

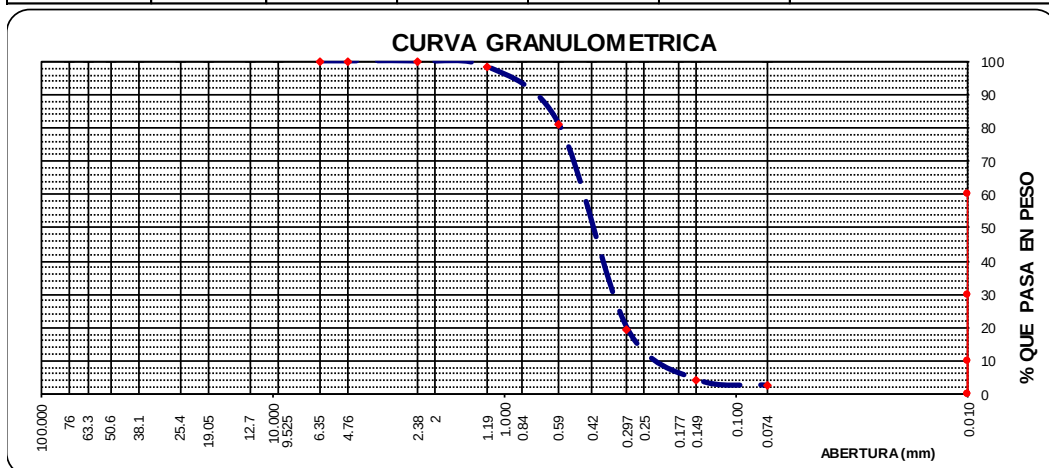
Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. D

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

DATOS DE CAMPO

Cantera : Brunner.
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 30+500

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		%Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					Clas. SUCS : SP Clas. AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					Peso de Muestra en Gr. Muestra Seca : 306.32 Muestra Lavada: 299.09
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	MF : 1.98 Superficie específica: 52.56
N°08	2.380	0.28	0.09	0.09	99.91	
N°16	1.190	5.36	1.75	1.84	98.16	
N°30	0.590	52.36	17.09	18.93	81.07	
N°50	0.297	189.41	61.83	80.77	19.23	
N°100	0.149	46.36	15.13	95.90	4.10	
N°200	0.074	5.32	1.74	97.64	2.36	
Pasa N°200		7.23	2.36			



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

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

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color blanca, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 2.36 %.
 El módulo de fineza del agregado es 1.98.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO ASTM C - 29

DATOS DE CAMPO

Cantera : Brunner.
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 30+500

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7019	7017	7021
PESO DE MOLDE (gr.)	2912	2912	2912
PESO DE MUESTRA	4107	4105	4109
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.453	1.452	1.453
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,453		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	46.17%		

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

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

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1453 Kg/m3.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO ASTM C - 29

DATOS DE CAMPO

Cantera : Brunner.
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 30+500

Nº DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7478	7481	7488
PESO DE MOLDE (gr.)	2912	2912	2912
PESO DE MUESTRA	4566	4569	4576
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.615	1.616	1.619
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,617		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	39.92%		

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

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

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1617 Kg/

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. D

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO ASTM C - 128

DATOS DE CAMPO

Cantera : Brunner.
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 30+500

Agregado Fino

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	236.65	226.84	260.55	
B	Peso Frasco + H ₂ O	707.46	676.32	719.23	
C	Peso Frasco + H ₂ O + A = (A+B)	944.11	903.16	979.78	
D	Peso de Mat. + H ₂ O en el Frasco	853.52	816.21	883.95	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacio = (C-D)	90.59	86.95	95.83	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	235.29	225.55	259.23	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	89.23	85.66	94.51	
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.597	2.594	2.705	2.632
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.612	2.609	2.719	2.647
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.637	2.633	2.743	2.671
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.58	0.57	0.51	0.55

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

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

RESULTADOS : El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.632 gr/cc.
El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.55%.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. D

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)	462.35	464.38	451.39
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	449.35	451.32	439.36
PESO DE TARA (gr)	75.36	70.28	81.36
% QUE PASA LA MALLA N°200	3.36	3.31	3.25
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	3.31		

- 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 blanca, trasladada al laboratorio por los bachilleres.
- RESULTADOS :** El promedio del porcentaje que pasa la malla N°200 del agregado fino es 3.31 %.

DISEÑO APU Tipo GU_SF_0.47

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	0.55 %
Peso Unitario Suelto	1,453 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1,617 Kg/m ³
Modulo de Fineza	1.97
Humedad para Diseño	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m ³				
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.47					
Factor Cemento	$C=A/Rac$	275.00	/	0.47	=	585.1 = 13.77 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%				

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	585.1	/	3030	=	0.193 m ³
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						<u>0.553 m³</u>

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.553	=	0.447 m ³
Peso del Agregado Fino	0.447	x	2632	=	1176.2 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	585.1 Kg/m ³
Agua	:	275.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1176.2 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1176.20	x	1.0573	=	1243.60 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1176.20	x	0.0518	=	60.93 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	60.93	=	214.1 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	585.1 Kg/m ³
Agua	:	214.1 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1243.6 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	585.10	/	585.10	=	1.00
Agregado Fino	:	1243.6	/	585.10	=	2.13
Agua	:	0.37	x	42.50	=	15.73

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C		AF		Agua	Lts/m ³
		1	:	2.13	:	15.73	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1536.26 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C		AF		Agua	Lts/m ³
		1	:	2.06	:	15.73	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	90.5 Kg
Agua Efectiva	:	15.73 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.47 Macrofibra: ---
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	585.10 kg	0.19310 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1182.67 kg	0.44562 m3
AGUA	275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2042.77 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2042.77 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2235.66 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18143	18149	18155
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14797	14803	14809
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.092	2.093	2.093
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09259		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2092.59		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2042.77 \text{ kg.}}{2092.59 \text{ kg/m}^3} = 0.976192 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.976192 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.976$$

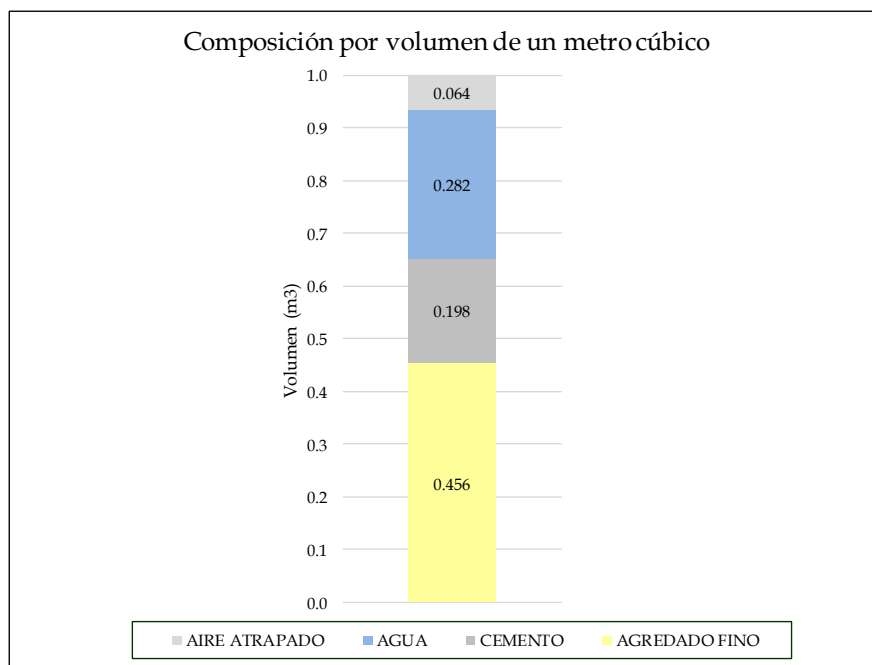
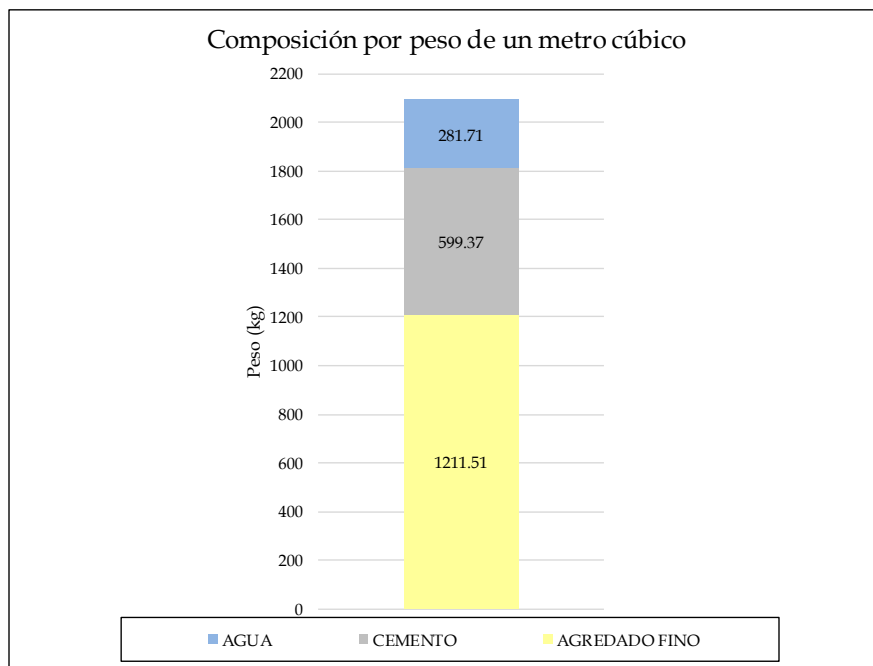
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{585.1 \text{ m}^3}{0.976192 \text{ m}^3} = 599.37 \text{ kg/m}^3 = 14.1 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 6.40 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 5 3/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 30.6 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	599.37 kg	0.198 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1211.51 kg	0.456 m3
AGUA	281.71 lts.	0.282 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.064 m3
TOTAL	2092.59 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



DISEÑO APU Tipo GU_SF_0.52

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	0.55 %
Peso Unitario Suelto	1,453 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,617 Kg/m ³
Modulo de Fineza	1.97
Humedad para Diseño	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m ³					
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.52						
Factor Cemento	C=A/Rac	275.00	/	0.52	=	528.8	= 12.44 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%					

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	528.8	/	3030	=	0.175 m ³
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						<u>0.535 m³</u>

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.535	=	0.465 m ³
Peso del Agregado Fino	0.465	x	2632	=	1225.1 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	528.8 Kg/m ³
Agua	:	275.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1225.1 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1225.10	x	1.0573	=	1295.30 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1225.10	x	0.0518	=	63.46 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	63.46	=	211.5 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	528.8 Kg/m3
Agua	:	211.5 Lts/m3
Agregado Fino	:	1295.3 Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	528.80	/	528.80	=	1.00
Agregado Fino	:	1295.3	/	528.80	=	2.45
Agua	:	0.40	x	42.50	=	17.00

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C		AF		Agua	Lts/m3
		1	:	2.45	:	17.00	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1536.26 Kg/m3
-------------------------------------	---	---------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C		AF		Agua	Lts/m3
		1	:	2.37	:	17.00	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	104.1 Kg
Agua Efectiva	:	17.00 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.52 Macrofibra: ---
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	528.80 kg	0.17452 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1231.84 kg	0.46414 m3
AGUA	275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2035.64 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2035.64 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2227.99 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18166	18154	18163
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14820	14808	14817
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.095	2.093	2.095
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09429		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2094.29		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2035.64 \text{ kg.}}{2094.29 \text{ kg/m}^3} = 0.971995 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.971995 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.972$$

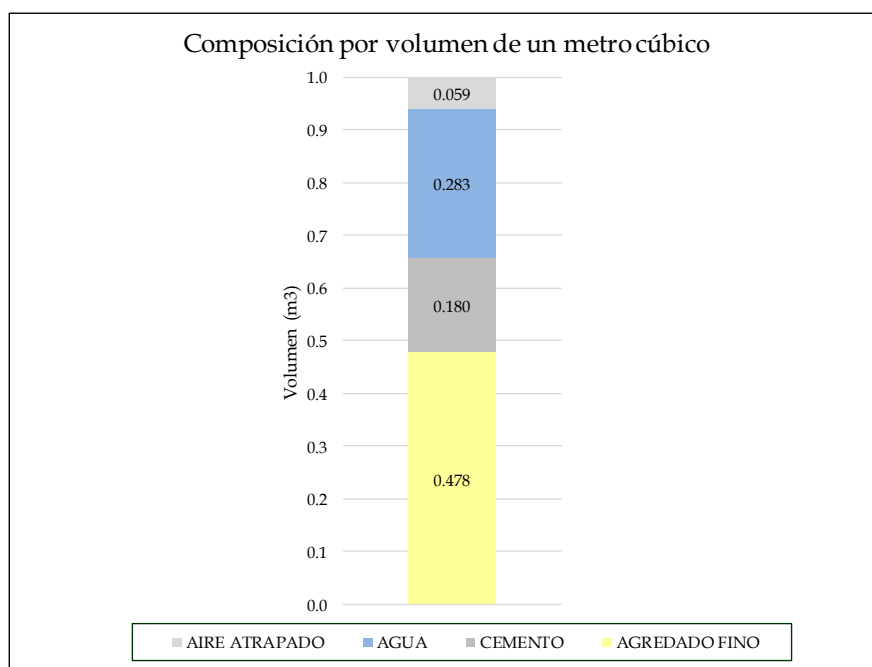
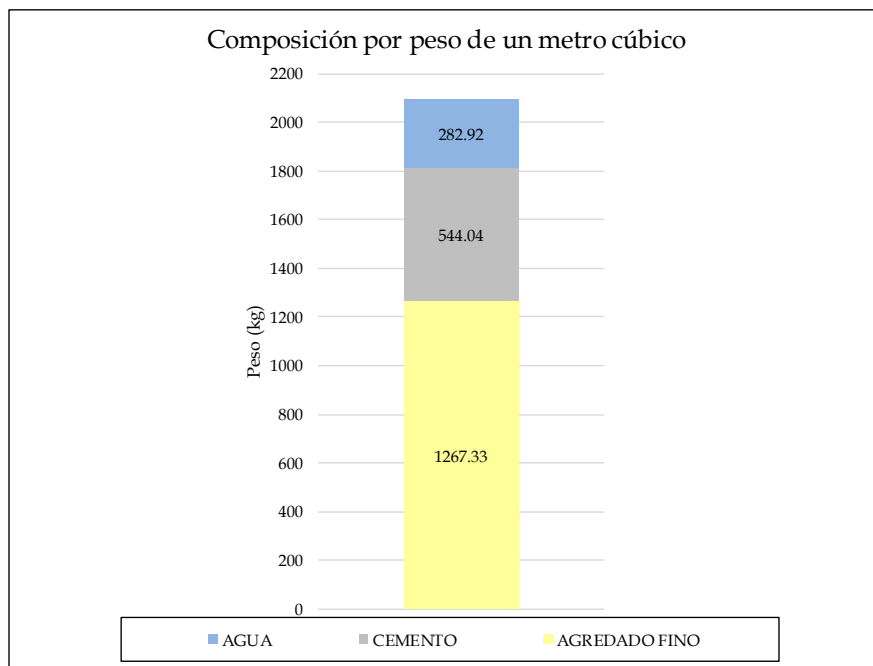
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{528.8 \text{ m}^3}{0.971995 \text{ m}^3} = 544.04 \text{ kg/m}^3 = 12.8 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 6.00 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 5 1/2"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 29.8 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	544.04 kg	0.180 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1267.33 kg	0.478 m3
AGUA	282.92 lts.	0.283 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.059 m3
TOTAL	2094.29 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	0.55 %
Peso Unitario Suelto	1,453 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,617 Kg/m ³
Modulo de Fineza	1.97
Humedad para Diseño	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m ³					
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.58						
Factor Cemento	C=A/Rac	275.00	/	0.58	=	474.1	= 11.16 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%					

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	474.1	/	3030	=	0.156 m ³
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						<u>0.516 m³</u>

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.516	=	0.484 m ³
Peso del Agregado Fino	0.484	x	2632	=	1272.7 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	474.1 Kg/m ³
Agua	:	275.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1272.7 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1272.70	x	1.0573	=	1345.63 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1272.70	x	0.0518	=	65.93 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	65.93	=	209.1 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024 Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.
---	---

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	474.1 Kg/m ³
Agua	:	209.1 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1345.6 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	474.10	/	474.10	=	1.00
Agregado Fino	:	1345.63	/	474.10	=	2.84
Agua	:	0.44	x	42.50	=	18.70

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C	:	AF	:	Agua	Lts/m3
		1		2.84		18.70	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	1536.26 Kg/m ³
-------------------------------------	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN :	<table><tr><td>C</td><td></td><td>AF</td><td></td><td>Agua</td></tr><tr><td>1</td><td>:</td><td>2.75</td><td>:</td><td>18.70</td></tr></table>	C		AF		Agua	1	:	2.75	:	18.70	Lts/m ³
C		AF		Agua								
1	:	2.75	:	18.70								

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	42.5 Kg
Agregado Fino	120.7 Kg
Agua Efectiva	18.70 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.58 Macrofibra: ---
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	474.10 kg	0.15647 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1279.70 kg	0.48218 m3
AGUA	275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2028.80 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2028.80 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2220.55 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18171	18164	18163
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14825	14818	14817
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.096	2.095	2.095
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09499		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2094.99		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2028.8 \text{ kg.}}{2094.993333 \text{ kg/m}^3} = 0.968404 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.968404 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.968$$

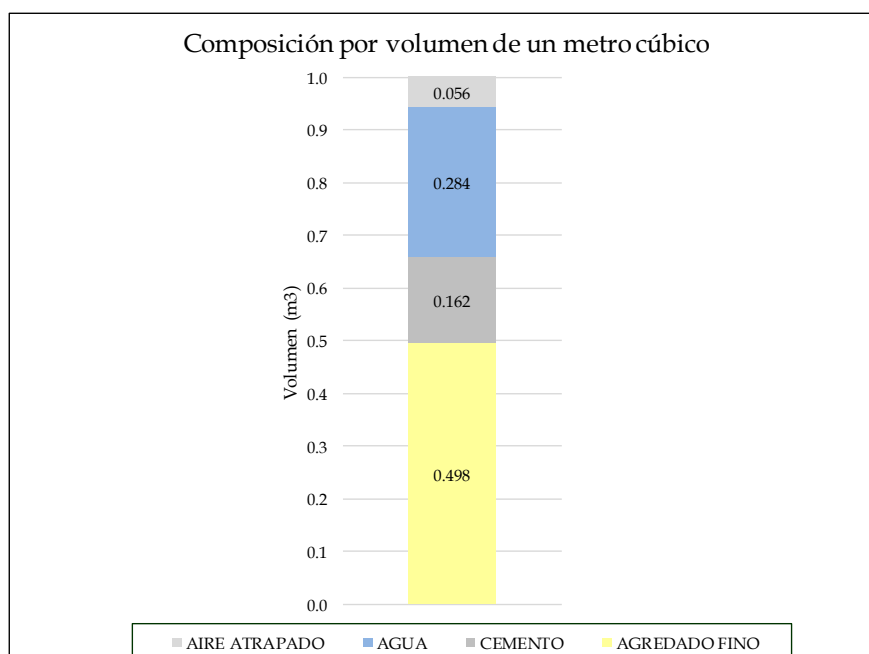
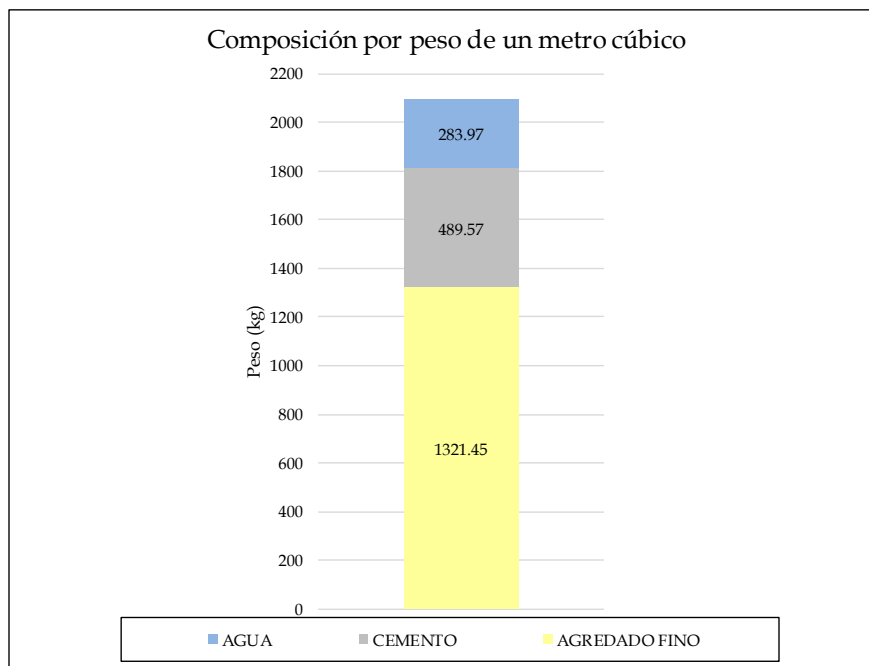
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{474.1 \text{ m}^3}{0.968404 \text{ m}^3} = 489.57 \text{ kg/m}^3 = 11.52 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 5.65 % Método gravimétrico
 ASEMANTAMIENTO (SLUMP) 5"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 31.2 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	489.57 kg	0.162 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1321.45 kg	0.498 m3
AGUA	283.97 lts.	0.284 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.056 m3
TOTAL	2094.99 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



DISEÑO APU Tipo GU_Fibra_0.47-0.20

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Aesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	0.55 %
Peso Unitario Suelto	1,453 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,617 Kg/m ³
Modulo de Fineza	1.97
Humedad para Diseño	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m ³					
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.47						
Factor Cemento	C=A/Rac	275.00	/	0.47	=	585.1	= 13.77 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%					

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	585.1	/	3030	=	0.193 m ³
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						0.553 m ³

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.553	=	0.447 m ³
Peso del Agregado Fino	0.447	x	2632	=	1176.2 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	585.1 Kg/m ³
Agua	:	275.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1176.2 Kg/m ³
SikaFiber Force - 48	:	0.20 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1176.20	x	1.0573	=	1243.60 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1176.20	x	0.0518	=	60.93 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	60.93	=	214.1 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	585.1 Kg/m3
Agua	:	214.1 Lts/m3
Agregado Fino	:	1243.6 Kg/m3
SikaFiber Force - 48	:	0.20 Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	585.10	/	585.10	=	1.00
Agregado Fino	:	1243.6	/	585.10	=	2.13
Agua	:	0.37	x	42.50	=	15.73

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C		AF		Agua	Lts/m3
		1	:	2.13	:	15.73	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1536.26 Kg/m3
-------------------------------------	---	---------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C		AF		Agua	Lts/m3
		1	:	2.06	:	15.73	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	90.5 Kg
Agua Efectiva	:	15.73 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.47 SikaFiber Force - 48 0.20 Kg/m3
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	585.10 kg	0.19310 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1182.67 kg	0.44562 m3
AGUA	275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2042.77 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2042.77 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2235.66 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18155	18154	18162
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14809	14808	14816
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.093	2.093	2.094
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09372		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2093.72		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2042.77 \text{ kg.}}{2093.723333 \text{ kg/m}^3} = 0.975664 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.975664 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.976$$

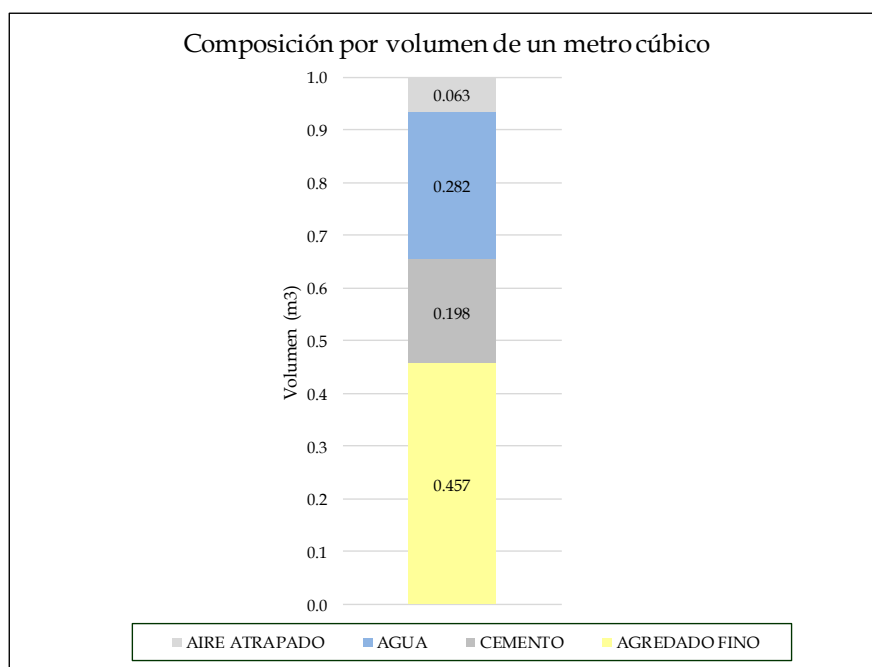
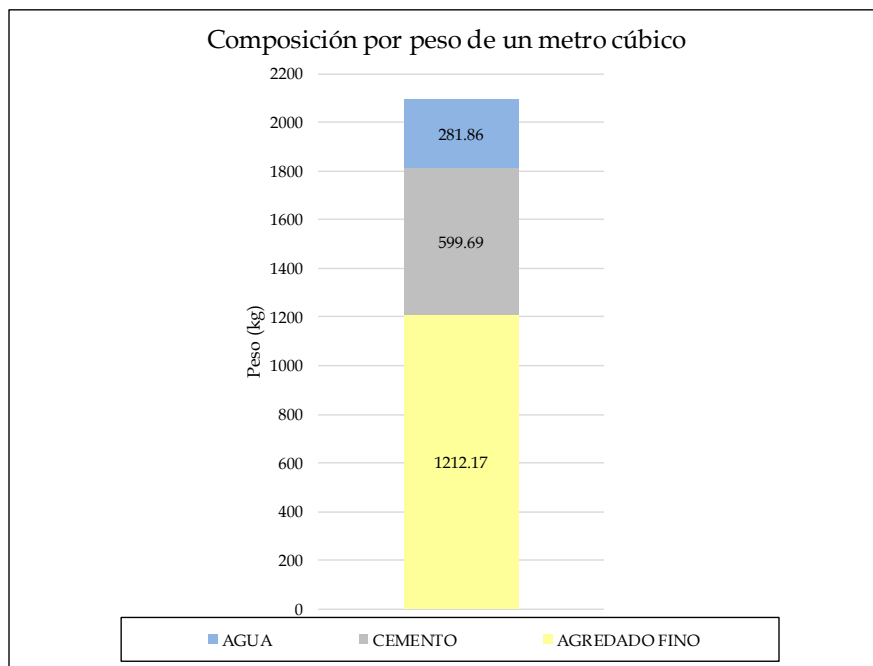
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{585.1 \text{ m}^3}{0.975664 \text{ m}^3} = 599.69 \text{ kg/m}^3 = 14.11 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 6.35 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 5 1/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 30.3 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	599.69 kg	0.198 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1212.17 kg	0.457 m3
AGUA	281.86 lts.	0.282 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.063 m3
TOTAL	2093.72 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



DISEÑO APU Tipo GU_Fibra_0.47-0.35

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	0.55 %
Peso Unitario Suelto	1,453 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,617 Kg/m ³
Modulo de Fineza	1.97
Humedad para Diseño	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m ³				
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.47					
Factor Cemento	C=A/Rac	275.00	/	0.47	=	585.1
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%				
						= 13.77 Bls./m ³

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	585.1	/	3030	=	0.193 m ³
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						<u>0.553 m³</u>

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.553	=	0.447 m ³
Peso del Agregado Fino	0.447	x	2632	=	1176.2 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	585.1 Kg/m ³
Agua	:	275.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1176.2 Kg/m ³
SikaFiber Force - 48	:	0.35 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1176.20	x	1.0573	=	1243.60 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1176.20	x	0.0518	=	60.93 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	60.93	=	214.1 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	585.1 Kg/m3
Agua	:	214.1 Lts/m3
Agregado Fino	:	1243.6 Kg/m3
SikaFiber Force - 48	:	0.35 Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	585.10	/	585.10	=	1.00
Agregado Fino	:	1243.6	/	585.10	=	2.13
Agua	:	0.37	x	42.50	=	15.73

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C		AF		Agua	Lts/m3
		1	:	2.13	:	15.73	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1536.26 Kg/m3
-------------------------------------	---	---------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C		AF		Agua	Lts/m3
		1	:	2.06	:	15.73	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	90.5 Kg
Agua Efectiva	:	15.73 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.47 SikaFiber Force - 48 0.35 Kg/m3
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	585.10 kg	0.19310 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1182.67 kg	0.44562 m3
AGUA	275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2042.77 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2042.77 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2235.66 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18162	18154	18165
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14816	14808	14819
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.094	2.093	2.095
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09419		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2094.19		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2042.77 \text{ kg.}}{2094.193333 \text{ kg/m}^3} = 0.975445 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.975445 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.975$$

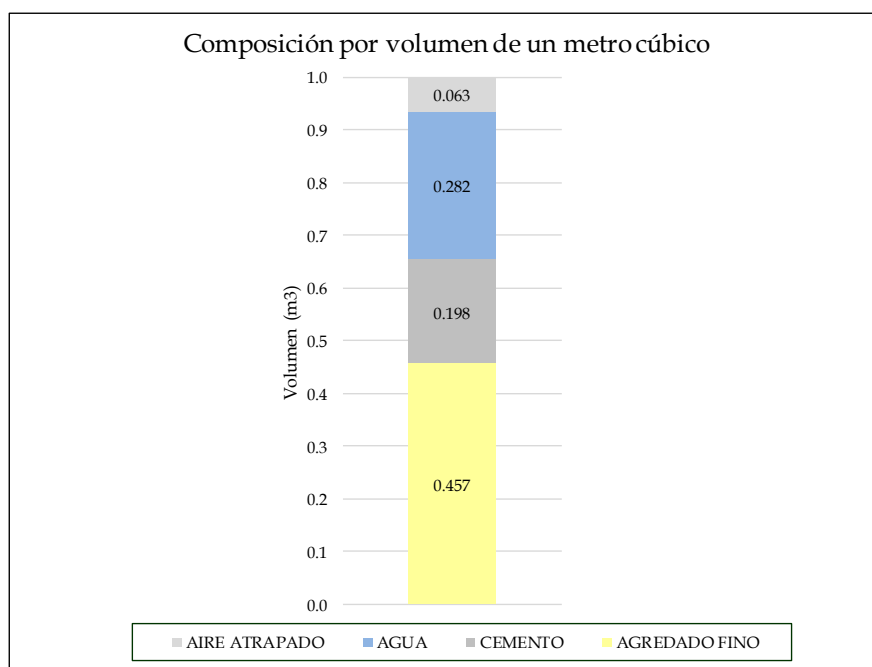
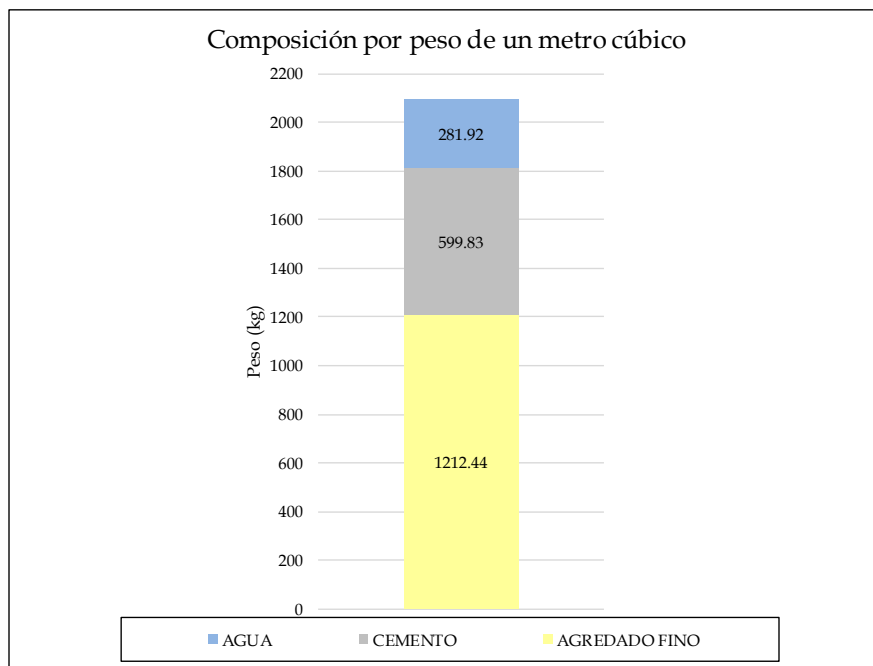
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{585.1 \text{ m}^3}{0.975445 \text{ m}^3} = 599.83 \text{ kg/m}^3 = 14.11 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 6.33 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 4 3/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 28.5 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	599.83 kg	0.198 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1212.44 kg	0.457 m3
AGUA	281.92 lts.	0.282 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.063 m3
TOTAL	2094.19 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



DISEÑO APU Tipo GU_Fibra_0.47-0.50

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	0.55 %
Peso Unitario Suelto	1,453 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	: 1,617 Kg/m3
Modulo de Fineza	1.97
Humedad para Diseño	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m3				
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.47					
Factor Cemento	$C=A/Rac$	275.00	/	0.47	=	585.1 = 13.77 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%				

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	585.1	/	3030	=	0.193 m3
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m3
						0.553 m3

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.553	=	0.447 m3
Peso del Agregado Fino	0.447	x	2632	=	1176.2 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	585.1 Kg/m3
Agua	:	275.0 Lts/m3
Agregado Fino	:	1176.2 Kg/m3
SikaFiber Force - 48	:	0.50 Kg/m3

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1176.20	x	1.0573	=	1243.60 Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1176.20	x	0.0518	=	60.93 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	60.93	=	214.1 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	585.1 Kg/m3
Agua	:	214.1 Lts/m3
Agregado Fino	:	1243.6 Kg/m3
SikaFiber Force - 48	:	0.50 Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	585.10	/	585.10	=	1.00
Agregado Fino	:	1243.6	/	585.10	=	2.13
Agua	:	0.37	x	42.50	=	15.73

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C		AF		Agua	Lts/m3
		1	:	2.13	:	15.73	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1536.26 Kg/m3
-------------------------------------	---	---------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C		AF		Agua	Lts/m3
		1	:	2.06	:	15.73	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	90.5 Kg
Agua Efectiva	:	15.73 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.47 SikaFiber Force - 48 0.50 Kg/m3
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 585.10 kg	0.19310 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1182.67 kg	0.44562 m3
AGUA	: 275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2042.77 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2042.77 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2235.66 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18145	18154	18161
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14799	14808	14815
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.092	2.093	2.094
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09321		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2093.21		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2042.77 \text{ kg.}}{2093.206667 \text{ kg/m}^3} = 0.975905 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.975905 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.976$$

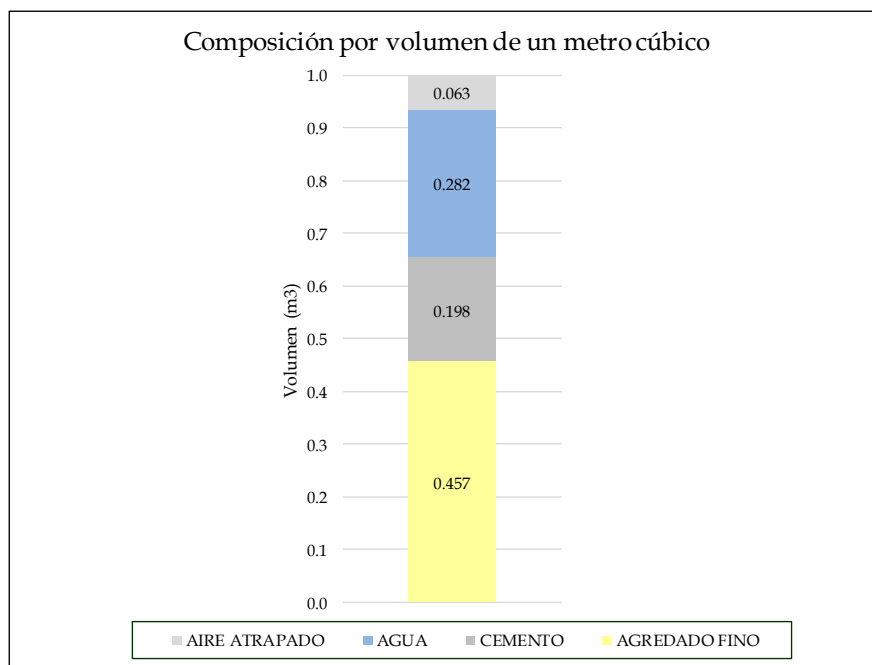
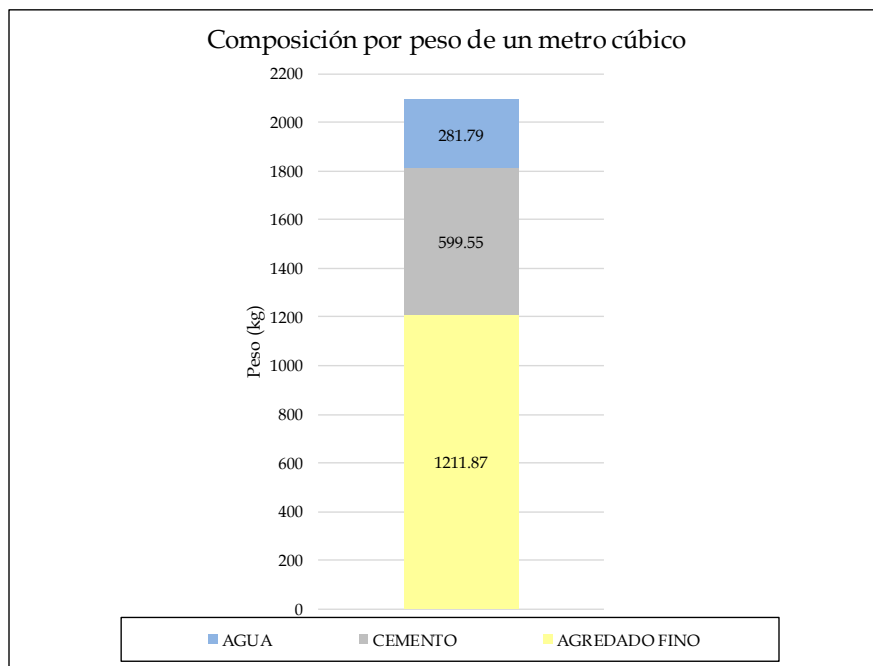
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{585.1 \text{ m}^3}{0.975905 \text{ m}^3} = 599.55 \text{ kg/m}^3 = 14.11 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 6.37 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 4 7/8"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 30.9 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 599.55 kg	0.198 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1211.87 kg	0.457 m3
AGUA	: 281.79 lts.	0.282 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.063 m3
TOTAL	2093.20 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



DISEÑO APU Tipo GU_Fibra_0.52-0.20

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	0.55 %
Peso Unitario Suelto	1,453 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,617 Kg/m ³
Modulo de Fineza	1.97
Humedad para Diseño	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m ³					
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.52						
Factor Cemento	$C=A/Rac$	275.00	/	0.52	=	528.8	= 12.44 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%					

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	528.8	/	3030	=	0.175 m ³
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						0.535 m ³

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.535	=	0.465 m ³
Peso del Agregado Fino	0.465	x	2632	=	1225.1 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	528.8 Kg/m ³
Agua	:	275.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1225.1 Kg/m ³
SikaFiber Force - 48	:	0.20 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1225.10	x	1.0573	=	1295.30 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1225.10	x	0.0518	=	63.46 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	63.46	=	211.5 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	528.8 Kg/m ³
Agua	:	211.5 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1295.3 Kg/m ³
SikaFiber Force - 48	:	0.20 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	528.80	/	528.80	=	1.00
Agregado Fino	:	1295.3	/	528.80	=	2.45
Agua	:	0.40	x	42.50	=	17.00

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C		AF		Agua	Lts/m ³
		1	:	2.45	:	17.00	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino 1536.26 Kg/m³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C		AF		Agua	Lts/m ³
		1	:	2.37	:	17.00	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	42.5 Kg
Agregado Fino	104.1 Kg
Agua Efectiva	17.00 lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.52 SikaFiber Force - 48 0.20 Kg/m3
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	528.80 kg	0.17452 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1231.84 kg	0.46414 m3
AGUA	275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2035.64 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2035.64 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2227.99 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18164	18171	18152
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14818	14825	14806
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.095	2.096	2.093
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09448		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2094.48		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2035.64 \text{ kg.}}{2094.476667 \text{ kg/m}^3} = 0.971909 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.971909 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.972$$

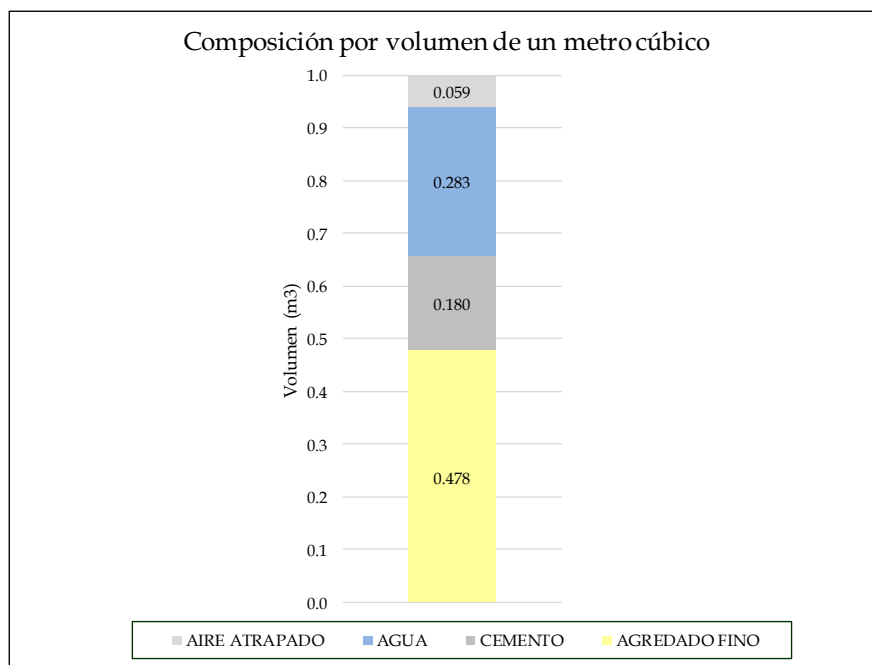
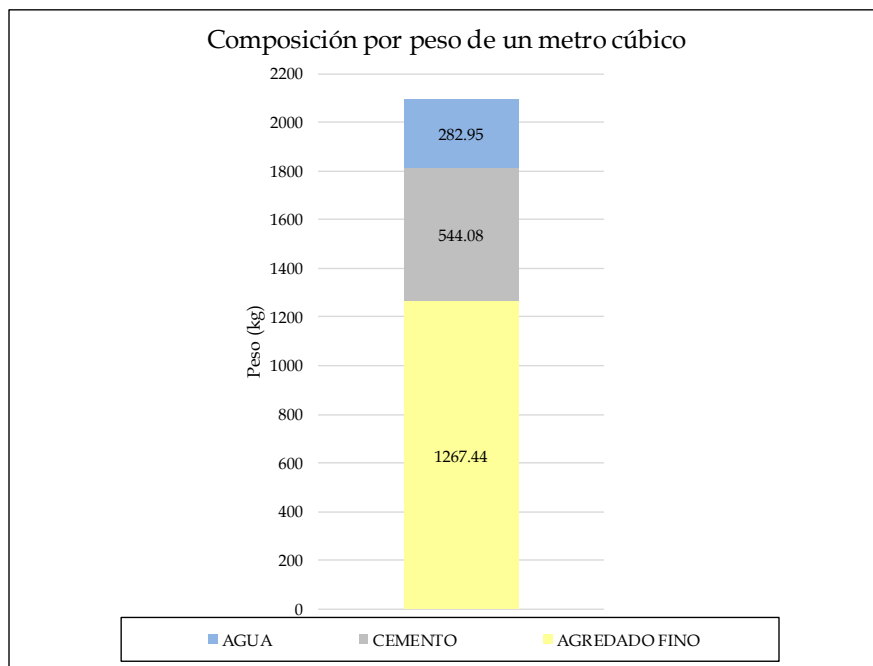
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{528.8 \text{ m}^3}{0.971909 \text{ m}^3} = 544.08 \text{ kg/m}^3 = 12.8 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 5.99 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 4 3/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 28.6 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	544.08 kg	0.180 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1267.44 kg	0.478 m3
AGUA	282.95 lts.	0.283 m3
<u>AIRE ATRAPADO</u>	<u>0.00</u>	<u>0.059 m3</u>
TOTAL	2094.47 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



DISEÑO APU Tipo GU_Fibra_0.52-0.35

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	:	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	0.55 %
Peso Unitario Suelto	:	1,453 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,617 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	1.97
Humedad para Diseño	:	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m ³					
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.52						
Factor Cemento	C=A/Rac	275.00	/	0.52	=	528.8	= 12.44 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%					

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	528.8	/	3030	=	0.175 m ³
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						<u>0.535 m³</u>

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.535	=	0.465 m ³
Peso del Agregado Fino	0.465	x	2632	=	1225.1 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	528.8 Kg/m ³
Agua	:	275.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1225.1 Kg/m ³
SikaFiber Force - 48	:	0.35 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1225.10	x	1.0573	=	1295.30 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1225.10	x	0.0518	=	63.46 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	63.46	=	211.5 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	528.8 Kg/m3
Agua	:	211.5 Lts/m3
Agregado Fino	:	1295.3 Kg/m3
SikaFiber Force - 48	:	0.35 Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	528.80	/	528.80	=	1.00
Agregado Fino	:	1295.3	/	528.80	=	2.45
Agua	:	0.40	x	42.50	=	17.00

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C		AF		Agua	Lts/m3
		1	:	2.45	:	17.00	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1536.26 Kg/m3
-------------------------------------	---	---------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C		AF		Agua	Lts/m3
		1	:	2.37	:	17.00	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	104.1 Kg
Agua Efectiva	:	17.00 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.52 SikaFiber Force - 48 0.35 Kg/m3
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	528.80 kg	0.17452 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1231.84 kg	0.46414 m3
AGUA	275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2035.64 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2035.64 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2227.99 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18154	18163	18155
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14808	14817	14809
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.093	2.095	2.093
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09377		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2093.77		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2035.64 \text{ kg.}}{2093.77 \text{ kg/m}^3} = 0.972237 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.972237 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.972$$

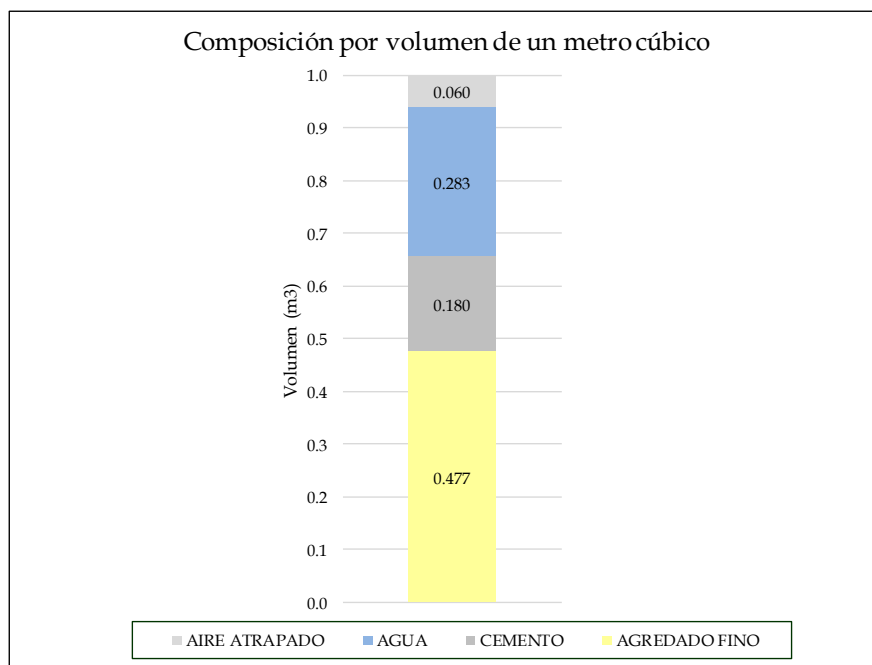
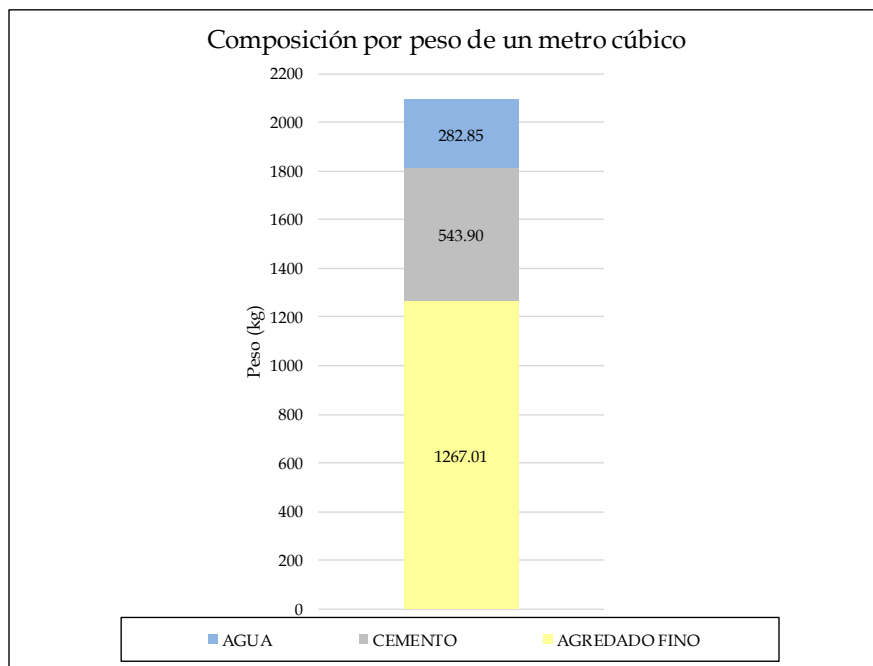
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{528.8 \text{ m}^3}{0.972237 \text{ m}^3} = 543.9 \text{ kg/m}^3 = 12.8 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 6.02 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 5 1/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 29.8 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	543.90 kg	0.180 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1267.01 kg	0.477 m3
AGUA	282.85 lts.	0.283 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.060 m3
TOTAL	2093.77 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



DISEÑO APU Tipo GU_Fibra_0.52-0.50

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	0.55 %
Peso Unitario Suelto	1,453 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,617 Kg/m ³
Modulo de Fineza	1.97
Humedad para Diseño	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m ³					
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.52						
Factor Cemento	C=A/Rac	275.00	/	0.52	=	528.8	= 12.44 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	8.50 %						

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	528.8	/	3030	=	0.175 m ³
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						<u>0.535 m³</u>

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.535	=	0.465 m ³
Peso del Agregado Fino	0.465	x	2632	=	1225.1 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	528.8 Kg/m ³
Agua	:	275.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1225.1 Kg/m ³
SikaFiber Force - 48	:	0.50 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1225.10	x	1.0573	=	1295.30 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1225.10	x	0.0518	=	63.46 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	63.46	=	211.5 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	528.8 Kg/m3
Agua	:	211.5 Lts/m3
Agregado Fino	:	1295.3 Kg/m3
SikaFiber Force - 48	:	0.50 Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	528.80	/	528.80	=	1.00
Agregado Fino	:	1295.3	/	528.80	=	2.45
Agua	:	0.40	x	42.50	=	17.00

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table><tr><td>C</td><td>AF</td><td>Agua</td></tr><tr><td>1</td><td>2.45</td><td>17.00</td></tr></table>	C	AF	Agua	1	2.45	17.00	Lts/m3
C	AF	Agua							
1	2.45	17.00							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	1536.26 Kg/m3
-------------------------------------	---------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN :	<table><tr><td>C</td><td>AF</td><td>Agua</td></tr><tr><td>1</td><td>2.37</td><td>17.00</td></tr></table>	C	AF	Agua	1	2.37	17.00	Lts/m3
C	AF	Agua						
1	2.37	17.00						

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	42.5 Kg
Agregado Fino	104.1 Kg
Agua Efectiva	17.00 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.52 SikaFiber Force - 48 0.50 Kg/m3
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	528.80 kg	0.17452 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1231.84 kg	0.46414 m3
AGUA	275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2035.64 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2035.64 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2227.99 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18166	18171	18175
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14820	14825	14829
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.095	2.096	2.096
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09566		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2095.66		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2035.64 \text{ kg.}}{2095.656667 \text{ kg/m}^3} = 0.971361 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.971361 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.971$$

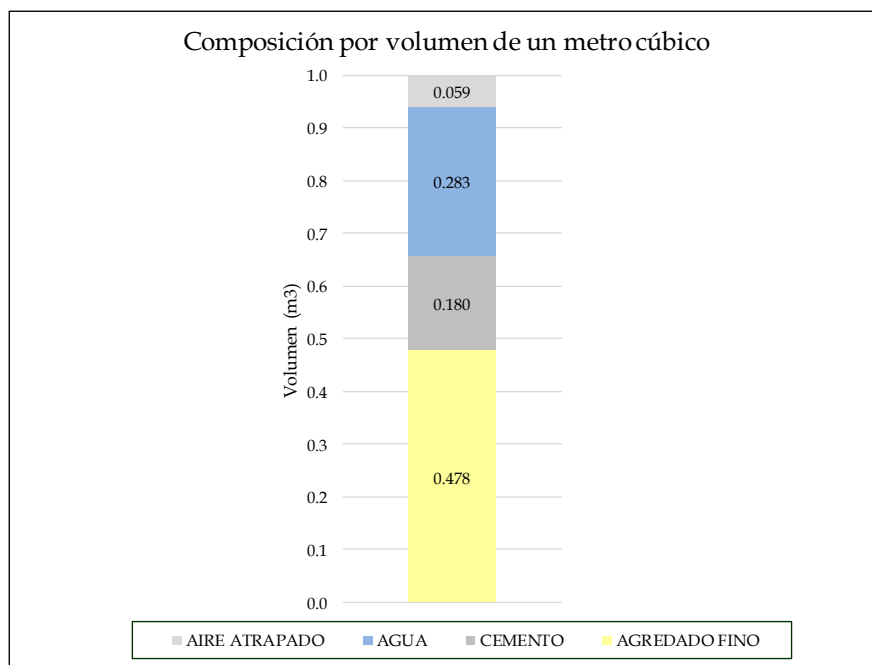
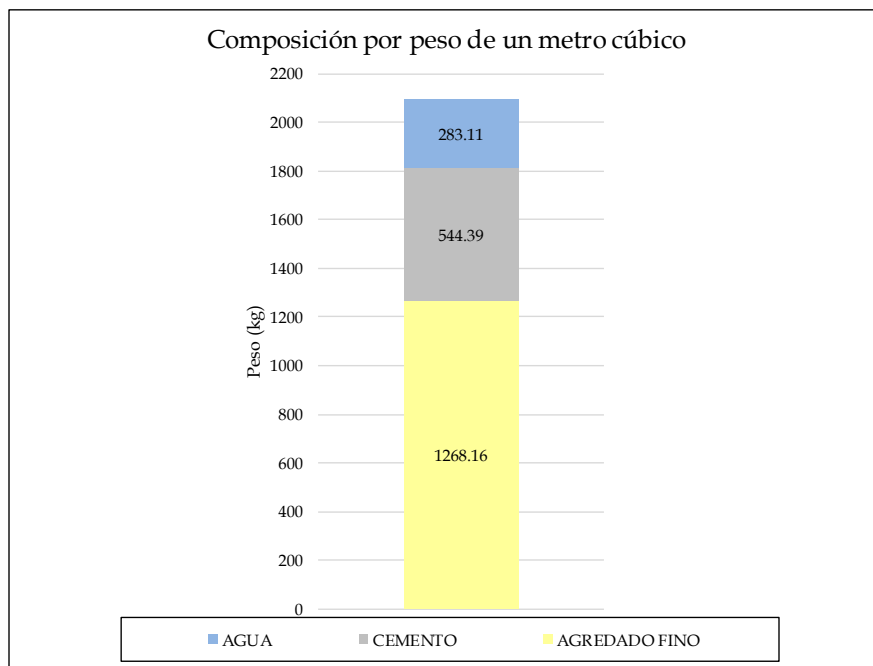
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{528.8 \text{ m}^3}{0.971361 \text{ m}^3} = 544.39 \text{ kg/m}^3 = 12.81 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 5.94 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 5 3/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 30.3 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	544.39 kg	0.180 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1268.16 kg	0.478 m3
AGUA	283.11 lts.	0.283 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.059 m3
TOTAL	2095.66 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



DISEÑO APU Tipo GU_Fibra_0.58-0.20

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	0.55 %
Peso Unitario Suelto	1,453 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,617 Kg/m ³
Modulo de Fineza	1.97
Humedad para Diseño	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m ³				
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.58					
Factor Cemento	C=A/Rac	275.00	/	0.58	=	474.1 = 11.16 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%				

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	474.1	/	3030	=	0.156 m ³
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						<u>0.516 m³</u>

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.516	=	0.484 m ³
Peso del Agregado Fino	0.484	x	2632	=	1272.7 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	474.1 Kg/m ³
Agua	:	275.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1272.7 Kg/m ³
SikaFiber Force - 48	:	0.20 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1272.70	x	1.0573	=	1345.63 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1272.70	x	0.0518	=	65.93 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	65.93	=	209.1 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	474.1 Kg/m ³
Agua	:	209.1 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1345.6 Kg/m ³
SikaFiber Force - 48	:	0.20 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	474.10	/	474.10	=	1.00
Agregado Fino	:	1345.63	/	474.10	=	2.84
Agua	:	0.44	x	42.50	=	18.70

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C		AF		Agua	Lts/m ³
		1	:	2.84	:	18.70	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1536.26 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C		AF		Agua	Lts/m ³
		1	:	2.75	:	18.70	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	120.7 Kg
Agua Efectiva	:	18.70 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.58 SikaFiber Force - 48 0.20 Kg/m3
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	474.10 kg	0.15647 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1279.70 kg	0.48218 m3
AGUA	275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2028.80 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2028.80 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2220.55 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18173	18165	18178
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14827	14819	14832
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.096	2.095	2.097
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09584		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2095.84		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2028.8 \text{ kg.}}{2095.843333 \text{ kg/m}^3} = 0.968011 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.968011 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.968$$

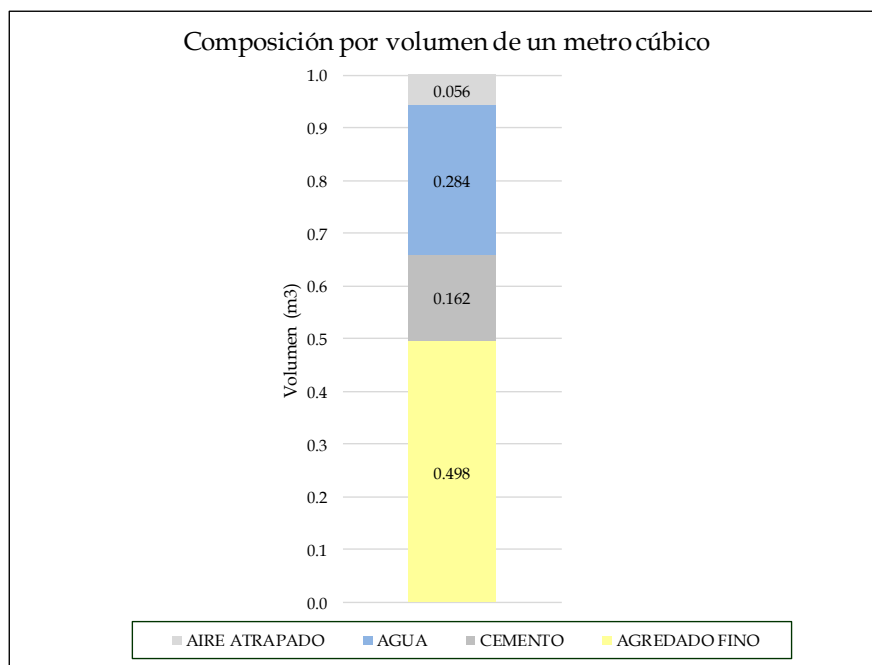
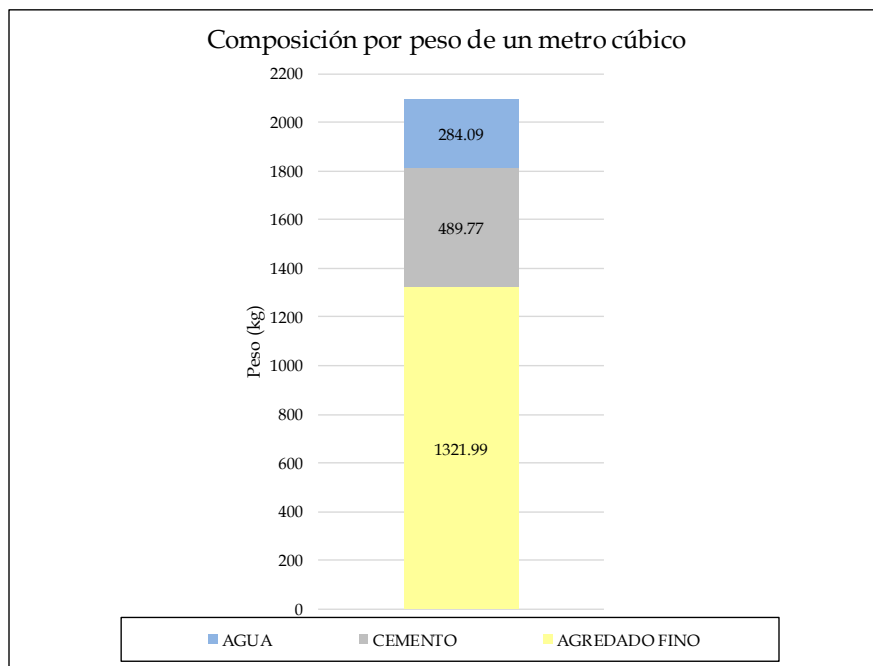
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{474.1 \text{ m}^3}{0.968011 \text{ m}^3} = 489.77 \text{ kg/m}^3 = 11.52 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 5.62 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 4 1/2"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 30.8 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	489.77 kg	0.162 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1321.99 kg	0.498 m3
AGUA	284.09 lts.	0.284 m3
<u>AIRE ATRAPADO</u>	<u>0.00</u>	<u>0.056 m3</u>
TOTAL	2095.84 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



DISEÑO APU Tipo GU_Fibra_0.58-0.35

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	0.55 %
Peso Unitario Suelto	1,453 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,617 Kg/m ³
Modulo de Fineza	1.97
Humedad para Diseño	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m ³					
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.58						
Factor Cemento	C=A/Rac	275.00	/	0.58	=	474.1	= 11.16 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%					

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	474.1	/	3030	=	0.156 m ³
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						<u>0.516 m³</u>

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.516	=	0.484 m ³
Peso del Agregado Fino	0.484	x	2632	=	1272.7 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	474.1 Kg/m ³
Agua	:	275.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1272.7 Kg/m ³
SikaFiber Force - 48	:	0.35 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1272.70	x	1.0573	=	1345.63 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1272.70	x	0.0518	=	65.93 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	65.93	=	209.1 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	474.1 Kg/m3
Agua	:	209.1 Lts/m3
Agregado Fino	:	1345.6 Kg/m3
SikaFiber Force - 48	:	0.35 Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	474.10	/	474.10	=	1.00
Agregado Fino	:	1345.63	/	474.10	=	2.84
Agua	:	0.44	x	42.50	=	18.70

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table><tr><td>C</td><td>AF</td><td>Agua</td></tr><tr><td>1</td><td>2.84</td><td>18.70</td></tr></table>	C	AF	Agua	1	2.84	18.70	:	Lts/m3
C	AF	Agua								
1	2.84	18.70								

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1536.26 Kg/m3
-------------------------------------	---	---------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table><tr><td>C</td><td>AF</td><td>Agua</td></tr><tr><td>1</td><td>2.75</td><td>18.70</td></tr></table>	C	AF	Agua	1	2.75	18.70	Lts/m3
C	AF	Agua							
1	2.75	18.70							

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	120.7 Kg
Agua Efectiva	:	18.70 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.58 SikaFiber Force - 48 0.35 Kg/m3
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	474.10 kg	0.15647 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1279.70 kg	0.48218 m3
AGUA	275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2028.80 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2028.80 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2220.55 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18160	18169	18162
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14814	14823	14816
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.094	2.095	2.094
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09467		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2094.67		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2028.8 \text{ kg.}}{2094.666667 \text{ kg/m}^3} = 0.968555 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.968555 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.969$$

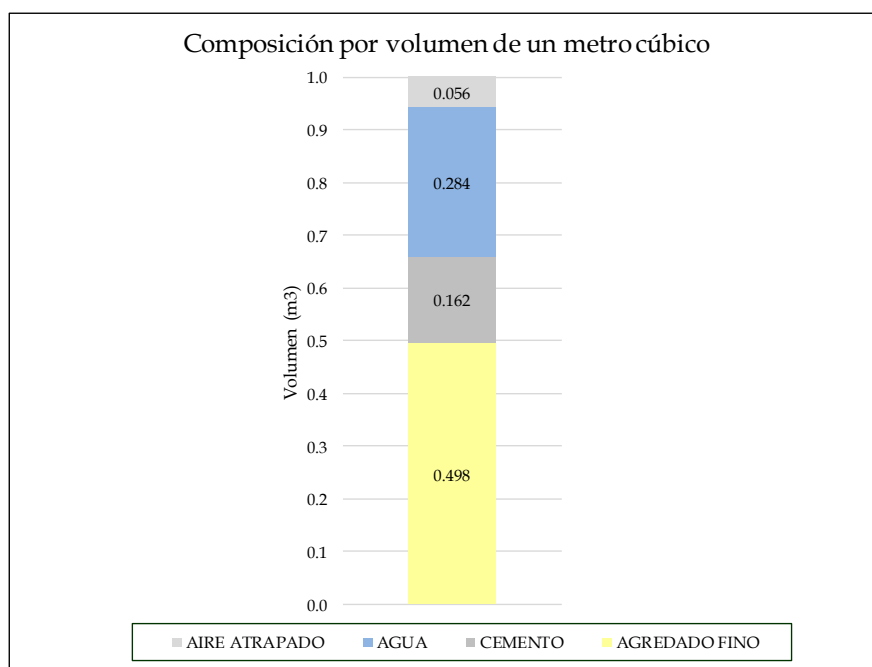
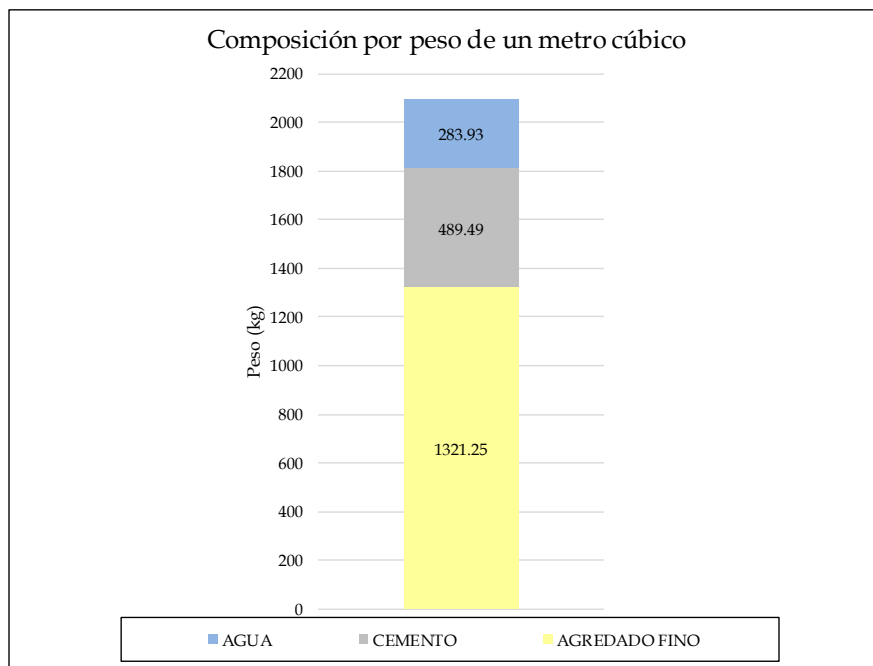
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{474.1 \text{ m}^3}{0.968555 \text{ m}^3} = 489.49 \text{ kg/m}^3 = 11.52 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 5.67 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 4 3/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 30.6 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	489.49 kg	0.162 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1321.25 kg	0.498 m3
AGUA	283.93 lts.	0.284 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.056 m3
TOTAL	2094.67 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



DISEÑO APU Tipo GU_Fibra_0.58-0.50

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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	:	2.632 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	0.55 %
Peso Unitario Suelto	:	1,453 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,617 Kg/m3
Modulo de Fineza	:	1.97
Humedad para Diseño	:	5.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	275	Lts/m3				
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.58					
Factor Cemento	$C=A/Rac$	275.00	/	0.58	=	474.1
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%				11.16 Bls./m3

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	474.1	/	3030	=	0.156 m3
Agua	:	275.00	/	1000	=	0.275 m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m3
						<u>0.516 m3</u>

Volumen Absoluto de los agregados	1.000	-	0.516	=	0.484 m3
Peso del Agregado Fino	0.484	x	2632	=	1272.7 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	474.1 Kg/m3
Agua	:	275.0 Lts/m3
Agregado Fino	:	1272.7 Kg/m3
SikaFiber Force - 48	:	0.50 Kg/m3

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1272.70	x	1.0573	=	1345.63 Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	5.73	-	0.55	=	5.18 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1272.70	x	0.0518	=	65.93 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	275.00	-	65.93	=	209.1 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	474.1 Kg/m ³
Agua	:	209.1 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1345.6 Kg/m ³
SikaFiber Force - 48	:	0.50 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	474.10	/	474.10	=	1.00
Agregado Fino	:	1345.63	/	474.10	=	2.84
Agua	:	0.44	x	42.50	=	18.70

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C		AF		Agua	Lts/m ³
		1	:	2.84	:	18.70	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1536.26 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C		AF		Agua	Lts/m ³
		1	:	2.75	:	18.70	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	120.7 Kg
Agua Efectiva	:	18.70 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

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

Relación agua/cemento: 0.58 SikaFiber Force - 48 0.50 Kg/m3
 Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	474.10 kg	0.15647 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1279.70 kg	0.48218 m3
AGUA	275.00 kg	0.27500 m3
TOTAL DE MATERIALES	2028.80 kg	0.914 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2028.80 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2220.55 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18173	18167	18176
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14827	14821	14830
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.096	2.095	2.096
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.09585		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2095.85		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2028.8 \text{ kg.}}{2095.846667 \text{ kg/m}^3} = 0.96801 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.96801 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.968$$

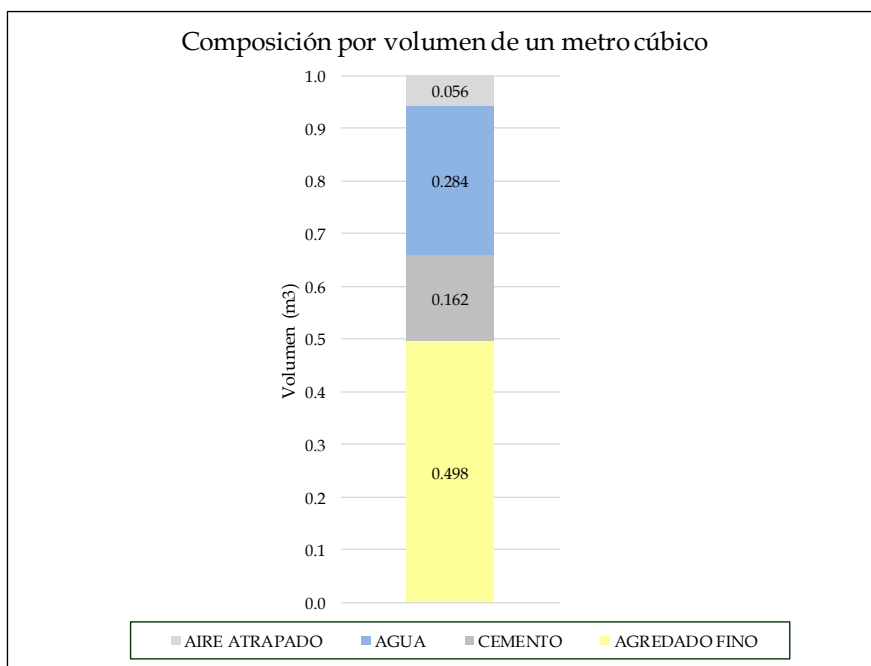
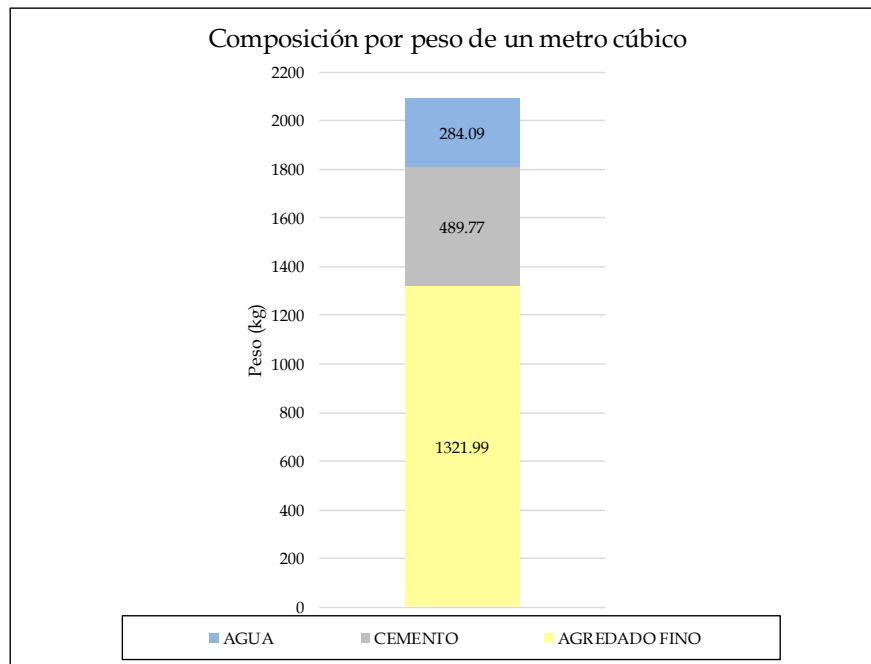
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{474.1 \text{ m}^3}{0.96801 \text{ m}^3} = 489.77 \text{ kg/m}^3 = 11.52 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 5.62 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 5 1/4"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 30.1 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	489.77 kg	0.162 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1321.99 kg	0.498 m3
AGUA	284.09 lts.	0.284 m3
<u>AIRE ATRAPADO</u>	<u>0.00</u>	<u>0.056 m3</u>
TOTAL	2095.85 kg	1.0000 m3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.



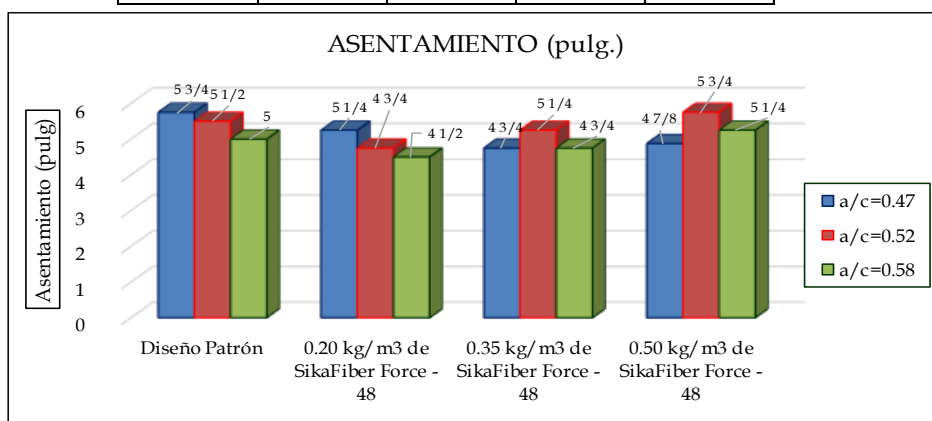
Resumen de Gráficos y Tablas

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS – 2024
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

Realizado por:
 Br. FLORES AYARZA, Mayer.
 Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain.
Aseor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

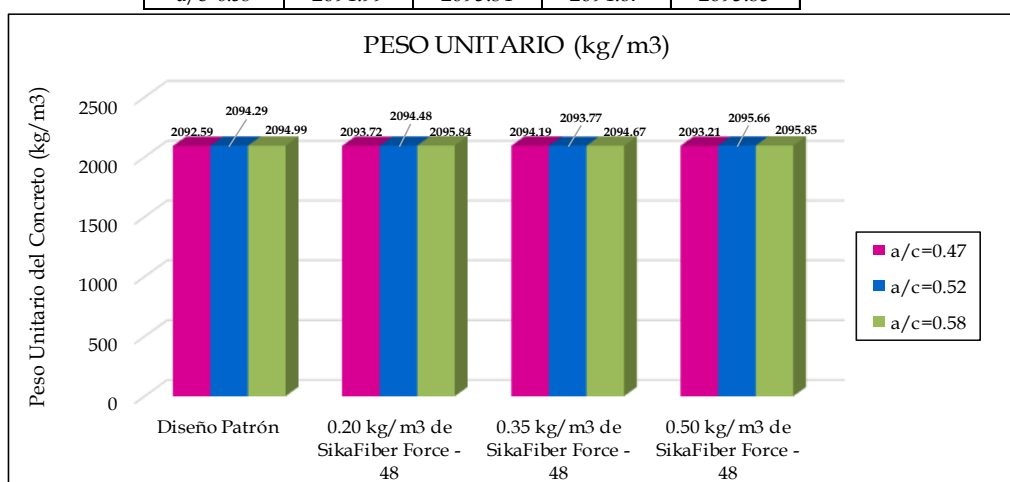
ENSAYO DE ASENTAMIENTO NORMA ASTM C - 143

	ASENTAMIENTO (pulg.)			
	Diseño Patrón	0.20 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.35 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.50 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48
a/c=0.47	5 3/4	5 1/4	4 3/4	4 7/8
a/c=0.52	5 1/2	4 3/4	5 1/4	5 3/4
a/c=0.58	5	4 1/2	4 3/4	5 1/4



ENSAYO DE PESO UNITARIO NORMA ASTM C - 138

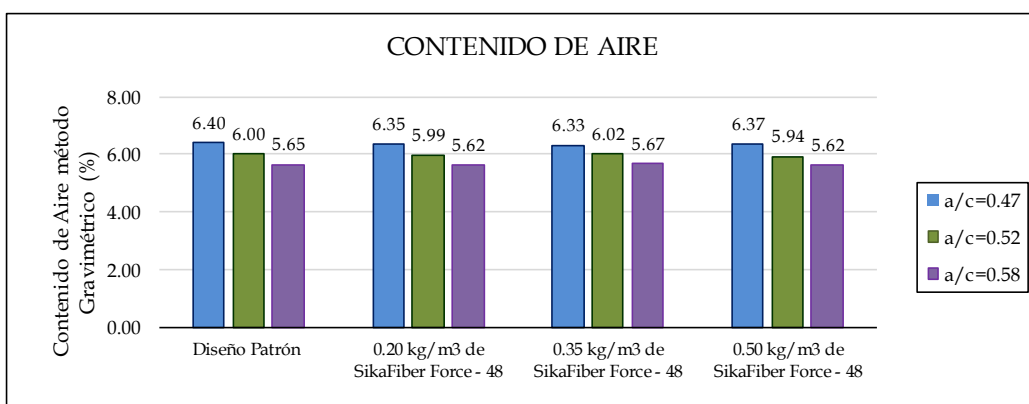
	PESO UNITARIO (kg/m ³)			
	Diseño Patrón	0.20 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.35 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.50 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48
a/c=0.47	2092.59	2093.72	2094.19	2093.21
a/c=0.52	2094.29	2094.48	2093.77	2095.66
a/c=0.58	2094.99	2095.84	2094.67	2095.85



Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024		
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.	

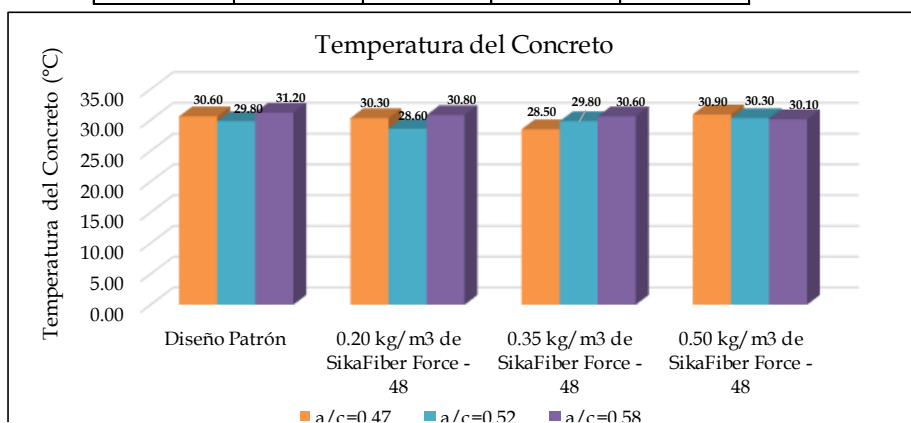
ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE MÉTODO GRAVIMÉTRICO ASTM C - 138

	CONTENIDO DE AIRE (MÉTODO GRAVIMÉTRICO) (%)			
	Diseño Patrón	0.20 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.35 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.50 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48
a/c=0.47	6.40	6.35	6.33	6.37
a/c=0.52	6.00	5.99	6.02	5.94
a/c=0.58	5.65	5.62	5.67	5.62



ENSAYO DE TEMPERATURA DEL CONCRETO NORMA ASTM C - 1064

	TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)			
	Diseño Patrón	0.20 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.35 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.50 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48
a/c=0.47	30.60	30.30	28.50	30.90
a/c=0.52	29.80	28.60	29.80	30.30
a/c=0.58	31.20	30.80	30.60	30.10



COMPRESIÓN - arena blanca_0.47

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

Realizado por:
 Br. FLORES AYARZA, Mayer.
 Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain.
Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.00 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.47

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

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

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47	20/12/2024	27/12/2024	7	10.15	251.0	25,594	80.914	316	313
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47	20/12/2024	27/12/2024	7	10.22	249.6	25,448	82.034	310	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47	20/12/2024	27/12/2024	7	10.22	251.4	25,632	81.953	313	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47	20/12/2024	27/12/2024	7	10.20	250.6	25,555	81.713	313	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.45

VARIANZA
6.00

COEF. DE VARIACION
0.78

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.20 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.47

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.20	256.1	26,116	81.713	320	325
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.22	265.2	27,044	81.953	330	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.15	253.4	25,835	80.834	320	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.15	260.3	26,540	80.914	328	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.26

VARIANZA
27.67

COEF. DE VARIACION
1.62

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.47

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.14	232.4	23,695	80.675	294	300
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.15	242.2	24,693	80.914	305	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.18	236.5	24,117	81.313	297	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.09	237.3	24,196	79.96	303	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.12

VARIANZA
26.25

COEF. DE VARIACION
1.71

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.50 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.47

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.22	195.7	19,954	81.953	243	253
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.22	211.2	21,531	81.953	263	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.09	196.3	20,019	79.96	250	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.12	200.6	20,460	80.357	255	

DESVIACIÓN ESTANDAR
8.42

VARIANZA
70.92

COEF. DE VARIACION
3.33

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.00 Kg/m3
Relación agua/cemento (a/c)	0.47

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47	20/12/2024	17/01/2025	28	10.20	266.0	27,121	81.713	332	338
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47	20/12/2024	17/01/2025	28	10.19	275.0	28,040	81.553	344	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	266.1	27,139	80.914	335	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	270.4	27,568	80.914	341	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.48

VARIANZA
30.00

COEF. DE VARIACION
1.62

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.20 Kg/m3
Relación agua/cemento (a/c)	0.47

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.17	276.4	28,181	81.233	347	349
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	276.3	28,179	80.834	349	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	278.9	28,441	80.914	351	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.18	279.2	28,467	81.313	350	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.71

VARIANZA
2.92

COEF. DE VARIACION
0.49

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m3
Relación agua/cemento (a/c)	0.47

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.14	254.3	25,935	80.675	321	319
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.11	250.3	25,525	80.198	318	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.16	255.6	26,065	80.993	322	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.16	249.8	25,474	81.073	314	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.59

VARIANZA
12.92

COEF. DE VARIACION
1.13

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.47

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.16	215.3	21,956	80.993	271	283
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.16	219.6	22,395	81.073	276	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.13	214.5	21,874	80.516	272	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.47 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.12	246.4	25,123	80.357	313	

DESVIACIÓN ESTANDAR
20.12

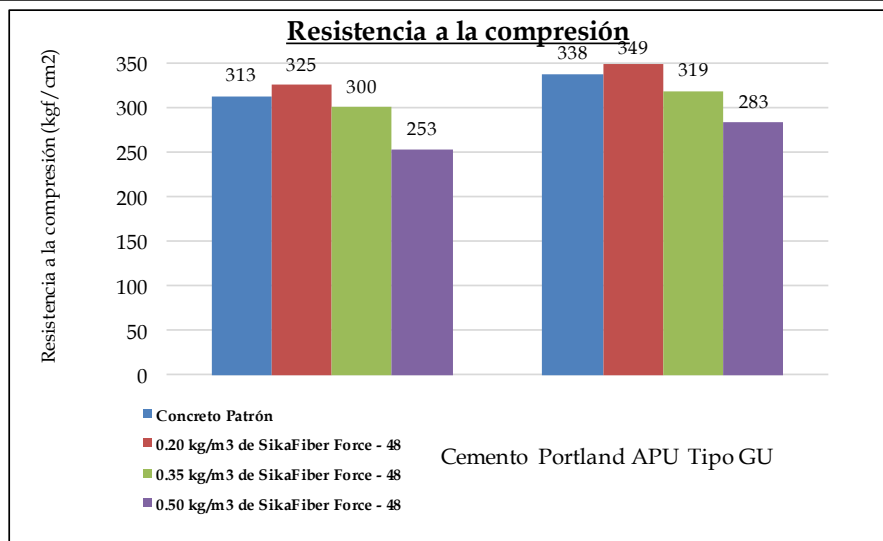
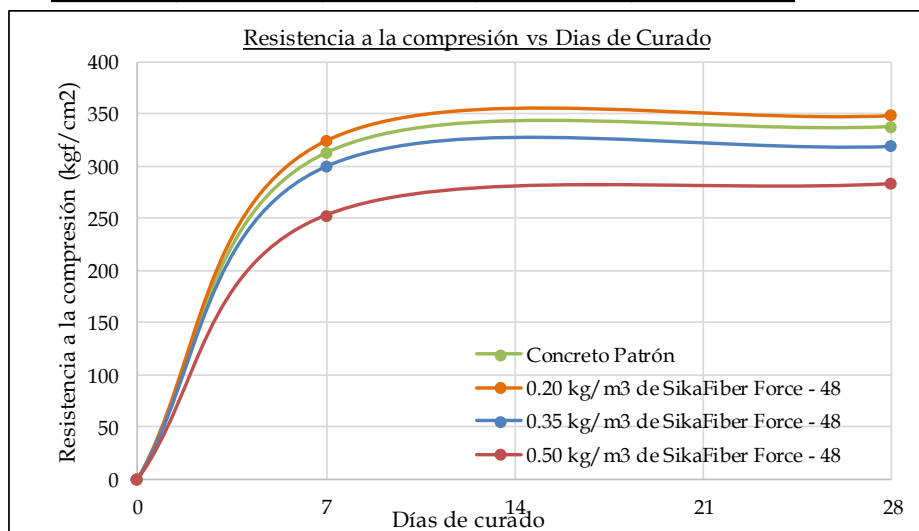
VARIANZA
404.67

COEF. DE VARIACION
7.11

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS (Kg/cm ²)				
Cemento Portland/ Agregado de cantera arena blanca_ a/c=0.47				
días de curado	Concreto Patrón	0.20 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.35 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.50 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48
7 días	313	325	300	253
28 días	338	349	319	283

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN (%)				
Cemento Portland/ Agregado de cantera arena blanca_ a/c=0.47				
días de curado	Concreto Patrón	0.20 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.35 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.50 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48
7 días	0.78	1.62	1.71	3.33
28 días	1.62	0.49	1.13	7.11



COMPRESIÓN - arena blanca_0.52

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

Realizado por:
 Br. FLORES AYARZA, Mayer.
 Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain.
Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.00 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.52

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

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

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52	20/12/2024	27/12/2024	7	10.17	200.4	20,437	81.233	252	250
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52	20/12/2024	27/12/2024	7	10.19	197.3	20,123	81.553	247	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52	20/12/2024	27/12/2024	7	10.13	199.6	20,357	80.516	253	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52	20/12/2024	27/12/2024	7	10.15	196.3	20,012	80.914	247	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.20

VARIANZA
10.25

COEF. DE VARIACION
1.28

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.20 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.52

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.22	187.0	19,065	81.953	233	232
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.15	182.9	18,647	80.834	231	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.15	184.3	18,788	80.914	232	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.13	181.2	18,481	80.516	230	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.29

VARIANZA
1.67

COEF. DE VARIACION
0.56

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m ³	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.52	Peso específico	3.03 gr/cc

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.22	192.2	19,603	82.034	239	237
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.22	188.6	19,229	82.034	234	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.17	187.6	19,132	81.233	236	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.13	189.5	19,326	80.516	240	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.75

VARIANZA
7.58

COEF. DE VARIACION
1.16

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.50 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.52

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.23	187.0	19,072	82.114	232	234
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.22	189.8	19,353	82.034	236	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.17	186.3	18,999	81.153	234	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.13	185.4	18,901	80.595	235	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.71

VARIANZA
2.92

COEF. DE VARIACION
0.73

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.00 Kg/m ³	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.52	Peso específico	3.03 gr/cc

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52	20/12/2024	17/01/2025	28	10.22	224.0	22,839	82.034	278	278
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	219.8	22,416	80.834	277	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52	20/12/2024	17/01/2025	28	10.14	221.3	22,568	80.754	279	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52	20/12/2024	17/01/2025	28	10.16	219.4	22,367	80.993	276	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.29

VARIANZA
1.67

COEF. DE VARIACION
0.46

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.20 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.52

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.14	203.4	20,737	80.675	257	254
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.11	198.4	20,227	80.198	252	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	199.3	20,325	80.914	251	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.10	201.5	20,545	80.119	256	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.94

VARIANZA
8.67

COEF. DE VARIACION
1.16

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m3
Relación agua/cemento (a/c)	0.52

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.17	210.4	21,451	81.153	264	263
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.19	208.3	21,236	81.553	260	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.18	213.6	21,783	81.313	268	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	207.1	21,122	80.914	261	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.59

VARIANZA
12.92

COEF. DE VARIACION
1.37

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.52

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.16	204.4	20,839	80.993	257	261
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.14	210.3	21,440	80.754	265	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.12	203.2	20,725	80.357	258	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.52 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	207.7	21,178	80.834	262	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.70

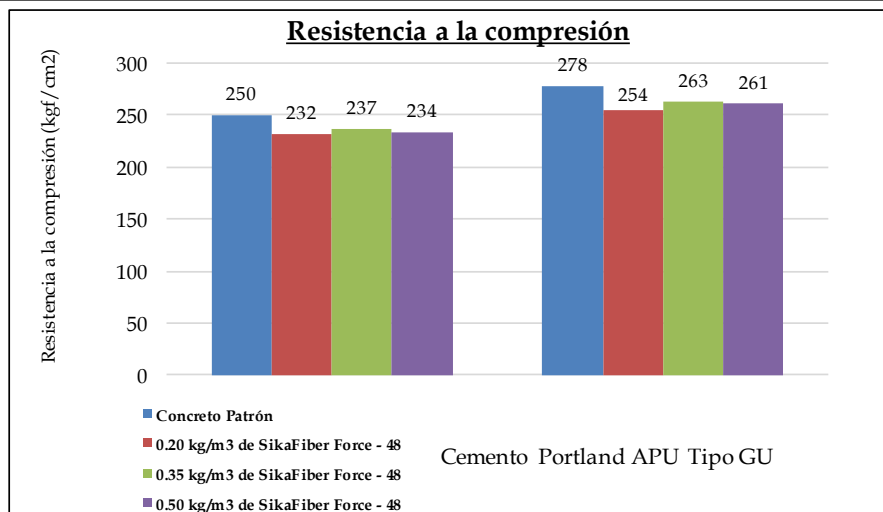
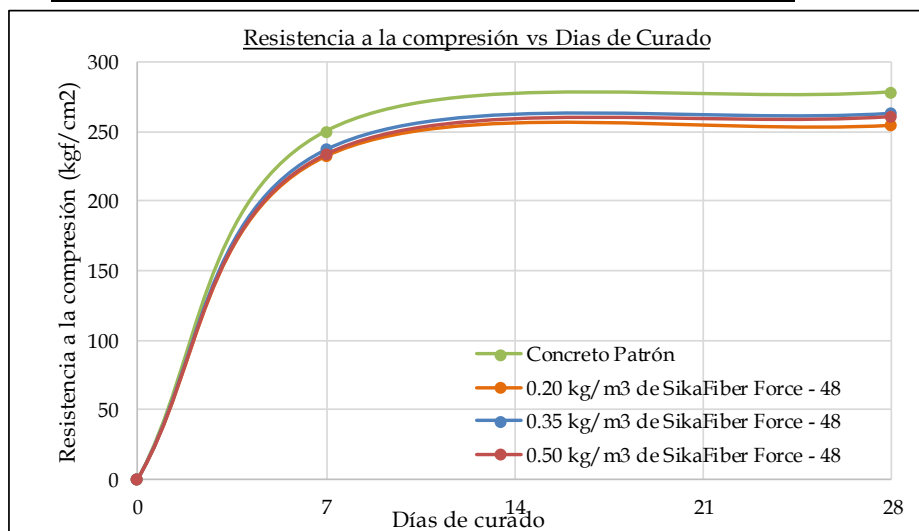
VARIANZA
13.67

COEF. DE VARIACION
1.42

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS (Kg/cm ²)				
Cemento Portland/Agregado de cantera arena blanca_ a/c=0.52				
días de curado	Concreto Patrón	0.20 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.35 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.50 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48
7 días	250	232	237	234
28 días	278	254	263	261

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN (%)				
Cemento Portland/Agregado de cantera arena blanca_ a/c=0.52				
días de curado	Concreto Patrón	0.20 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.35 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.50 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48
7 días	1.28	0.56	1.16	0.73
28 días	0.46	1.16	1.37	1.42



COMPRESIÓN - arena blanca_0.58

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

Realizado por:
 Br. FLORES AYARZA, Mayer.
 Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain.
Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.00 Kg/m3
Relación agua/cemento (a/c)	0.58

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

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

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	20/12/2024	27/12/2024	7	10.29	160.3	16,341	83.161	196	201
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	20/12/2024	27/12/2024	7	10.24	166.7	17,003	82.355	206	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	20/12/2024	27/12/2024	7	10.14	161.3	16,450	80.675	204	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	20/12/2024	27/12/2024	7	10.13	156.3	15,933	80.595	198	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.76

VARIANZA
22.67

COEF. DE VARIACION
2.37

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.20 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.58

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.21	121.7	12,411	81.793	152	151
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.21	120.5	12,285	81.873	150	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.17	122.3	12,473	81.233	154	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.10	116.2	11,853	80.119	148	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.58

VARIANZA
6.67

COEF. DE VARIACION
1.71

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.58

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.14	129.4	13,191	80.675	164	165
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.15	131.2	13,379	80.834	166	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.18	133.3	13,588	81.393	167	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.12	128.8	13,138	80.357	163	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.83

VARIANZA
3.33

COEF. DE VARIACION
1.11

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.50 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.58

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.11	119.4	12,170	80.277	152	149
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.13	114.3	11,650	80.595	145	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.14	116.3	11,857	80.675	147	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	27/12/2024	7	10.05	118.2	12,050	79.327	152	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.56

VARIANZA
12.67

COEF. DE VARIACION
2.39

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.00 Kg/m ³	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)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	20/12/2024	17/01/2025	28	10.20	186.5	19,015	81.713	233	233
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	20/12/2024	17/01/2025	28	10.20	186.6	19,032	81.633	233	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	20/12/2024	17/01/2025	28	10.16	186.3	18,999	80.993	235	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	184.2	18,784	80.914	232	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.26

VARIANZA
1.58

COEF. DE VARIACION
0.54

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.20 Kg/m3
Relación agua/cemento (a/c)	0.58

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	158.3	16,144	80.914	200	200
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	160.3	16,348	80.834	202	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.13	158.2	16,136	80.516	200	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.09	156.3	15,933	79.881	199	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.26

VARIANZA
1.58

COEF. DE VARIACION
0.63

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m3	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)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	164.4	16,759	80.914	207	207
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.14	159.4	16,249	80.754	201	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.13	168.4	17,173	80.595	213	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.12	161.5	16,467	80.436	205	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.00

VARIANZA
25.00

COEF. DE VARIACION
2.42

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m3
Relación agua/cemento (a/c)	0.58

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	155.3	15,838	80.834	196	195
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.15	150.3	15,323	80.914	189	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.14	153.3	15,630	80.754	194	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58 con SikaFiber Force - 48	20/12/2024	17/01/2025	28	10.07	157.4	16,049	79.564	202	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.38

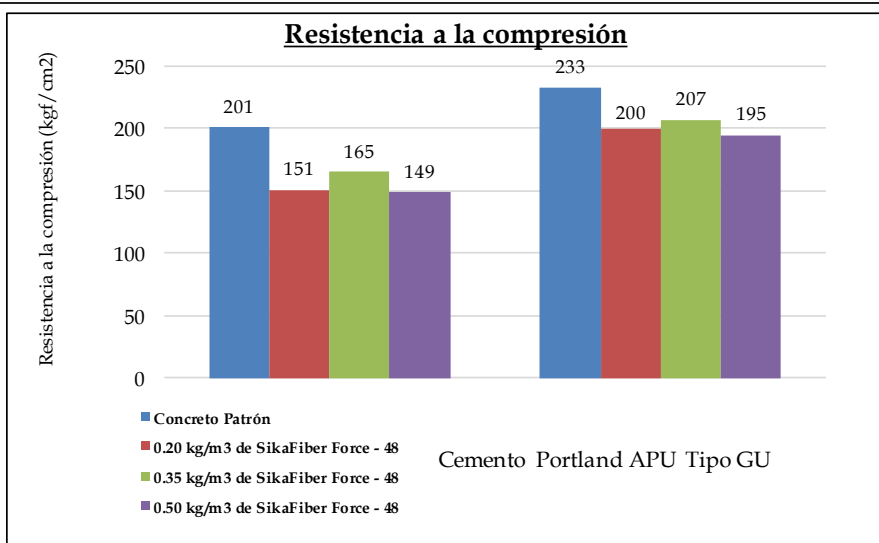
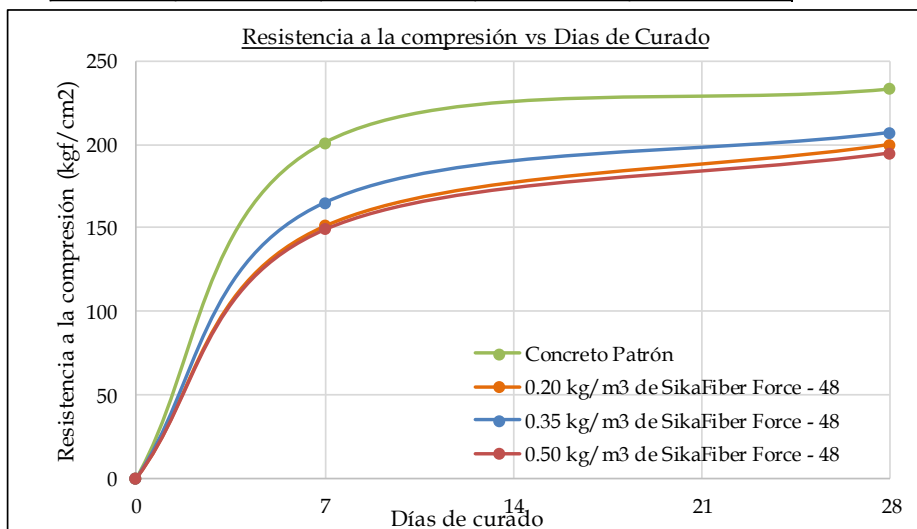
VARIANZA
28.92

COEF. DE VARIACION
2.76

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS (Kg/cm ²)				
Cemento Portland/Agregado de cantera arena blanca_ a/c=0.58				
días de curado	Concreto Patrón	0.20 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.35 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.50 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48
7 días	201	151	165	149
28 días	233	200	207	195

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN (%)				
Cemento Portland/Agregado de cantera arena blanca_ a/c=0.58				
días de curado	Concreto Patrón	0.20 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.35 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48	0.50 kg/m ³ de SikaFiber Force - 48
7 días	2.37	1.71	1.11	2.39
28 días	0.54	0.63	2.42	2.76



FLEXION

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.00 Kg/m3	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.47	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/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.40	15.27	46.50	35.3	3,593	47	45
2	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.50	15.65	46.50	34.8	3,547	43	
3	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.52	15.58	46.50	36.6	3,733	46	
4	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.41	15.55	46.50	33.6	3,427	43	
5	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.48	15.77	46.50	35.8	3,650	44	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.82

VARIANZA
3.30

COEF. DE VARIACION
4.04

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.20 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.47

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.51	15.74	46.50	36.3	3,702	45	46
2	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.44	15.54	46.50	38.6	3,937	49	
3	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.24	15.44	46.50	35.3	3,600	46	
4	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.41	15.70	46.50	34.2	3,490	43	
5	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.40	15.37	46.50	37.5	3,825	49	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.61

VARIANZA
6.80

COEF. DE VARIACION
5.67

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m3
Relación agua/cemento (a/c)	0.47

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.51	15.54	46.50	36.3	3,702	46	46
2	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.52	15.66	46.50	34.5	3,519	43	
3	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.34	15.60	46.50	38.6	3,937	49	
4	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.27	15.52	46.50	37.5	3,824	48	
5	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.43	15.54	46.50	35.3	3,596	45	

DESVIACIÓN ESTNDAR
2.39

VARIANZA
5.70

COEF. DE VARIACION
5.19

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.50 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.47

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.29	15.47	46.50	39.6	4,039	51	49
2	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.32	15.49	46.50	38.3	3,899	49	
3	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.36	15.72	46.50	37.5	3,824	47	
4	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.23	15.31	46.50	36.7	3,736	49	
5	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.52	15.48	46.50	37.0	3,767	47	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.67

VARIANZA
2.80

COEF. DE VARIACION
3.41

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.00 Kg/m3	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.52	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/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.34	15.70	46.50	31.0	3,155	39	39
2	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.30	15.44	46.50	30.3	3,091	39	
3	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.58	15.31	46.50	28.7	2,920	37	
4	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.48	15.59	46.50	32.5	3,314	41	
5	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.37	15.44	46.50	31.6	3,221	41	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.67

VARIANZA
2.80

COEF. DE VARIACION
4.29

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.20 Kg/m3	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.52	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/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.52	15.58	46.50	33.6	3,427	42	40
2	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.30	15.54	46.50	31.3	3,186	40	
3	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.48	15.41	46.50	30.6	3,121	39	
4	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.34	15.74	46.50	32.5	3,314	41	
5	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.61	15.45	46.50	30.5	3,110	39	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.30

VARIANZA
1.70

COEF. DE VARIACION
3.26

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m3
Relación agua/cemento (a/c)	0.52

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.79	15.73	46.50	35.6	3,631	43	43
2	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.56	15.44	46.50	33.3	3,397	43	
3	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.34	15.41	46.50	32.1	3,276	42	
4	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.36	15.39	46.50	34.3	3,491	45	
5	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m3	20/12/2024	17/01/2025	28	15.41	15.65	46.50	31.9	3,254	40	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.82

VARIANZA
3.30

COEF. DE VARIACION
4.22

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.50 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.52

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.60	15.44	46.50	31.3	3,189	40	42
2	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.35	15.66	46.50	32.6	3,325	41	
3	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.51	15.58	46.50	33.6	3,427	42	
4	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.68	15.27	46.50	30.6	3,121	40	
5	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.40	15.35	46.50	34.2	3,483	45	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.07

VARIANZA
4.30

COEF. DE VARIACION
4.94

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.00 Kg/m3	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)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.57	15.53	46.50	27.5	2,807	35	34
2	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.32	15.52	46.50	26.3	2,681	34	
3	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.45	15.66	46.50	24.5	2,498	31	
4	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.36	15.54	46.50	28.5	2,906	36	
5	TESTIGO VIGA	20/12/2024	17/01/2025	28	15.46	15.28	46.50	24.5	2,499	32	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.07

VARIANZA
4.30

COEF. DE VARIACION
6.10

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.20 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.58

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.42	15.72	46.50	29.6	3,019	37	36
2	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.73	15.61	46.50	28.5	2,906	35	
3	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.30	15.42	46.50	27.4	2,794	36	
4	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.63	15.55	46.50	30.3	3,090	38	
5	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.20 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.60	15.54	46.50	28.5	2,905	36	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.14

VARIANZA
1.30

COEF. DE VARIACION
3.17

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.35 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.58

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.52	15.47	46.50	31.3	3,186	40	38
2	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.76	15.54	46.50	30.6	3,119	38	
3	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.49	15.30	46.50	29.5	3,007	39	
4	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.72	15.58	46.50	32.5	3,314	40	
5	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.35 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.79	15.35	46.50	27.8	2,834	35	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.07

VARIANZA
4.30

COEF. DE VARIACION
5.46

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA ELABORADO CON Y SIN ADICIÓN DE MACROFIBRA SINTÉTICA, PARA EL CONTROL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, IQUITOS – 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES AYARZA, Mayer. Br. ZAMBRANO GRANDEZ, Wegman Alain. Asesor: Ing. CABANILLAS OLIVA, Erlin Guillermo. Dr.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Adición de SikaFiber Force - 48	0.50 Kg/m ³
Relación agua/cemento (a/c)	0.58

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

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

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.37	15.30	46.50	28.6	2,915	38	36
2	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.70	15.79	46.50	26.5	2,702	32	
3	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.63	15.35	46.50	29.5	3,011	38	
4	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.60	15.51	46.50	30.3	3,086	38	
5	TESTIGO VIGA con SikaFiber Force - 48 con 0.50 kg/m ³	20/12/2024	17/01/2025	28	15.46	15.47	46.50	27.5	2,799	35	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.68

VARIANZA
7.20

COEF. DE VARIACION
7.45

Anexo 4. Panel de fotos



Recojo del agregado fino



Ensayo de peso unitario compactado



Peso de la muestra



Ensayo a la compresión testigos cilíndricos



Ensayo de flexión de las vigas de concreto cemento arena