



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Boza Sotacuro, Alfredo (ORCID: 0000-0001-5888-9891)

ASESOR:

Mg. Sinche Rosillo, Fredy Marco (ORCID: 0000-0002-3313-9530)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico esta investigación en primer lugar a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas en los momentos más difíciles de mi vida así para continuar con mis metas trazadas. A mis padres Víctor y Paulina y hermanos por su apoyo incondicional, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir mis sueños, de no temer las adversidades que se presentan día a día.

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a mi familia, que gracias a ellos que me ayudaron a culminar mi formación profesional y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible, gracias a ustedes mi linda familia estoy donde estoy. Así mismo agradecer a mi asesor de tesis que con su ayuda pude realizar una tesis óptima para mi exposición.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras y gráficos	vii
Índice de abreviaturas	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	2
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Variable y Operacionalización	10
3.3. Población, muestra y muestreo	10
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	11
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos	35
3.7. Aspecto ético	35
IV. RESULTADOS	36
V: DISCUSIÓN	60
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS	64
NORMAS	68
ANEXOS	69

Índice de tablas

Tabla 1: Muestras de estudio	11
Tabla 2: Validación del instrumento	12
Tabla 3: Validación del instrumento	13
Tabla 4: Validación del instrumento	14
Tabla 5: Resistencia a la compresión	24
Tabla 6: Relación agua/cemento por resistencia	25
Tabla 7: Relación agua/cemento por resistencia	26
Tabla 8: Materiales secos por m^3 de concreto	27
Tabla 9: Materiales Corrección por % Humedad (Diseño final).....	28
Tabla 10: Materiales Corrección por % Humedad y PUC	29
Tabla 11: Análisis Granulométrico del agregado grueso.....	36
Tabla 12: Resultados Granulométrico del agregado grueso	36
Tabla 13: Análisis Granulométrico del agregado fino.....	37
Tabla 14: Resultados Granulométrico del agregado fino	37
Tabla 15: Resultados del contenido de humedad del agregado grueso	38
Tabla 16: Resultados del contenido de humedad del agregado fino.....	39
Tabla 17: Resultados del peso unitario suelto seco del agregado grueso	39
Tabla 18: Resultados del peso unitario compactado suelto del agregado grueso.....	39
Tabla 19: Resultados del peso unitario suelto seco del agregado fino	40
Tabla 20: Resultados del peso unitario compactado seco del agregado fino ..	40
Tabla 21: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso. ...	40
Tabla 22: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.	41
Tabla 23: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.	41
Tabla 24: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.	41
Tabla 25: Materiales secos por m^3 de concreto (Teórico)	42
Tabla 26: Dosificación para concreto Patrón ($1m^3$)	42
Tabla 27: proporciones en peso.....	42
Tabla 28: Dosificación para concreto con 2% de fibra de maguey ($1m^3$)	43
Tabla 29: Dosificación para concreto con 4% de fibra de maguey ($1m^3$)	43
Tabla 30: Dosificación para concreto con 6% de fibra de maguey ($1m^3$)	43
Tabla 31: Resultados de temperatura de mezcla.....	44

Tabla 32: Resultados de asentamiento de mezcla.....	44
Tabla 33: Resultados de peso unitario de concreto fresco	44
Tabla 34: Resultados del contenido de aire en mezcla.....	45
Tabla 35: Resultados de resistencia a compresión del concreto patrón	46
Tabla 36: Resultados de resistencia a compresión con 2% de fibra de maguey	47
Tabla 37: Resultados de resistencia a compresión con 4% de fibra de maguey	48
Tabla 38: Resultados de resistencia a compresión con 6% de fibra de maguey	49
Tabla 39: Resultados de resistencia a flexión de concreto patrón	50
Tabla 40: Resultados de resistencia a flexión con 2% de fibra de maguey	51
Tabla 41: Resultados de resistencia a flexión con 4% de fibra de maguey	52
Tabla 42: Resultados de resistencia a flexión con 6% de fibra de maguey	53
Tabla 43: Resumen de resistencia a compresión	54
Tabla 44: Resumen de resistencia a flexión	55
Tabla 45: Costo unitario para elaboración de concreto patrón.....	56
Tabla 46: Costo unitario para elaboración de fibra de maguey	56
Tabla 47: Costo unitario para elaboración de concreto con 4% fibra de maguey	57

Índice de figuras y gráficos

Figura 1: Ubicación de extracción de maguey	16
Figura 2: Extracción de maguey.....	17
Figura 3: Quemado de maguey.....	17
Figura 4: Cepillado de fibra de maguey	18
Figura 5: Pesaje de fibra de maguey	18
Figura 6: Pesaje de fibra de maguey para calcular % de Absorción	18
Figura 7: Cuarteo de agregado fino	19
Figura 8: Tamizado de agregado fino	20
Figura 9: Cuarteo de agregado grueso	20
Figura 10: Tamizado de agregado grueso	21
Figura 11: Peso unitario suelto y compactado de los agregados.....	22
Figura 12: Peso específico y absorción de agregado fino.....	22
Figura 13: Peso específico y absorción de agregado grueso	23
Figura 14: Procedimiento del ensayo de cono de abrams	30
Figura 15: Temperatura del concreto sin y con fibra de maguey	30
Figura 16: Ensayo de contenido de aire sin y con fibra de maguey	31
Figura 17: Ensayo de peso unitario de concreto sin y con fibra de maguey	32
Figura 18: Probetas y vigas Patrón y con 2% de fibra de maguey.....	32
Figura 19: Elaboración de probetas y vigas con 4% y 6% de fibra de maguey	33
Figura 20: Desencofrado y curado de probetas y vigas	33
Figura 21: Ensayo de resistencia a compresión.....	34
Figura 22: Ensayo de resistencia a flexión.....	34
Gráfico 1: Curva granulométrica de agregado grueso	37
Gráfico 2: Curva granulométrica de agregado fino.....	38
Gráfico 3: Curva de resistencia vs tiempo de concreto patrón	46
Gráfico 4: Curva de resistencia vs tiempo con 2% de fibra de maguey	47
Gráfico 5: Curva de resistencia vs tiempo de 4% fibra de maguey	48
Gráfico 6: Curva de resistencia vs tiempo de 6% fibra de maguey	49
Gráfico 7: Curva de Mr de concreto patrón vs tiempo	50
Gráfico 8: Curva de Mr de concreto con 2% de fibra vs tiempo	51
Gráfico 9: Curva de Mr de concreto con 4% de fibra vs tiempo	52
Gráfico 10: Curva de Mr de concreto con 6% de fibra vs tiempo	53

Grafica11: Resumen de resistencia a compresión.....	54
Grafica 12: Resumen de resistencia a flexión.....	55

Índice de abreviaturas

ASTM: (American Society for Testing and Materials).....	7
ACI: (American Concrete Institute).....	7
GE: Grupo experimental	9
GC: Grupo control.....	9
TMN: (Tamaño Máximo Nominal)	24
M.F: (Modulo de Finura).....	38

Resumen

La necesidad e iniciativa de la investigación surge de la falta de nuevas tecnologías para aumentar su vida útil del diseño de concreto hidráulico, es por ello que la presente investigación tiene como objetivo mejorar la resistencia a flexión por medio del diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey. Para ello se realizó todos los estudios como propiedades físicas de los agregados y fibra de maguey como también las propiedades mecánicas de vigas y probetas en el laboratorio C3 Ingeniería especializada en concreto y asfalto. La metodología de la presente investigación se detalla de la siguiente manera. Enfoque es cuantitativo, tipo - aplicada, nivel - descriptiva, diseño experimental de carácter Cuasi-Experimental. donde se desarrolló el diseño de concreto con $f'c=280$ kg/cm² con 2%, 4% y 6% de fibra de maguey, elaborando 36 probetas, para ser ensayadas a resistencia a compresión a una edad de 7, 14 y 28 días de curado, de igual manera se elaboró 36 vigas para ser ensayadas a resistencia a flexión a una edad de 7, 14 y 28 días de curado. del cual se llegó a la conclusión en el concreto en estado fresco que a mayor porcentaje de fibra de maguey reduce la fluidez de la mezcla, presentamos resultados obtenidos un Slump de 4 ¾", 4 1/2", 4 ¼" en los porcentajes de 2%, 4% y 6% de fibra de maguey. En los ensayos en estado endurecido con adición de fibra con porcentajes de 2%, 4% y 6% de fibra de maguey se obtuvo un $f'c$ de 326.6 kg/cm², 332.9 kg/cm² y 314.7 kg/cm², concreto patrón de $f'c = 301.6$ kg/cm² mientras en resistencia a flexión obtuvo M_r de 106.9 kg/cm², 108.9 kg/cm² y 105.9 kg/cm², viga patrón de $M_r = 101.8$ kg/cm², por lo tanto, se deduce que el porcentaje más óptimo para el diseño de concreto hidráulico es 4% de fibra de maguey.

Palabras clave: concreto, fibra, maguey, compresión, flexión, diseño.

Abstract

The need and initiative of the research arises from the lack of new technologies to increase the useful life of the hydraulic concrete design, that is why the present research aims to improve the flexural strength through the design of hydraulic concrete with fiberglass fiber. maguey. For this, all the studies were carried out on the physical properties of the aggregates and maguey fiber as well as the mechanical properties of beams and specimens in the C3 Engineering laboratory specialized in concrete and asphalt. The methodology of this research is detailed as follows. Approach is quantitative, type - applied, level - descriptive, experimental design of a Quasi-Experimental nature. where the concrete design was developed with $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$ with 2%, 4% and 6% maguey fiber, making 36 specimens, to be tested for compressive strength at an age of 7, 14 and 28 days of curing, in the same way 36 beams were elaborated to be tested for flexural strength at an age of 7, 14 and 28 days of curing. from which it was concluded in fresh concrete that the higher the percentage of maguey fiber reduces the fluidity of the mix, we present results obtained a Slump of $4 \frac{3}{4}$ ", $4 \frac{1}{2}$ ", $4 \frac{1}{4}$ "in the percentages 2%, 4% and 6% maguey fiber. In the tests in the hardened state with the addition of fiber with percentages of 2%, 4% and 6% of maguey fiber, an $f'c$ of 326.6 kg / cm^2 , 332.9 kg / cm^2 and 314.7 kg / cm^2 , standard concrete of $f'c = 301.6 \text{ kg / cm}^2$ while in flexural strength he obtained M_r of 106.9 kg / cm^2 , 108.9 kg / cm^2 and 105.9 kg / cm^2 , standard beam of $M_r = 101.8 \text{ kg / cm}^2$, therefore, it follows that the percentage The most optimal for the design of hydraulic concrete is 4% maguey fiber.

Keywords: concrete, fiber, maguey, compression, bending, design.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional y nacional han surgido nuevos avances tecnológicos en el diseño de mezcla adicionando fibras artificiales y fibras naturales para mejorar la resistencia a compresión y flexión. Esta investigación consiste en mejorar las propiedades físicas y mecánicas de concreto hidráulico de 280 Kg/cm² adicionando fibra de maguey. En la ciudad de Huancayo mayormente utilizan concreto tradicional, pero en mayor parte de la zona el concreto necesita refuerzo por la mala calidad de los agregados, por la cual se plantea el uso de adiciones naturales como fibra de maguey, que es fácil de extracción y uso para el diseño de concreto, así como también los políticos de los gobiernos locales y regionales no incluyen labores de mantenimiento rutinario y tampoco los mantenimientos periódicos, si no cerraron sus ojos hasta que el pavimento rígido resulta ser un verdadero problema de transitabilidad de los vehículos, por la gran cantidad de baches generados. Ante esta problemática que estamos viviendo día a día, se está planteando para mejorar la vida útil del pavimento rígido mejorar la resistencia a flexión adicionando fibra de maguey para el diseño de concreto hidráulico.

Según lo mencionado anteriormente se aborda la siguiente formulación del problema general ¿Cómo el diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey mejoraría la resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021? Así mismo, se cuenta con los problemas específicos que permiten desglosar el problema general: ¿Cuál es el porcentaje óptimo de fibra de maguey para el diseño de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021?, ¿Cuál es la relación de agua cemento adicionado fibra de maguey que logrará mantener las características de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021?, ¿Cuál será el costo del concreto hidráulico por m³ con adición de fibra de maguey para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021?. **La Justificación** de la presente investigación está basada en investigaciones que llegaron a resultados positivos adicionando fibras naturales y fibras artificiales en el diseño de concreto hidráulico, aumentando la resistencia a flexión y compresión, reduciendo el costo de concreto por m³ llegando a óptimos resultados.

Esta investigación se centrará en mejorar la resistencia de concreto hidráulico utilizando fibra de maguey, utilizando la cantera de Pilcomayo.

Por ello, este trabajo de investigación se plantea desarrollar como objetivo general, mejorar la resistencia a flexión por medio del diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey en pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021. Así mismo, se desglosa el objetivo general en objetivos específicos como: Determinar el porcentaje óptimo de fibra de maguey para el diseño de concreto hidráulico en pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021. Determinar la relación de agua cemento adicionado fibra de maguey que logra mantener las características de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021. Determinar el costo del concreto hidráulico por m³ con adición de fibra de maguey para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021. En la hipótesis tenemos respuestas tentativas como hipótesis general: El diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey mejorará la resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021. Así mismo, se plantea como hipótesis específicas: La fibra de maguey tiene porcentaje óptimo en el diseño de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021. Relación agua cemento calculado adicionando fibra de maguey logró mantener las características de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021. La fibra de maguey influye significativamente en el costo del concreto hidráulico por m³ para pavimentos de alto tránsito, Huancayo – 2021. Las limitaciones del estudio en la zona se traducen por las temporadas de lluvia donde por la altura de más de 3260 m.s.n.m caen lluvias intensas que dificulta para realizar extracciones de materiales para el estudio. Otro problema, es lo económico no se cuenta con una institución que nos pueda apoyar con el costo de ensayos de laboratorio.

II. MARCO TEÓRICO

Se nombrarán antecedentes más relevantes a la investigación que se realiza en esta tesis:

A nivel internacional, (Huertas & Martinez, 2019) presentó el trabajo titulado “Estudio de las particularidades estructurales del concreto adicionado con la fibra de bagazo de caña”, para optar por el título de ingeniero civil, en la Universidad Católica de Colombia. Tiene como objetivo principal, examinar la eficiencia del concreto con incorporación de fibra de caña. La metodología utilizada es aplicada, nivel descriptivo y diseño experimental. Con todos los ensayos realizados se llegó a la conclusión que la proporción adecuada es de 0.6% de fibra caña que cumple con los parámetros establecidos de la norma colombiana.

A nivel internacional, (Terreros & Carbajal, 2016) presentó el trabajo titulado “Estudio de las características mecánicas de un concreto incorporando fibra de cáñamo”, para optar por el título de ingeniero civil, en la Universidad Católica de Colombia. Tiene como objetivo general, Evaluar las características mecánicas mediante el ensayo de compresión y a flexión de un concreto agregando fibra de cáñamo en el diseño, por lo cual utiliza la metodología observacional y experimental para comparar la resistencia a compresión y flexión a los 28 días de curado, en las muestras de concreto convencional y con adición de fibra, dando como conclusión que se ha proporcionado 1% de fibra de cáñamo de su peso total de concreto a las muestras con adición de fibra, a los 7 y 14 días de curado en las muestras de concreto con fibra de cáñamo supero la resistencia a concreto, convencional, mientras a los 28 días de curado la resistencia no dio un valor esperado, en resistencia a flexión con fibra de cáñamo supero valores teóricos por lo tanto se deduce que concreto con fibra de cáñamo es resistente a flexión.

A nivel internacional, (Peñafiel, 2016) presentó el trabajo titulado “Estudio de la resistencia a la compresión del concreto adicionado vidrio reciclado molido en peso del agregado fino”, para optar por el título de ingeniero civil, en la Universidad Técnica de Ambato-Ecuador. La presente tesis tiene como objetivo general, verificar la resistencia a compresión de probetas con adición de vidrio

reciclado diseñados con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, por lo cual utiliza la metodología observacional y experimental debido a que se va realizar diseño de mezcla agregando en porcentajes el vidrio molido y ensayo de compresión a los 7, 14, 28 días de curado, dando como conclusión que la proporción adecuada es de 40% de vidrio molido que alcanzo un $f'c$ de 234.78 Kg/cm^2 a los 28 días de curado superando a la resistencia de concreto convencional.

A nivel nacional, (Lobaton, 2019) presentó el trabajo titulado “Dominio del cristal molido en la resistencia a flexión del concreto hidráulico, en la ciudad de Huancavelica”, para optar por el título profesional de ingeniero civil, en la Universidad Nacional de Huancavelica. Tiene como objetivo principal, medir el dominio del cristal molido en la resistencia a flexión del concreto hidráulico en la ciudad de Huancavelica. La metodología de esta investigación es: Tipo de investigación aplicada, nivel de investigación es explicativo, diseño de investigación es cuasi-experimental, en esta investigación se dio como conclusión que la adición de vidrio molido adecuada superó la resistencia a flexión es de tamiz N°4 a concreto patrón en 3.37% ,también se reduce el espesor del pavimento rígido en 20.68 cm de espesor por lo tanto se puede ahorrar el costo de materiales de concreto así también de mantenimiento rutinario y periódico.

A nivel nacional, (Alegre Montalvo Christian Alexander, 2018) presentó el trabajo titulado “Aguante a flexión en vigas de concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, al añadir en un 5% y 10% de fibra de agave lechuguilla, en la ciudad de Huaraz”, para optar por el título profesional de ingeniero civil, en la Universidad San Pedro. Tiene como objetivo principal, determinar el aguante a flexión de una viga armada al añadir en un 5% y 10% de la fibra de agave lechuguilla tratada con parafina. La metodología de esta investigación es de nivel explicativo experimental, diseño de investigación es Cuasi-Experimental, en esta investigación se dio como conclusión que el diseño optimo es con 10% de fibra de lechuguilla que supera en 3.69% a concreto patrón.

A nivel nacional, (Herrera & Quispe, 2019) presentó el trabajo titulado “Estudio del concreto hidráulico adicionado con fibras de agave para el diseño de pavimento rígido con el método mecanistico en la Av. Universitaria de la provincia de Huancavelica-2018”, para optar por el título profesional de ingeniero

civil, en la Universidad Nacional de Huancavelica, en la ciudad de Huancavelica. Tiene como objetivo general, determinar el comportamiento del concreto hidráulico con fibra de agave en el diseño de pavimento rígido. El método de investigación tipo aplicada, nivel explicativo, Pre-Experimental, por lo que se va manipular en porcentajes fibra de agave, para el diseño de concreto con $f'c = 280$ kg/cm² y el ensayo se realizó a los 28 días para analizar la resistencia a flexión y compresión del concreto, dando como conclusión que la dosificación adecuada de fibra de agave es de 0.1% con una longitud de 5.5 cm, valores obtenidos en los ensayos son: resistencia a compresión es 345.48 kg/cm² y en resistencia a flexión es 41.64 kg/cm², que ha superado los valores de concreto patrón.

Marco conceptual

Según (Flores G. , 2011), define al Maguey que pertenece a la familia agaváceas y también al género agave, la mayor explotación de maguey en el noreste de México (estado de Nuevo León), cuyo territorio está ocupando 90% de vegetación de maguey. De igual manera en el distrito de Cuenca, Huancavelica cuyas parcelas delimitan con maguey y utilizan la fibra de maguey como materia prima para fabricar sogas. Los usos del maguey en medicina casera, son en aguamiel de maguey que cura enfermedades pulmonares como asma y gastritis, para construcción las pencas de maguey se utilizan para techados de cobertizo para ganado, como canaletas, también la fibra de maguey es la materia prima para hacer sogas, cuerdas, tapetes etc.

Componentes del concreto:

Cemento, según (García K. L., 2018, pág. 38) define que el cemento es un polvo finamente molido es decir material aglutinante. Según NTP 334.009, el cemento Portland este compuesto por Clinker Portland más Yeso.

Tipos de cemento Portland:

Tipo I: Es el más común que se utiliza en la construcción que no esté en presencia de sulfatos tanto en el suelo como en el agua, según la norma (ASTM C-150, 2009)

Tipo II: Se usa cuando se requiere moderada resistencia a los sulfatos como en obras de puentes, obras portuarias, también se usa en climas cálidos, según la norma (ASTM C-150, 2009).

Tipo III: Se usa en obras que requieren alta resistencia y en zonas de baja temperatura, según la norma (ASTM C-150, 2009)

Tipo IV: Se usa en obras de mayor envergadura como represas, centrales hidroeléctricas, tiene bajo calor de hidratación, según la norma (ASTM C-150, 2009)

Tipo V: según ACI 318 recomienda para obras que requiere alta resistencia a los sulfatos, como para obras portuarias, canales, túneles en suelos que contiene mayor sulfato (ACI-318, 2015)

ASTM: (American Society for Testing and Materials)

ACI: (American Concrete Institute)

Agregados, según NTP 400.011, son partículas inorgánicas de origen natural o artificial, forman parte del concreto que ocupan aproximadamente el 75% del volumen total del concreto.

Agregado Fino, Según (Mendoza, 2008, pág. 2) es el material que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200 y se clasifica en arena natural producto de canto rodado o río. (ASTM C 33).

Agregado Grueso, según (Iberico, 2019, pág. 18) formado por manera natural o piedras trituradas, son retenidos en el tamiz N°4 (4.75 mm), y que pasa por la malla N°3 1/2" (90mm). Mayormente el tamaño de agregado grueso varia de 5mm a 150mm.

Agua, según (Garcia k. L., 2018), el agua es el componente más importante en la combinación de concreto que reacciona químicamente con el cemento para formación de gel (proceso de hidratación) y que facilita una buena manipulación de la mezcla, que ocupa entre 14% a 18% del volumen de la

mezcla. El agua que se va utilizar en la preparación y curado de concreto deberá cumplir con los requisitos establecidos de la norma (NTP 339.088).

Ensayos en el Concreto endurecido:

Resistencia a compresión, según (Chinchayhuara, Verde Cleison, 2020) define que mediante este ensayo se puede medir la calidad y resistencia a la compresión de concreto, según ASTM C-39 en las probetas de concreto a los 28 días se logrará el 100% de resistencia de diseño.

Resistencia a flexión, según (Menendez, 2009, pág. 37) define que la resistencia a flexión es un parámetro de diseño especificado para pavimentos rígidos, es porque los pavimentos sufren fallas a flexión durante la carga de tráfico, ensayo a flexión puede ser determinado usando dos ensayos diferentes; carga en el centro y carga en el tercio.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Enfoque de investigación

El enfoque de esta investigación es Cuantitativo porque utiliza la recolección de datos, utiliza cuadros estadísticos para el análisis de datos con el objetivo de medir y estimar valores. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014)

Tipo de investigación

Tipo de investigación es Aplicada porque está buscando conexiones entre las variables para dar respuesta efectiva, resolver los problemas y necesidades que se plantean porqué y cómo da resultados de la influencia de fibra de maguey en la resistencia a flexión del concreto. (Colomé & Femenia, 2019)

Nivel de investigación

Nivel de investigación es Descriptiva, también llamado como la investigación estadística porque presenta una interpretación correcta, interpreta lo que és. (Marroquin, 2002)

Diseño de investigación

(Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014), describe que, un diseño experimental es una disposición de controlar y/o manipular las causas de un fenómeno (variables independientes), y de ésta manera para poder analizar los efectos de tal procedimiento de la variable dependiente.

Diseño de esta investigación es Experimental, de carácter Cuasi-Experimental

$$\begin{array}{c} GE: O1 \quad X \quad O2 \\ \hline GC: O3 \quad O4 \end{array}$$

GE: Grupo experimental : (Diseño de concreto con fibra de Maguey)

GC: Grupo control : (Diseño de concreto convencional)

O₁ y O₃ Pre-Test

O₂ y O₄ Post Test

X: variable independiente, (Fibra de Maguey)

3.2. Variable y Operacionalización

(Nel, 2015, pág. 48), Son características que admite valores de un fenómeno que busca la respuesta exacta o teórica, en esta investigación se va medirse en términos numéricos, combinados como variables independientes y variables dependientes, ver ANEXO 2 (Matriz de operacionalización de variables)

Variables

Variable independiente: Fibra de maguey

Variable dependiente: Resistencia del concreto con $f'c=280\text{Kg/cm}^2$

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La población de la siguiente investigación, está constituido por 72 especímenes tanto como vigas y probetas de concreto, dosificadas con fibra de maguey, cemento portland tipo I, agua, agregado fino y grueso de cantera Pilcomayo.

Muestra: La muestra es igual a la población, que equivale a 72 muestras que está conformado según la norma ASTM C-78 Y NTP 339.034. La muestra de la siguiente investigación está dividida en 36 vigas de concreto, que han sido elaborados en 9 vigas de concreto patrón y 27 vigas con fibra de maguey con un diseño de $f'c=280\text{ Kg/cm}^2$ que han sido ensayados a los 7,14 y 28 días por método de la carga del tercio punto para medir la resistencia a flexión. También se realizó ensayo a compresión, que está constituido por 36 probetas de cilindro, que han sido elaborados en 9 probetas de concreto patrón y 27 probetas con fibra de maguey con un diseño de $f'c=280\text{ Kg/cm}^2$ que han sido ensayados a los 7,14 y 28 días de curado.

Tipo de muestra es no probabilístico, no se ha tomado en cuenta la aplicación de algunas fórmulas estadísticas, debido por la referenciación de las normas.

Tabla 1: Muestras de estudio

			7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	NUMERO DE MUESTRAS	POBLACIÓN
ENSAYO A COMPRESIÓN f'c=280 Kg/cm2	CONCRETO PATRÓN		3	3	3	9	72
	FIBRA DE MAGUEY	2.0%	3	3	3	27	
		4.0%	3	3	3		
		6.0%	3	3	3		
ENSAYO A FLEXIÓN f'c=280 Kg/cm2	CONCRETO PATRÓN		3	3	3	9	
	FIBRA DE MAGUEY	2.0%	3	3	3	27	
		4.0%	3	3	3		
		6.0%	3	3	3		

Fuente: elaboración propia

Muestreo: El tipo de muestreo ha sido intencional porque se ha tomado como referencia, las normativas para analizar 3 elementos de cada diseño de concreto como ensayos a flexión y compresión.

Unidad de análisis: Probetas de concreto

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

(Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014, pág. 198), es elaborar un plan especificado el procedimiento que nos lleva a reunir datos, los datos se obtendrán de observaciones, textos, archivos, ensayos y de personas del lugar de estudio para poder obtener información evidente, por ello se utiliza la técnica de observación y experimentación, primero se realizará la selección de la planta de maguey y después de realizar ensayos en laboratorio para analizar cuadros, gráficos de ensayos físicos y mecánicos.

Técnica: Observación y experimentación

Instrumentos de recolección de datos

(Sanchez Carlessi & Reyes Mez, 2006, pág. 154), son herramientas específicas que se emplean en el proceso de recogida de datos. Los instrumentos se seleccionan a partir de la técnica previamente elegida.

Instrumento: Para la investigación es la ficha de observación, fichas de ensayos experimentales.

La ficha de observación ha facilitado para apuntar todas las características que han sido recolectados en el campo como ensayos de caracterización física, de fibra de maguey, agregados y concreto en estado fresco y en estado endurecido. La ficha de ensayos experimentales, han sido empleadas con el objetivo de determinar la variación de las características del concreto por la manipulación de variables del estudio.

- ✓ Ficha para granulometría de los agregados
- ✓ Ficha para contenido de humedad de los agregados
- ✓ Ficha para peso unitario de los agregados
- ✓ Ficha para peso específico y absorción de los agregados
- ✓ Ficha para diseño de mezcla
- ✓ Ficha para peso unitario de concreto fresco
- ✓ Ficha de evaluación de la resistencia a compresión de probetas
- ✓ Ficha de evaluación de la resistencia a flexión de vigas

Validez

(Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014, pág. 200), la validez consiste en correlacionar las puntuaciones obtenidas del instrumento evaluado. Para el diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey tenemos el uso de instrumentos de recolección de datos que son las fichas técnicas validados por especialistas que se encuentra en el ANEXO 3 (fichas técnicas validadas por especialistas).

Validez: La validación del instrumento es por profesionales especialistas

Tabla 2: Validación del instrumento

N°	VALIDADO POR ESPECIALISTAS	CIP	PUNTAJE
1	Ing. Omar A. Huamani Salazar	146898	1
2	Ing. José L. Barzola Salazar	148954	1
3	Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753	1

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad de los instrumentos

(Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014), la confiabilidad es utilizada en la investigación con el fin de evaluar su aplicación, un mismo instrumento de medición se aplica dos o más veces a una misma variable, si la correlación entre los resultados de las diferentes aplicaciones es altamente positiva, se trata de que éste error sea el mínimo posible.

Es por ello que la confiabilidad de los instrumentos del proyecto queda establecida mediante la certificación de calibración de los instrumentos empleados en los ensayos de laboratorio durante la etapa de experimentación que se encuentra en el ANEXO 4 (Certificado de calibración de los equipos).

La confiabilidad de los resultados estadísticos se realizó mediante el Alfa de Cronbach. La cual puede tomar valores entre 0 y 1, donde 0 significa confiabilidad nula y 1 representa confiabilidad total.

Validación de ensayo a Compresión

Tabla 3: Validación del instrumento

DISEÑO DE CONCRETO (f'c Kg/cm ²)	ÍTEM 1	ÍTEM 2	ÍTEM 3	SUMATORIA DE ÍTEMS	
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS		
Patrón	220.4	257.6	304.9	782.8	
	218.5	256.9	296.4	771.9	
	227.3	263.1	303.6	794.0	
2% fibra	237.5	278.2	330.6	846.3	
	234.6	277.5	322.0	834.2	
	245.4	285.3	327.3	858.0	
4% fibra	241.0	282.8	336.7	860.5	
	238.5	282.6	329.3	850.4	
	250.5	290.6	332.7	873.7	
6% fibra	228.7	267.9	318.3	814.9	
	225.9	267.2	310.1	803.3	
	236.3	274.7	315.8	826.8	
VARP (Varianza de la Población)	87.6	112.1	154.4	ST²	1001.1
Sumatoria de varianza de los ítems (S_i²)	354.1			Varianza de la suma de los ítems (S_T²)	1001.1

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

$$K = 3$$

$$S_i^2 = 354.1$$

$$S_T^2 = 1001.1$$

α :

$$\alpha = \frac{3}{3-1} \left(1 - \frac{354.1}{1001.1} \right)$$

$$\alpha = 0.969$$

Con el resultado obtenido con el Alfa de Cronbach **0.969** se deduce que el instrumento utilizado para esta investigación tiene alta confiabilidad

Validación de ensayo a Flexión

Tabla 4: Validación del instrumento

DISEÑO DE CONCRETO	ÍTEM 1	ÍTEM 2	ÍTEM 3	SUMATORIA DE ÍTEMS	
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS		
Patrón	75.0	86.5	103.0	264.5	
	73.4	86.4	100.5	260.4	
	77.2	88.7	101.9	267.8	
2% fibra	78.7	90.8	108.1	277.7	
	77.0	90.8	105.6	273.4	
	81.0	93.1	107.0	281.2	
4% fibra	80.2	92.5	110.2	283.0	
	78.5	92.5	107.6	278.6	
	82.6	94.9	109.1	286.5	
6% fibra	78.0	90.0	107.1	275.0	
	76.3	89.9	104.6	270.8	
	80.3	92.2	106.0	278.5	
VARP (Varianza de la Población)	6.3	6.1	7.8	ST2	55.4

Sumatoria de varianzas de los ítems (S_i^2)	20.2	Varianza de la suma de los ítems (S_T^2)	55.4
---	------	--	------

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

$$K = 3$$

$$S_i^2 = 20.2$$

$$S_T^2 = 55.4$$

α :

$$\alpha = \frac{3}{3-1} \left(1 - \frac{20.2}{55.4} \right)$$

$$\alpha = 0.953$$

Con el resultado obtenido con el Alfa de Cronbach es $\alpha = 0.953$ se deduce que el instrumento utilizado para esta investigación tiene alta confiabilidad

La confiabilidad de los resultados estadísticos, mediante uso de la estadística descriptiva, han sido probados en el Excel y que indica que nuestros datos están correctamente correlacionados mediante la validación del instrumento dado por la prueba alfa de Cronbach, con valores obtenidos cercanos a 1.00.

3.5. Procedimientos

Etapa 1: Extracción y selección de materiales

Esta etapa se ha centrado principalmente, en la selección del material que ha sido empleado en esta investigación; fibra de maguey, agregados, el cemento es Portland Tipo I.

Extracción de fibra de Maguey

La fibra de maguey se obtuvo del Distrito Cuenca – Huancavelica, en el distrito de Cuenca la planta de maguey abunda en mayor parte del territorio:

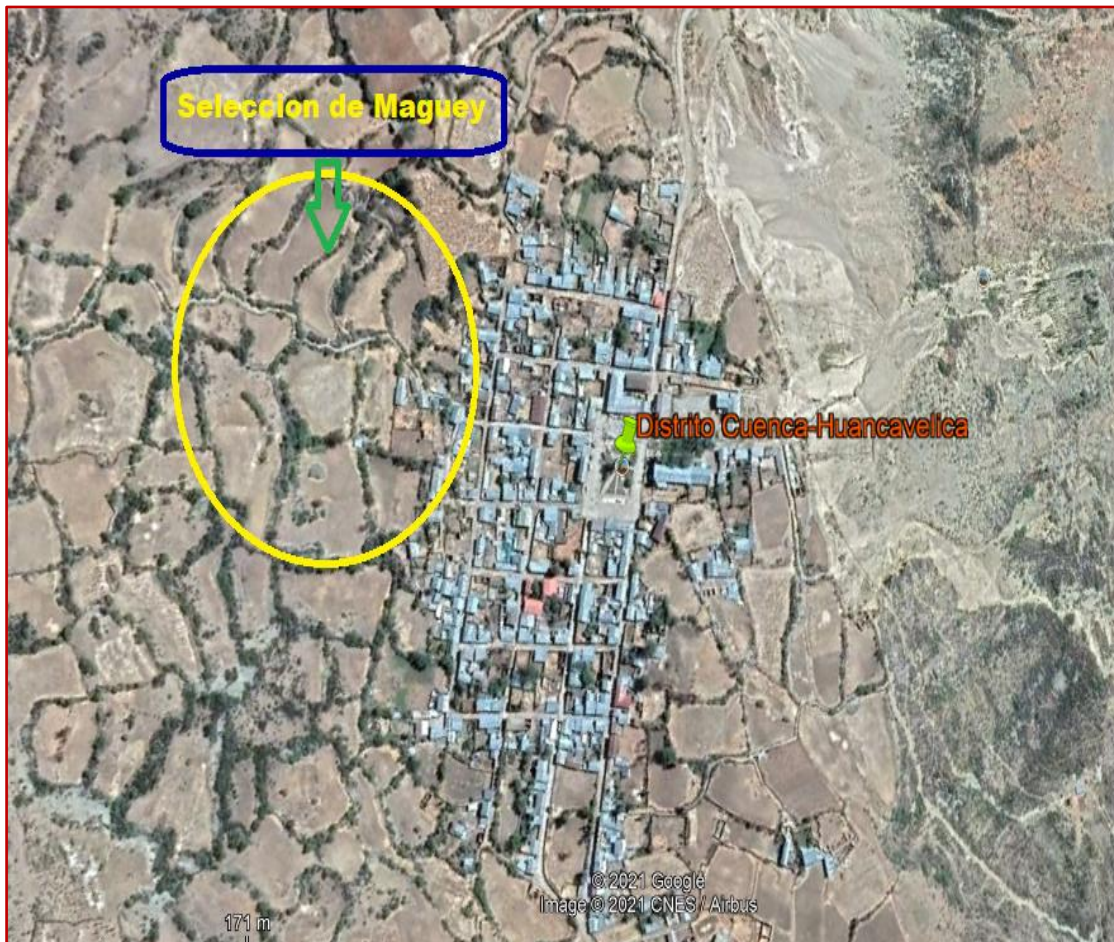
Coordenada UTM: (Universal Transversal de Mercator), de extracción de maguey.

N: 8625476.01 m

E: 495499.41 m

Z: 3244 m

Figura 1: Ubicación de extracción de maguey



Fuente: Google Earth Pro

Procedimiento de obtención de Maguey

- ✓ El corte de maguey se realiza con la ayuda de una segadera teniendo en cuenta los equipos de protección personal.

Figura 2: Extracción de maguey



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Realizar el quemado de la parte superior en ambos lados luego golpear para sumergir en un balde durante 10 a 14 días.

Figura 3: Quemado de maguey



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Retirar las partículas y cepillado de la fibra de maguey con la ayuda de machete para luego proceder con el lavado y secado.

Figura 4: Cepillado de fibra de maguey



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Realizamos pesaje de fibra de maguey para dosificación de concreto con 2%, 4% y 6% de adición.

Figura 5: Pesaje de fibra de maguey



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Procedimiento para calcular % de absorción de fibra de maguey, pesamos fibra seca al horno, después fibra superficialmente seca (SSS), para calcular con esta ecuación.

$$\% \text{ Absorción} = \frac{(\text{Peso de fibra SSS} - \text{Peso fibra secado al horno})}{\text{Peso fibra secado al horno}} \times 100$$

Figura 6: Pesaje de fibra de maguey para calcular % de Absorción



Fuente: Elaboración propia

Extracción del agregado fino y grueso

- Agregado grueso (piedra chancada), se obtuvo del Distrito de Pilcomayo de la cantera Pilcomayo – Huancayo
- Agregado fino (arena) se obtuvo del Distrito de Pilcomayo de la cantera de Pilcomayo Mantaro – Huancayo

Obtención del Cemento portland Tipo I

Se ha comprado de una ferretería local CONDECSA. El cemento que se utilizó para esta investigación es Cemento Andino Tipo I

Etapa 2: Granulometría y clasificación de agregados

Análisis granulométrico de agregado fino (ASTM C-136 / NTP 400.012)

Los procedimientos del análisis granulométrico se han realizado según las normas establecidas (ASTM C-136, 2009), primero se toma una proporción del agregado para realizar el cuarteo, luego vamos a elegir el $\frac{1}{4}$ y su $\frac{1}{4}$ opuesto, de estos $\frac{2}{4}$ hacer el mismo cuarteo para tomar $\frac{1}{4}$, por la cual se realizó el pesado de la muestra de 1220.4 g, luego se secó en la estufa, a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$, para realizar tamizado a mano.

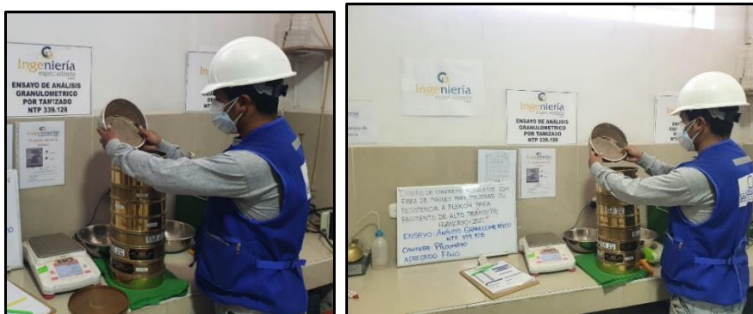
Figura 7: Cuarteo de agregado fino



Fuente: Elaboración propia

- Se hizo uso de los tamices de los siguientes tamaños: 3/8", N°4, N° 8, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo, encajándolos en orden decreciente, como lo recomienda la norma NPT 400.012.
- Se colocó la muestra en los tamices, y luego se realizó el agitado por un tiempo prudente.
- Finalmente, se pesó la muestra del material retenida de cada tamiz, para luego obtener el peso de muestra retenida correspondiente.

Figura 8: Tamizado de agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Análisis granulométrico de agregado grueso (ASTM C-136 / NTP 400.012)

Los procedimientos del análisis granulométrico se han realizado según las normas establecidas (ASTM C-136, 2009), primero se toma una proporción del agregado para realizar el cuarteo, luego vamos a elegir el $\frac{1}{4}$ y su $\frac{1}{4}$ opuesto, de estos $\frac{2}{4}$ hacer el mismo cuarteo para tomar $\frac{1}{4}$, por la cual se realizó el pesado de la muestra de 4244.8 g, luego se secó en la estufa, a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$, para realizar tamizado a mano.

Figura 9: Cuarteo de agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

- Se hizo uso de los tamices de los siguientes tamaños: 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°8 y fondo, encajándolos en orden decreciente, como lo recomienda la norma NTP 400.012.
- Se colocó la muestra en los tamices, y luego se realizó el agitado por un tiempo prudente.
- Finalmente, se pesó la muestra del material retenida de cada tamiz, para luego obtener el peso de muestra retenida correspondiente.

Figura 10: Tamizado de agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Contenido de humedad del agregado grueso y agregado fino (ASTM C566/ NTP 339.185)

El ensayo se realizó de acuerdo a la norma (ASTM C-566, 2009), se tomó el material tanto como agregado grueso y agregado fino, se pesó el material en estado natural, se apuntó en la ficha los datos luego se secó en horno de temperatura $110^{\circ}\pm 5^{\circ}$ C finalmente se pesó el material seco para calcular el porcentaje de humedad de cada material.

Peso unitario seco suelto y compactado del agregado grueso (ASTM C-29/ NTP 400.017).

Peso unitario suelto de agregados

El ensayo se realizó de acuerdo a la norma (ASTM C-29, 2009), se pesa los moldes que vamos utilizar, luego se pesa muestra más molde, finalmente con

el volumen de molde calculamos peso unitario suelto para agregado grueso y fino.

Peso unitario compactado de agregados

El ensayo se realizó de acuerdo a la norma (ASTM C-29, 2009), se pesa los moldes que vamos utilizar, llenamos al recipiente compactando con la varilla luego se pesa muestra más molde, finalmente con el volumen de molde calculamos peso unitario compactado para agregado grueso y fino.

Figura 11: Peso unitario suelto y compactado de los agregados



Fuente: Elaboración propia

Peso específico y absorción de agregado fino (ASTM C-128)

El ensayo se realizó de acuerdo a la norma (ASTM C-128, 2009), la muestra seleccionada se saturo durante 24 horas luego se secó la muestra, luego se llenó compactando con 25 golpes, finalmente calculamos.

Figura 12: Peso específico y absorción de agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Peso específico y absorción de agregado grueso (ASTM C-127)

El ensayo se realizó de acuerdo a la norma (ASTM C-127, 2009), la muestra seleccionada se saturó durante 24 horas en una canastilla, luego se secó la muestra, finalmente calculamos.

Figura 13: Peso específico y absorción de agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Etapa 3: Diseño de Mezcla

Característica de los materiales

Cemento:

Tipo de cemento portland = Andino - Tipo I

Peso específico (g/cm³) = 3.15

Agua:

Potable, de la red pública de distrito de Chilca-Huancayo

Peso específico (g/cm³) = 1.00

Agregado grueso:

Distrito Pilcomayo, cantera Pilcomayo

Tamaño máximo nominal = 3/4"

Peso específico de masa = 2.66

Peso específico de masa S.S.S. = 2.69

Peso específico aparente = 2.73

Peso unitario suelto seco = 1441 Kg/m³

Peso unitario compactado seco	= 1523 Kg/m ³
Absorción	= 0.87%
Contenido de humedad	= 0.66%

Agregado fino:

Distrito Pilcomayo, cantera Rio - Mantaro Pilcomayo

Peso específico de masa	= 2.61
Peso específico de masa S.S.S:	= 2.65
Peso específico aparente	= 2.72
Peso unitario suelto seco	= 1669 Kg/m ³
Peso unitario compactado seco	= 1938 Kg/m ³
Módulo de finura	= 3.07
Absorción	= 1.52%
Contenido de humedad	= 1.25%

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA

1) Selección de resistencia requerida

$$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

Tabla 5: Resistencia a la compresión

f'c (Kg/cm²)	f'cr (Kg/cm²)
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
sobre 350	f'c + 98

Fuente: ACI 211.1

$$f'cr = f'c + 84$$

$$f'cr = 280 + 84 = \mathbf{364 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}}$$

2) Selección del TMN del agregado grueso.

$$\text{TMN} = 3/4''$$

TMN: (Tamaño Máximo Nominal)

3) Selección del asentamiento

Por criterio de trabajabilidad de la mezcla y por agregar fibra de maguey, para la investigación se hará uso de un asentamiento de 5"

Asentamiento = 5"

4) Elección de aire y contenido de agua

Por tamaño máximo nominal de 3/4"

Según la tabla de método ACI 211 Aire = 2%

Según la tabla de método ACI 211 Agua = 205 L/m³.

5) Selección de la relación A/C

Tabla 6: Relación agua/cemento por resistencia

f'cr (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	—
450	0.38	—

Fuente: ACI 211

Si f'cr = 364 (Kg/cm²) entonces calculamos interpolando con los valores de la tabla

400 _____ 0.43

364 _____ x

350 _____ 0.48

Relación A/C diseño = 0.466

6) Cálculo del contenido de cemento

Calculamos utilizando la siguiente ecuación

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Contenido de agua} \left(\frac{\text{L}}{\text{m}^3} \right)}{\text{Relación} \frac{a}{c} \text{ diseño (f'cr)}}$$

Contenido de cemento (Kg/m³) = **440 Kg/m³**

7) Cálculo del volumen absoluto de los materiales sin agregados

Tabla 7: Relación agua/cemento por resistencia

Material	Peso Seco	Peso Especifico	Volumen
Cemento (Kg)	440	3150	0.1397
Agua (Lt)	205	1000	0.2050
Aire (%)	2%	...	0.0200
		Total	0.3647

Fuente: Elaboración propia

Volumen del agregado global = $1 - 0.3647 = 0.6353 \text{ m}^3$

8) Cálculo de los pesos secos de los agregados

% de agregado fino = 52% del total de los agregados

% de agregado grueso = 48% del total de los agregados

Calculamos volumen de agregado fino

Volumen del agregado fino = $0.6353 \text{ m}^3 \times 52\%$

Volumen del agregado fino = 0.330 m^3

Calculamos peso seco de agregado fino

Peso seco del agregado fino = $0.330 \text{ m}^3 \times 2610 \text{ Kg/m}^3$

Peso seco del agregado fino = **863 Kg**

Calculamos volumen de agregado grueso

Volumen del agregado grueso = $0.6353 \text{ m}^3 \times 48\%$

Volumen del agregado grueso = 0.305 m^3

Calculamos peso seco de agregado grueso

Peso seco del agregado grueso = $0.305 \text{ m}^3 \times 2660 \text{ Kg/m}^3$

Peso seco del agregado grueso = **812 Kg**

9) Cantidad de materiales secos por m^3 de concreto (Teórico)

Tabla 8: Materiales secos por m^3 de concreto

Material	Peso Seco Kg/m^3	volumen (m^3)
Cemento	440	0.140
Agua	205	0.205
Agregado fino	863	0.330
Agregado grueso	812	0.305
Aire 2%	-----	0.020
PUC (Kg/m^3)	2320	

Fuente: Elaboración propia

10) Corrección del diseño por el aporte de humedad

Cálculo de Agua efectiva en los agregados

Agregado Fino

$$\text{Agua efectiva Agre. Fino} = 863 \times \left(\frac{1.52}{100} - \frac{1.25}{100} \right)$$

$$\text{Agua efectiva Agre. Fino} = \mathbf{2.4 \text{ kg}}$$

Agregado Grueso

$$\text{Agua efectiva Agre. Grueso} = 812 \times \left(\frac{0.87}{100} - \frac{0.66}{100} \right)$$

$$\text{Agua efectiva Agre. grueso} = \mathbf{1.7 \text{ kg}}$$

Corrección por Contenido de humedad

Agregado Fino

$$\text{Correc. Peso AF Humedo} = 863 \times \left(1 + \frac{1.25}{100} \right)$$

$$\text{Correc. Peso AF Humedo} = \mathbf{874 \text{ kg}}$$

Agregado Grueso

$$\text{Correc. Peso AG Humedo} = 812 \times \left(1 + \frac{0.66}{100} \right)$$

$$\text{Correc. Peso AG Humedo} = \mathbf{817 \text{ kg}}$$

Agua

Correc. Peso de Agua = 205 + 4.10

Correc. Peso de Agua = **209 Lt**

Tabla 9: Materiales Corrección por % Humedad (Diseño final)

Material (m^3)	Peso Húmedo (kg)	volumen (m^3)
Cemento	440	0.140
Agua	209	0.209
Agregado fino	874	0.334
Agregado grueso	817	0.307
Aire (2%)	----	0.020
PUC (Kg/m^3)	2340	

Fuente: Elaboración propia

11) Corrección por Peso Unitario de Concreto fresco

Peso Unitario de Concreto fresco dato de laboratorio

Peso Unitario de Concreto fresco = **2365 Kg/m^3**

Calculamos el volumen de concreto hecho

$$\text{Volumen de Concreto Hecho } (m^3) = \frac{2340}{2365}$$

$$\text{Volumen de Concreto Hecho } (m^3) = \mathbf{0.989 m^3}$$

Recalculamos Cantidad de material con los valores de Peso unitario de concreto fresco

$$\text{Cemento Tipo I} = \frac{440}{0.989} = 445 \text{ Kg}$$

$$\text{Agua} = \frac{209}{0.989} = 211 \text{ Lt}$$

$$\text{Agregado Fino} = \frac{874}{0.989} = 883 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{817}{0.989} = 826 \text{ Kg}$$

Resumen de materiales por m³ corregidos por humedad y por peso unitario de concreto fresco

Tabla 10: Materiales Corrección por % Humedad y PUC

Material (m ³)	Peso Húmedo (kg)	volumen (m ³)
Cemento	445	0.141
Agua	211	0.211
Agregado fino	883	0.338
Agregado grueso	826	0.311
Aire (2%)	----	0.020
PUC (Kg/m ³)	2365	

Fuente: Elaboración propia

Etapa 4: Ensayos de concreto fresco

Es muy importante realizar ensayo en concreto fresco para ver el comportamiento del concreto convencional y concreto adicionado con fibra de maguey.

Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto (Slump) (ASTM C-143, NTP 339.035)

Slump de concreto patrón y con adición de fibra de maguey

El procedimiento de ensayo de asentamiento se realizó según norma (ASTM C-143, 2009). El cono húmedo colocar en la superficie plana, después se llena en tres capas, cada capa se debe compactar 25 veces con la varilla de longitud 600mm (24") de diámetro 16mm (5/8") finalmente se invierte el cono para medir el asentamiento

Figura 14: Procedimiento del ensayo de cono de abrams



Fuente: Elaboración propia

Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón, concreto patrón y con adición de fibra de maguey (ASTM C-1064, NTP 339.184)

Según la norma (ASTM C-1064, 2009) , después de obtener mezcla de concreto colocar el termómetro, el sensor de termómetro debe estar sumergido 3 pulg como mínimo, para tomar la lectura el instrumento debe estar de 2 a 3 min como máximo.

Figura 15: Temperatura del concreto sin y con fibra de maguey



Fuente: Elaboración propia

Método por presión para determinación del contenido de aire en mezclas frescas con y sin fibra de maguey (ASTM C-231, NTP 339.088)

Según la norma (ASTM C-231, 2014), el contenido de aire se realiza con el equipo de Washington. Primero se tapa con el equipo de Washington, luego el equipo incorporar agua hasta que llene el embudo del equipo, después se realiza el bombeo de aire a la muestra, finalmente se toma la lectura del contenido de aire que puede tener mezcla de concreto.

Figura 16: Ensayo de contenido de aire sin y con fibra de maguey



Fuente: Elaboración propia

Método de ensayo para la determinación del peso unitario del concreto en estado fresco. (ASTM C-138, NTP 339.046)

El ensayo de peso unitario se realizó según la norma (ASTM C-138, 2014), el concreto se llena en tres capas iguales luego se realiza el varillado de 25 golpes en cada capa, en seguida se realiza 10 a 15 golpes externos con comba de goma, finalmente se realiza el pesado de la muestra.

Aplicación de la siguiente ecuación.

$$\text{Peso Unitario} = \frac{(\text{Masa de concreto} - \text{Masa del recipiente})}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Figura 17: Ensayo de peso unitario de concreto sin y con fibra de maguey



Fuente: Elaboración propia

Etapa 5: Vaciado – curado de la probetas y vigas de concreto

Procedimiento de elaboración de probetas cilíndricas (ASTM C-31)

- ✓ Primero se humedeció los moldes cilíndricos de 4" x 8", con la ayuda de cucharón se llenó los moldes en dos capas, se dio 25 golpes con varilla compactadora en cada capa, por último, dejar la superficie plana.

Procedimiento de elaboración de vigas (ASTM C-78)

- ✓ Primero se humedeció los moldes prismáticos de 6" x 6" x 20", la mezcla se colocó en dos capas aplicando 56 golpes en cada capa, finalmente se deja la superficie plana.

Figura 18: Probetas y vigas Patrón y con 2% de fibra de maguey



Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Elaboración de probetas y vigas con 4% y 6% de fibra de maguey



Fuente: Elaboración propia

- ✓ Desencofrado y curado de las muestras se hizo en una tina metálica

Figura 20: Desencofrado y curado de probetas y vigas



Fuente: Elaboración propia

Etapa 6: Ensayo de concreto endurecido

Ensayo de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricos (ASTM C-39 / NTP 339.034).

El ensayo se realizó bajo esta norma (NTP 339.036, 2015), los especímenes se ensayaron en condición húmeda, antes de iniciar el ensayo se debe revisar las mediciones de cada probeta finalmente colocamos el espécimen para ser ensayada, la aplicación de la velocidad de carga es de $0.25 \pm 0.05 \text{MPa/s}$.

Figura 21: Ensayo de resistencia a compresión



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (ASTM C-78 / NTP 339.078)

El ensayo se realizó bajo esta norma (NTP 339.078, 2012), los especímenes se ensayaron en condición húmeda, tomar tres medidas (una en cada extremo y al centro), finalmente colocamos las placas en los tercios de la luz de la viga y aplicar una carga entre 3% y 6% de la carga.

Figura 22: Ensayo de resistencia a flexión



Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Para la presente investigación, se ha considerado estadística descriptiva con el objetivo de conocer las características de las variables de estudio así para tener confiabilidad de los datos obtenidos en el laboratorio. El análisis de estadística descriptiva es por alfa de Cronbach.

3.7. Aspecto ético

La investigación se realizó respetando los derechos de autor de las diversas fuentes de consulta, asimismo se realizó una observación estricta y correcto desarrollo de la investigación realizada, que permite obtener conclusiones confiables que garantizan la calidad del estudio de investigación, finalmente se empleó el software de similitud Turnitin que se encuentra en el ANEXO N°6 y los certificados de calibración de los equipos utilizados en la investigación que se encuentra en el ANEXO N°4

IV. RESULTADOS

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Clasificación de agregados

Análisis granulométrico de agregados grueso (ASTM C-136 / NTP 400.012)

Tabla 11: Análisis Granulométrico del agregado grueso

TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	99.3	4.6	4.6	95.4
1/2"	12.500	1652.2	31.2	35.8	64.2
3/8"	9.500	1250.0	29.7	65.5	34.5
N°4	4.750	960	30.0	95.5	4.5
N°8	2.360	283.3	4.3	99.8	0.2
FONDO			0.2	100.0	
	TOTAL	4244.8	100.0		

Fuente: Elaboración propia

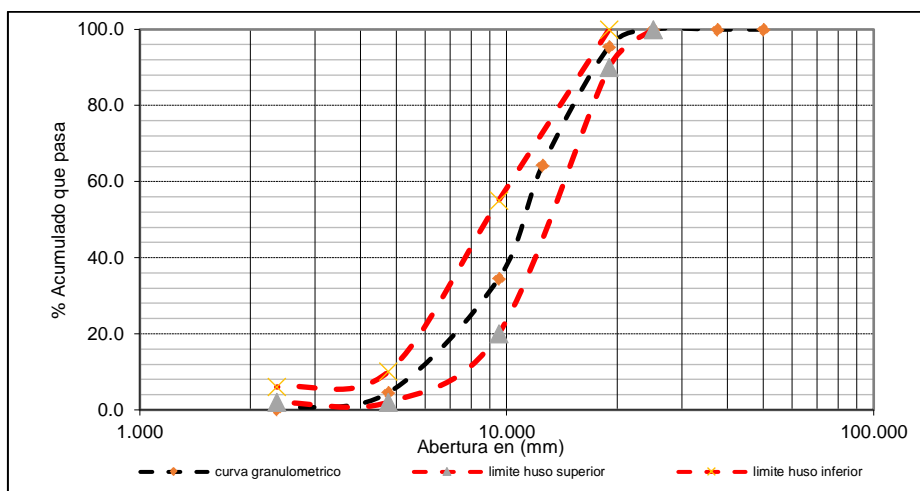
Tabla 12: Resultados Granulométrico del agregado grueso

Malla	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa	Limites Totales % acumulativo pasante
1 pulg	0.0	0.0	100.0	100
3/4 pulg	4.6	4.6	95.4	90 a 100
1/2 pulg	31.2	35.8	64.2	---
3/8 pulg	29.7	65.5	34.5	20 a 55
No. 4	30.0	95.5	4.5	0 a 10
No. 8	4.3	99.8	0.2	0 a 5
Fondo	0.2	100.0	0.0	

Fuente: Elaboración propia

TM	1 pulg
TMN	3/4 pulg
M.F	6.65

Gráfico 1: Curva granulométrica de agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Análisis granulométrico del Agregado Fino (ASTM C-136 / NTP 400.012)

Tabla 13: Análisis Granulométrico del agregado fino

TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
N°4	4.750	60.7	5.0	5.0	98.5
N°8	2.360	110.4	9.0	14.0	85.1
N°16	1.180	214.7	17.6	31.6	67.5
N°30	0.600	256.3	21.0	52.6	42.8
N°50	0.300	285.1	23.4	76.0	23.3
N°100	0.150	210.8	17.3	93.2	4.5
FONDO		82.4	6.8		
	TOTAL	1220.4	100.0		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Resultados Granulométrico del agregado fino

Tamiz	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa	Huso C
				Limites Totales % acumulativo pasante
3/4 pulg	0.0	0.0	100.0	100

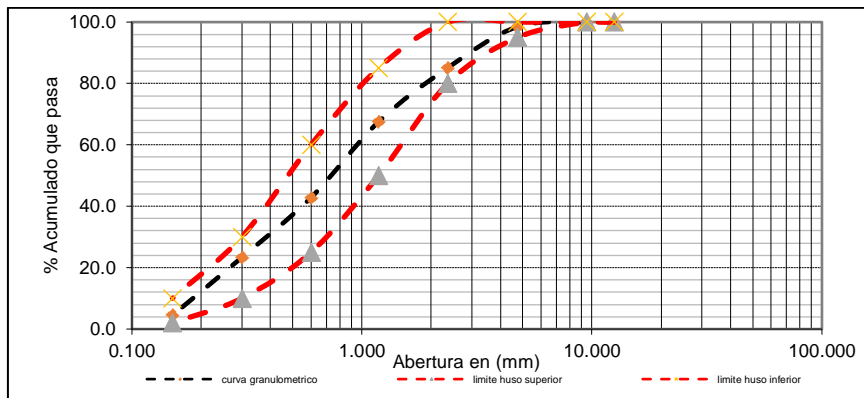
1/2 pulg	0.0	0.0	100.0	100
3/8 pulg	0.0	0.0	100.0	100
No. 4	3.2	3.2	96.8	95 a 100
No. 8	13.9	17.1	82.9	80 a 100
No. 16	23.9	41.0	59.0	50 a 85
No. 30	26.9	67.9	32.1	25 a 60
No. 50	14.6	82.5	17.5	5 a 30
No. 100	12.7	95.2	4.8	0 a 10
Fondo	4.8	100.0		

Fuente: Elaboración propia

M.F	3.07
-----	------

M.F: (Modulo de Finura)

Gráfico 2: Curva granulométrica de agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Contenido de humedad total evaporable de los agregados por secado (ASTM C566/ NTP 339.185)

Contenido de humedad del agregado grueso (ASTM C-566 / NTP 339.185)

Piedra chancada de 3/4 pulgada

Tabla 15: Resultados del contenido de humedad del agregado grueso

Descripción	M1
Masa de la muestra húmeda + masa de la tara (g)	859.3
Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara (g)	854.1
Masa de la tara (g)	68.5
Masa del agua (g)	5.20
Contenido de Humedad (%)	0.66

Fuente: Elaboración propia

Contenido de humedad del agregado fino (ASTM C-566 / NTP 339.185)

Tabla 16: Resultados del contenido de humedad del agregado fino

Descripción		M1
Masa de la muestra húmeda + masa de la tara	(g)	625.2
Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara	(g)	618.7
Masa de la tara	(g)	98.4
Masa del agua	(g)	6.50
Contenido de Humedad	(%)	1.25

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario seco suelto y compactado del agregado grueso (ASTM C-29/ NTP 400.017)

Peso Unitario Suelto Seco – PUSS

Tabla 17: Resultados del peso unitario suelto seco del agregado grueso

Descripción		M1	M2	M3
Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)	18.625	18.641	18.674
Masa del molde	(kg)	4.957	4.957	4.957
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)	13.668	13.684	13.717
Volumen del molde (1/3 ft ³)	(m ³)	0.009439	0.009439	0.009439
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1448	1450	1453
Promedio peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1450		
Promedio peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1441		

Fuente: Elaboración propia

Peso Unitario Compactado Seco – PUCS

Tabla 18: Resultados del peso unitario compactado suelto del agregado grueso

Descripción		M1	M2	M3
Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)	19.451	19.421	19.421
Masa del molde	(kg)	4.957	4.957	4.957
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)	14.494	14.464	14.464
Volumen del molde (1/3 ft ³)	(m ³)	0.009439	0.009439	0.009439
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1536	1532	1532
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1533		
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1523		

Fuente: Elaboración propia

Peso unitario seco suelto y compactado del agregado fino (ASTM C-29 / NTP 400.017)

Peso Unitario Suelto Seco - PUSS

Tabla 19: Resultados del peso unitario suelto seco del agregado fino

Descripción	M1	M2	M3
Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde (kg)	6.385	6.374	6.361
Masa del molde (kg)	1.594	1.594	1.594
Masa de la muestra suelta húmeda (kg)	4.791	4.780	4.767
Volumen del molde (1/10 ft ³) (m ³)	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario suelto húmedo (kg/m ³)	1692	1688	1683
Promedio peso unitario suelto húmedo (kg/m ³)	1688		
Promedio peso unitario suelto seco (kg/m ³)	1669		

Fuente: Elaboración propia

Peso Unitario Compactado Seco - PUCS

Tabla 20: Resultados del peso unitario compactado seco del agregado fino

Descripción	M1	M2	M3
Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde (kg)	7.142	7.151	7.143
Masa del molde (kg)	1.594	1.594	1.594
Masa de la muestra compactada húmeda (kg)	5.548	5.557	5.549
Volumen del molde (1/10 ft ³) (m ³)	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario compactado húmedo (kg/m ³)	1959	1962	1959
Promedio peso unitario compactado húmedo (kg/m ³)	1960		
Promedio peso unitario compactado seco (kg/m ³)	1938		

Fuente: Elaboración propia

Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C-127 / NTP 400.021)

Tabla 21: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.

1	Masa de la muestra secada al horno (A)	(g)	2974
2	Masa de la muestra saturada con superficie seca (B)	(g)	3000
3	Masa de la muestra saturada dentro del agua + masa de la canastilla dentro del agua	(g)	2856
4	Masa de la canastilla dentro del agua	(g)	973
5	Masa de la muestra saturada dentro del agua (C)	(g)	1883
6	Masa específica [P.E.M. = A/(B-C)]	(gr/cm ³)	2.66
7	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = B/(B-C)]	(gr/cm ³)	2.69
8	Masa específica aparente [P.E.A.=A/(A-C)]	(gr/cm ³)	2.73
9	Porcentaje de absorción [(B-A)/A*100]	%	0.87

Fuente: Elaboración propia

Peso específico y absorción de agregado fino (ASTM C-128 / NTP 400.022)

Tabla 22: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.

1	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón + masa del agua	(g)	974.2
2	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón	(g)	662.8
3	Masa del agua ($W = 1-2$)	(g)	311.4
4	Masa de la arena secada al horno + masa del balón	(g)	655.3
5	Masa del balón	(g)	162.8
6	Masa de la arena secada al horno ($A = 4-5$)	(g)	492.5
7	Volumen del balón $V = 500$ ml		500
8	Masa específica [P.E.M. = $A / (V - W)$]	(g/cm ³)	2.61
9	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = $500 / (V - W)$]	(g/cm ³)	2.65
10	Masa específica aparente [P.E.A. = $A / (V - W) - (500 - A)$]	(g/cm ³)	2.72
11	Porcentaje de absorción [$(500 - A) / A * 100$]		1.52

Fuente: Elaboración propia

Cuadro resumen de las propiedades físico mecánicas de los agregados

Tabla 23: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DEL AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	NORMA	VALOR	UNIDAD
Módulo de finura	ASTM C136/NTP 400.012	6.65	....
Tamaño máximo nominal	ASTM C136/NTP 400.012	3/4	pulg
Contenido de humedad	ASTM C566/NTP 339.185	0.66	%
Peso unitario suelto seco	ASTM C29/NTP 400.021	1441	Kg/m ³
Peso unitario compactado seco	ASTM C29/NTP 400.017	1523	Kg/m ³
Peso específico	ASTM C127/NTP 400.021	2.66	gr/cm ³
Porcentaje de Absorción	ASTM C127/NTP 400.021	0.87	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DEL AGREGADO FINO			
ENSAYO	NORMA	VALOR	UNIDAD
Módulo de finura	ASTM C136/NTP 400.012	3.07	....
Contenido de humedad	ASTM C566/NTP 339.185	1.25	%
Peso unitario suelto seco	ASTM C29/NTP 400.021	1669	Kg/m ³
Peso unitario compactado seco	ASTM C29/NTP 400.017	1938	Kg/m ³
Peso específico	ASTM C128/NTP 400.022	2.61	gr/cm ³
Porcentaje de Absorción	ASTM C128/NTP 400.022	1.52	%

Fuente: Elaboración propia

RESULTADO DE DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA

Cantidad de materiales secos por metro cubico de concreto (Teórico)

Tabla 25: Materiales secos por m³ de concreto (Teórico)

Material	Peso Seco Kg/m ³	volumen (m ³)
Cemento	440	0.140
Agua	205	0.205
Agregado fino	863	0.330
Agregado grueso	812	0.305
Aire 2%	-----	0.020
PUC (Kg/m ³)	2320	

Fuente: Elaboración propia

Cantidad de materiales por metro cubico, corregidos por humedad y por peso unitario del concreto fresco

Tabla 26: Dosificación para concreto Patrón (1m³)

Material (m ³)	Peso (kg)	volumen (m ³)
Cemento	445	0.141
Agua	211	0.211
Agregado fino	883	0.338
Agregado grueso	826	0.311
Aire (2%)	----	0.020
PUC (Kg/m ³)	2365	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: proporciones en peso

	Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso
	1	0.48	1.99	1.86
Kg/bolsa	42.5	20.2	84.39	78.96

Fuente: Elaboración propia

Dosificación para un concreto, con peso de cemento adicionado fibra de maguey (1m³)

Tabla 28: Dosificación para concreto con 2% de fibra de maguey (1m³)

Material (m ³)	Peso (kg)	volumen (m ³)
Cemento	436.1	0.138
Agua	211	0.211
Agregado fino	883	0.338
Agregado grueso	826	0.311
Aire (2%)	----	0.020
2% Fibra de maguey	8.9	
PUC (Kg/m ³)	2365	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Dosificación para concreto con 4% de fibra de maguey (1m³)

Material (m ³)	Peso (kg)	volumen (m ³)
Cemento	427.2	0.136
Agua	211	0.211
Agregado fino	883	0.338
Agregado grueso	826	0.311
Aire (2%)	----	0.020
4% Fibra de maguey	17.8	
PUC (Kg/m ³)	2365	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Dosificación para concreto con 6% de fibra de maguey (1m³)

Material (m ³)	Peso (kg)	volumen (m ³)
Cemento	418.3	0.133
Agua	211	0.211
Agregado fino	883	0.338
Agregado grueso	826	0.311
Aire (2%)	----	0.020
6% Fibra de maguey	26.7	
PUC (Kg/m ³)	2365	

Fuente: Elaboración propia

Resultados de ensayo en concreto Fresco

Tabla 31: Resultados de temperatura de mezcla

Diseño de Mezcla	% Fibra de maguey	Temperatura °C
f'c = 280 Kg/cm ²	0%	20.5
	2%	19.8
	4%	19.5
	6%	19.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Resultados de asentamiento de mezcla

Diseño de Mezcla	% Fibra de maguey	Asentamiento - Slump
f'c = 280 Kg/cm ²	0%	5 pulgadas
	2%	4 3/4 pulgadas
	4%	4 1/2 pulgadas
	6%	4 1/4 pulgadas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Resultados de peso unitario de concreto fresco

Diseño de Mezcla	% Fibra de maguey	Masa del molde + masa del concreto fresco (Kg)	Masa del molde (Kg)	Masa del concreto fresco (Kg)	volumen del molde	Masa del concreto fresco (Kg/m ³)	Promedio del Peso unitario del concreto fresco (Kg/m ³)
f'c = 280 Kg/cm ²	0%	19.213	2.465	16.748	7.08	2366	2366
		19.225	2.465	16.760	7.08	2367	
		19.206	2.465	16.741	7.08	2365	
	2%	19.021	2.465	16.556	7.08	2338	2339
		19.033	2.465	16.568	7.08	2340	
		19.014	2.465	16.549	7.08	2337	
	4%	18.829	2.465	16.364	7.08	2311	2311
		18.841	2.465	16.376	7.08	2313	
		18.822	2.465	16.357	7.08	2310	
	6%	18.656	2.465	16.191	7.08	2287	2287
		18.667	2.465	16.202	7.08	2288	
		18.649	2.465	16.184	7.08	2286	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Resultados del contenido de aire en mezcla

Diseño de Mezcla	% Fibra de maguey	% de Contenido de aire
f'c = 280 Kg/cm ²	0%	1.20%
	2%	1.50%
	4%	1.70%
	6%	1.80%

Fuente: Elaboración propia

Ensayos de concreto en estado endurecido

Evaluación de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas

(ASTM C-39 / NTP 339.034)

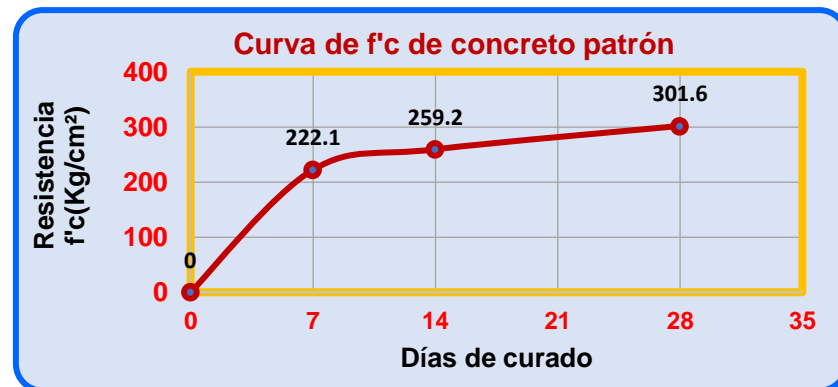
Resistencia a la compresión del concreto patrón

Tabla 35: Resultados de resistencia a compresión del concreto patrón

Testigo N°	Diseño de mezcla	.....	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión f'c (Kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f'c (Kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos	
1	f'c = 280 Kg/cm ²	Patrón	23/04/2021	30/04/2021	7	101.2	8043.6	173.78	21.6	220.4	222.1	Tipo 2	No		
2			23/04/2021	30/04/2021	7	101.1	8027.7	172.00	21.4	218.5		Tipo 1	No		
3			23/04/2021	30/04/2021	7	101.2	8043.6	179.21	22.3	227.3		Tipo 3	No		
4					23/04/2021	07/05/2021	14	101.1	8027.7	202.74	25.3	257.6	259.2	Tipo 2	No
5			23/04/2021	07/05/2021	14	101.2	8043.6	202.62	25.2	256.9	Tipo 1	No			
6					23/04/2021	07/05/2021	14	101.3	8059.5	207.89	25.8	263.1	Tipo 3	No	
7					23/04/2021	21/05/2021	28	101.4	8075.4	241.36	29.9	304.9	301.6	Tipo 2	No
8			23/04/2021	21/05/2021	28	101.6	8107.3	235.61	29.1	296.4	Tipo 1	No			
9			23/04/2021	21/05/2021	28	101.1	8027.7	238.95	29.8	303.6	Tipo 2	No			

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3: Curva de resistencia vs tiempo de concreto patrón



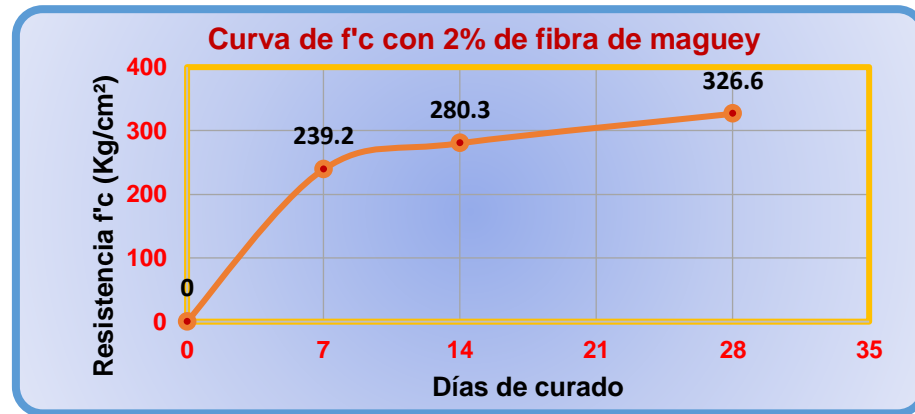
Resistencia a la compresión del concreto adicionado 2% de fibra de maguey

Tabla 36: Resultados de resistencia a compresión con 2% de fibra de maguey

Testigo N°	Diseño de mezcla	% fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión f'c (Kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f'c (Kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos		
1	f'c = 280 Kg/cm ²	2%	24/04/2021	01/05/2021	7	101.3	8059.5	187.68	23.3	237.5	239.2	Tipo 1	No		
2			24/04/2021	01/05/2021	7	101.4	8075.4	185.75	23.0	234.6		Tipo 3	No		
3			24/04/2021	01/05/2021	7	101.2	8043.6	193.55	24.1	245.4		Tipo 2	No		
4					24/04/2021	08/05/2021	14	101.1	8027.7	218.96	27.3	278.2	280.3	Tipo 1	No
5					24/04/2021	08/05/2021	14	101.2	8043.6	218.83	27.2	277.5		Tipo 1	No
6					24/04/2021	08/05/2021	14	101.1	8027.7	224.52	28.0	285.3	Tipo 2	No	
7					24/04/2021	22/05/2021	28	101.2	8043.6	260.67	32.4	330.6	326.6	Tipo 1	No
8					24/04/2021	22/05/2021	28	101.3	8059.5	254.46	31.6	322.0		Tipo 2	No
9					24/04/2021	22/05/2021	28	101.2	8043.6	258.07	32.1	327.3		Tipo 2	No

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: Curva de resistencia vs tiempo con 2% de fibra de maguey



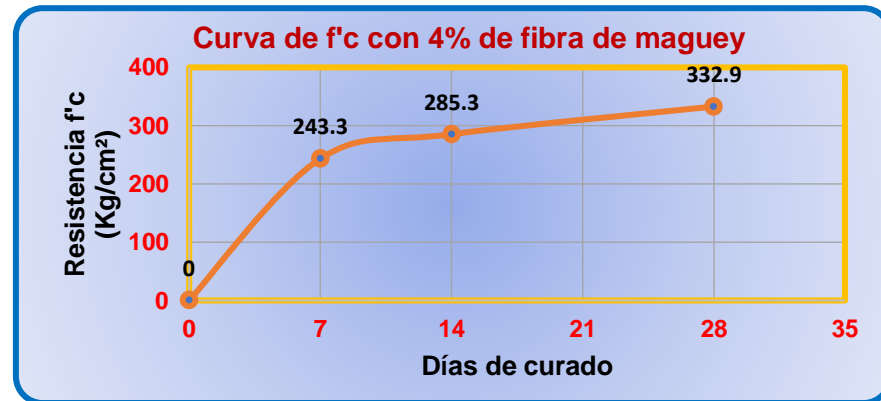
Resistencia a la compresión del concreto adicionado 4% de fibra de maguey

Tabla 37: Resultados de resistencia a compresión con 4% de fibra de maguey

Testigo N°	Diseño de mezcla	% fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión f'c (Kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f'c (Kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos		
1	f'c = 280 Kg/cm ²	4%	25/04/2021	02/05/2021	7	101.5	8091.4	191.16	23.6	241.0	243.3	Tipo 3	No		
2			25/04/2021	02/05/2021	7	101.5	8091.4	189.19	23.4	238.5		Tipo 1	No		
3			25/04/2021	02/05/2021	7	101.1	8027.7	197.13	24.6	250.5		Tipo 3	No		
4					25/04/2021	09/05/2021	14	101.2	8043.6	223.02	27.7	282.8	285.3	Tipo 2	No
5			25/04/2021	09/05/2021	14	101.2	8043.6	222.89	27.7	282.6	Tipo 1	No			
6			25/04/2021	09/05/2021	14	101.1	8027.7	228.68	28.5	290.6	Tipo 3	No			
7					25/04/2021	23/05/2021	28	101.2	8043.6	265.50	33.0	336.7	332.9	Tipo 2	No
8			25/04/2021	23/05/2021	28	101.1	8027.7	259.17	32.3	329.3	Tipo 2	No			
9			25/04/2021	23/05/2021	28	101.3	8059.5	262.85	32.6	332.7	Tipo 1	No			

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5: Curva de resistencia vs tiempo de 4% fibra de maguey



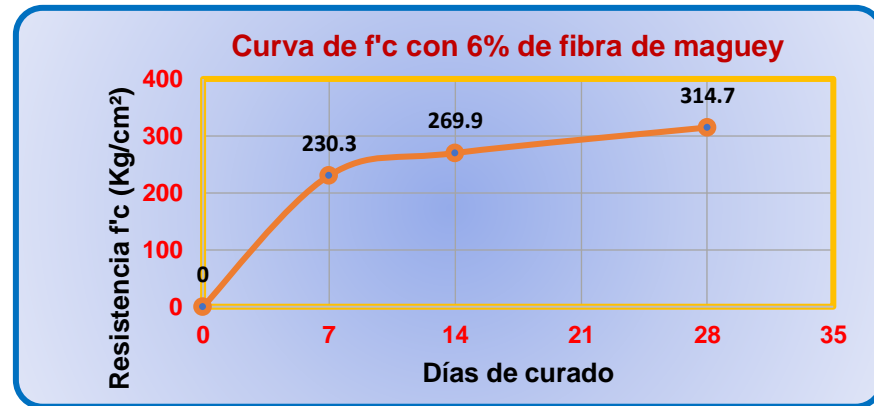
Resistencia a la compresión del concreto adicionado 6% de fibra de maguey

Tabla 38: Resultados de resistencia a compresión con 6% de fibra de maguey

Testigo N°	Diseño de mezcla	% fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión f'c (Kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f'c (Kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos
1	f'c = 280 Kg/cm ²	6%	26/04/2021	03/05/2021	7	101.3	8059.5	180.73	22.4	228.7	230.3	Tipo 2	No
2			26/04/2021	03/05/2021		101.4	8075.4	178.88	22.2	225.9		Tipo 1	No
3			26/04/2021	03/05/2021		101.2	8043.6	186.38	23.2	236.3		Tipo 3	No
4			26/04/2021	10/05/2021	14	101.1	8027.7	210.85	26.3	267.9	269.9	Tipo 2	No
5			26/04/2021	10/05/2021		101.2	8043.6	210.73	26.2	267.2		Tipo 1	No
6			26/04/2021	10/05/2021		101.1	8027.7	216.20	26.9	274.7		Tipo 1	No
7			26/04/2021	24/05/2021	28	101.2	8043.6	251.01	31.2	318.3	314.7	Tipo 2	No
8			26/04/2021	24/05/2021		101.3	8059.5	245.03	30.4	310.1		Tipo 2	No
9			26/04/2021	24/05/2021		101.1	8027.7	248.51	31.0	315.8		Tipo 3	No

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: Curva de resistencia vs tiempo de 6% fibra de maguey



Evaluación de la resistencia a la flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (ASTM C-78 / NTP 339.078)

Tabla 39: Resultados de resistencia a flexión de concreto patrón

Viga N°	Diseño de mezcla	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga (KN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura f_r (MPa)	Módulo de rotura f_r (Kg/cm ²)	Promedio de módulo de rotura f_r (Kg/cm ²)
V-1	f'c = 280 Kg/cm ²	Patrón	23/04/2021	30/04/2021	7	56.25	45.0	15.10	15.10	7.4	75.0	75.2
V-2			23/04/2021	30/04/2021		55.04	45.0	15.10	15.10	7.2	73.4	
V-3			23/04/2021	30/04/2021		57.88	45.0	15.10	15.10	7.6	77.2	
V-4			14	23/04/2021	07/05/2021	64.88	45.0	15.10	15.10	8.5	86.5	87.2
V-5				23/04/2021	07/05/2021	64.84	45.0	15.10	15.10	8.5	86.4	
V-6				23/04/2021	07/05/2021	66.52	45.0	15.10	15.10	8.7	88.7	
V-7			28	23/04/2021	21/05/2021	77.24	45.0	15.10	15.10	10.1	103.0	101.8
V-8				23/04/2021	21/05/2021	75.41	45.0	15.10	15.10	9.9	100.5	
V-9				23/04/2021	21/05/2021	76.46	45.0	15.10	15.10	10.0	101.9	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7: Curva de M_r de concreto patrón vs tiempo

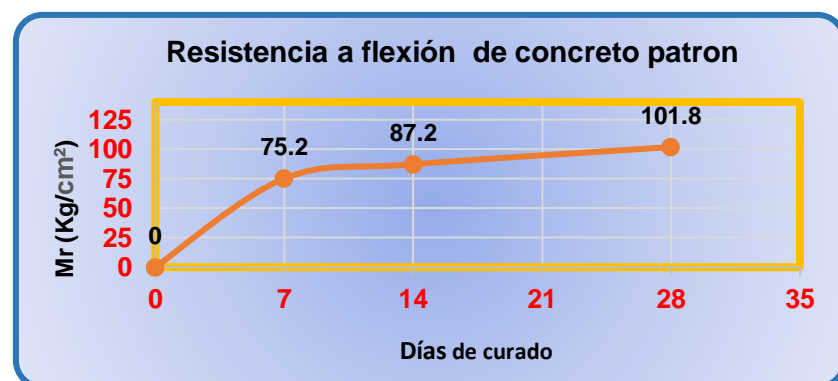


Tabla 40: Resultados de resistencia a flexión con 2% de fibra de maguey

Viga N°	Diseño de mezcla	% Fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga (KN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura f'r (MPa)	Módulo de rotura f'r (Kg/cm ²)	Promedio de módulo de rotura f'r (Kg/cm ²)
V-1	f'c = 280 Kg/cm ²	2%	24/04/2021	01/05/2021	7	59.06	45.0	15.10	15.10	7.7	78.7	78.9
V-2			24/04/2021	01/05/2021		57.79	45.0	15.10	15.10	7.6	77.0	
V-3			24/04/2021	01/05/2021		60.77	45.0	15.10	15.10	7.9	81.0	
V-4			24/04/2021	08/05/2021	14	68.12	45.0	15.10	15.10	8.9	90.8	91.6
V-5			24/04/2021	08/05/2021		68.08	45.0	15.10	15.10	8.9	90.8	
V-6			24/04/2021	08/05/2021		69.85	45.0	15.10	15.10	9.1	93.1	
V-7			24/04/2021	22/05/2021	28	81.1	45.0	15.10	15.10	10.6	108.1	106.9
V-8			24/04/2021	22/05/2021		79.18	45.0	15.10	15.10	10.3	105.6	
V-9			24/04/2021	22/05/2021		80.28	45.0	15.10	15.10	10.5	107.0	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Curva de Mr de concreto con 2% de fibra vs tiempo

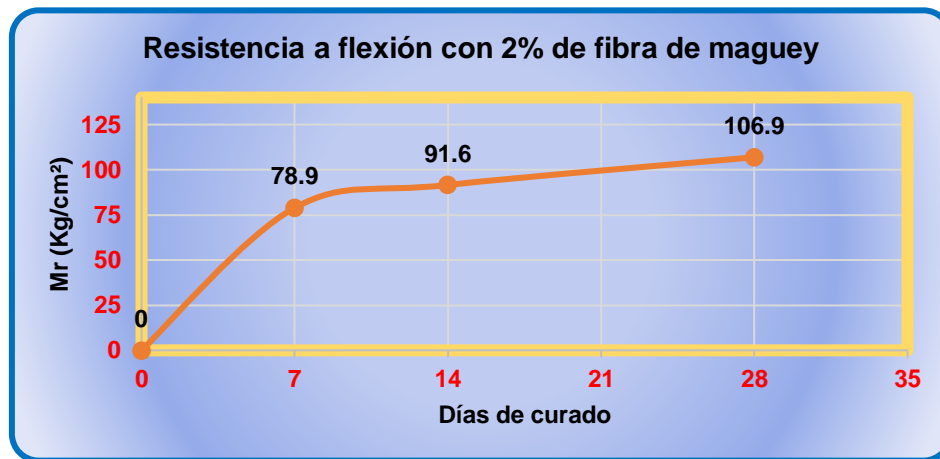


Tabla 41: Resultados de resistencia a flexión con 4% de fibra de maguey

Viga N°	Diseño de mezcla	% Fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga (KN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura f'r (MPa)	Módulo de rotura f'r (Kg/cm ²)	Promedio de módulo de rotura f'r (Kg/cm ²)		
V-1	f'c = 280 Kg/cm ²	4%	25/04/2021	02/05/2021	7	60.19	45.0	15.10	15.10	7.9	80.2	80.4		
V-2			25/04/2021	02/05/2021		58.89	45.0	15.10	15.10	7.7	78.5			
V-3			25/04/2021	02/05/2021		61.93	45.0	15.10	15.10	8.1	82.6			
V-4					25/04/2021	09/05/2021	14	69.42	45.0	15.10	15.10	9.1	92.5	93.3
V-5			25/04/2021	09/05/2021	69.38	45.0		15.10	15.10	9.1	92.5			
V-6			25/04/2021	09/05/2021	71.18	45.0		15.10	15.10	9.3	94.9			
V-7					25/04/2021	23/05/2021	28	82.65	45.0	15.10	15.10	10.8	110.2	108.9
V-8			25/04/2021	23/05/2021	80.69	45.0		15.10	15.10	10.5	107.6			
V-9			25/04/2021	23/05/2021	81.81	45.0		15.10	15.10	10.7	109.1			

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: Curva de Mr de concreto con 4% de fibra vs tiempo

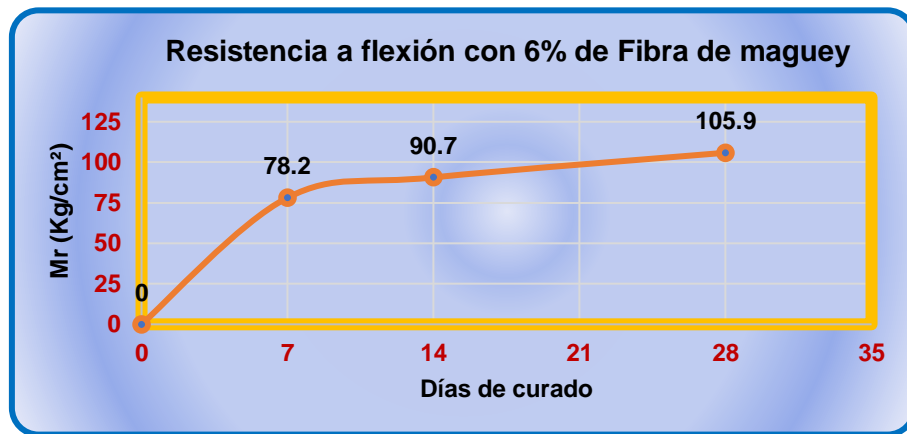


Tabla 42: Resultados de resistencia a flexión con 6% de fibra de maguey

Viga N°	Diseño de mezcla	% Fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga (KN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura f'r (MPa)	Módulo de rotura f'r (Kg/cm ²)	Promedio de módulo de rotura f'r (Kg/cm ²)
V-1	f'c = 280 Kg/cm ²	6%	26/04/2021	03/05/2021	7	58.50	45.0	15.10	15.10	7.6	78.0	78.2
V-2			26/04/2021	03/05/2021		57.24	45.0	15.10	15.10	7.5	76.3	
V-3			26/04/2021	03/05/2021		60.20	45.0	15.10	15.10	7.9	80.3	
V-4			14	26/04/2021	10/05/2021	67.48	45.0	15.10	15.10	8.8	90.0	90.7
V-5				26/04/2021	10/05/2021	67.43	45.0	15.10	15.10	8.8	89.9	
V-6				26/04/2021	10/05/2021	69.18	45.0	15.10	15.10	9.0	92.2	
V-7			28	26/04/2021	24/05/2021	80.33	45.0	15.10	15.10	10.5	107.1	105.9
V-8				26/04/2021	24/05/2021	78.43	45.0	15.10	15.10	10.3	104.6	
V-9				26/04/2021	24/05/2021	79.52	45.0	15.10	15.10	10.4	106.0	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Curva de Mr de concreto con 6% de fibra vs tiempo



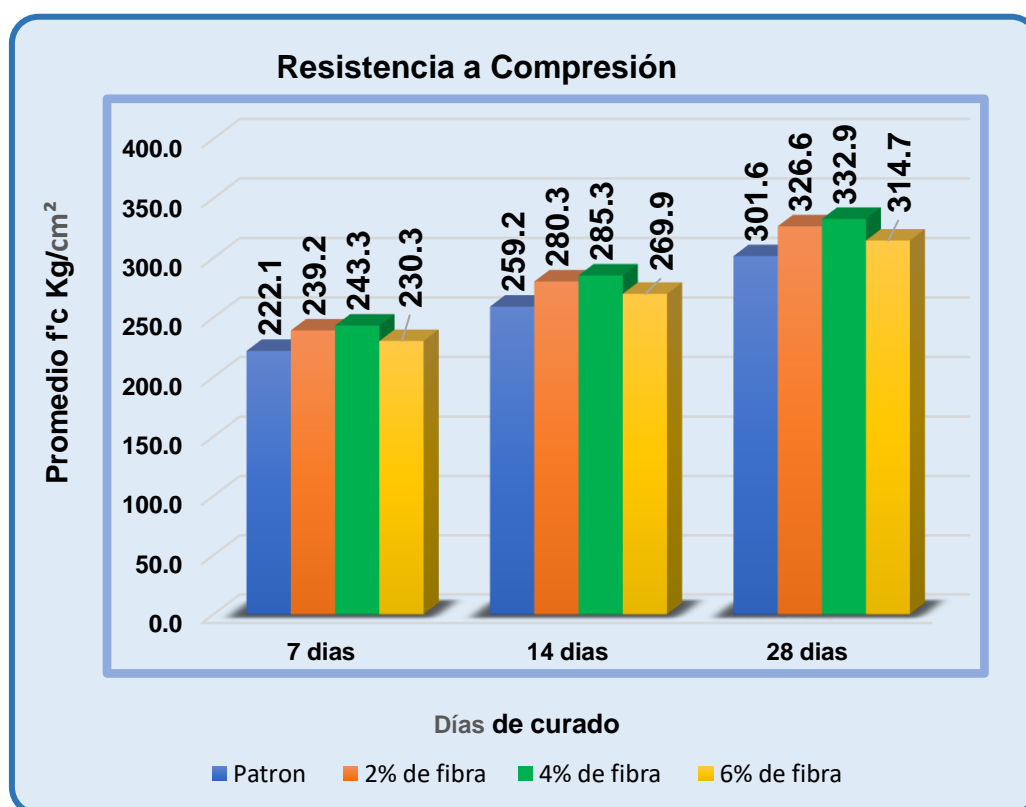
Resumen de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado adicionado fibra de maguey y concreto patrón

Tabla 43: Resumen de resistencia a compresión

Días de curado	Concreto Patrón	2% de fibra	4% de fibra	6% de fibra
7 días	222.1	239.2	243.3	230.3
14 días	259.2	280.3	285.3	269.9
28 días	301.6	326.6	332.9	314.7

Elaboración propia

Grafica11: Resumen de resistencia a compresión



Elaboración propia

Interpretación: de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 45 y Gráfica 11, se deduce que al adicionar fibra de maguey aumento la resistencia a compresión, el diseño optimo que aumenta la resistencia es 4% de fibra de maguey, también en esta gráfica indica a mayor cantidad de fibra ya baja su resistencia.

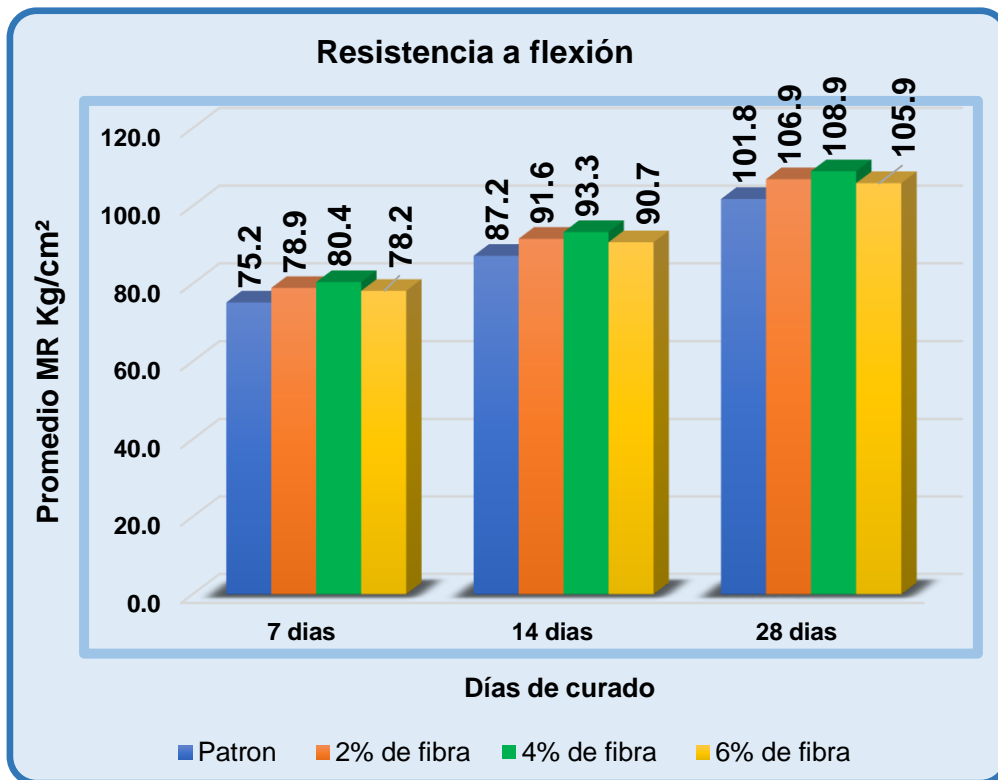
Resumen de resistencia a flexión a los 7, 14 y 28 días de curado adicionado fibra de maguey y concreto patrón

Tabla 44: Resumen de resistencia a flexión

Días de curado	Concreto Patrón MR	2% de fibra	4% de fibra	6% de fibra
7 días	75.2	78.9	80.4	78.2
14 días	87.2	91.6	93.3	90.7
28 días	101.8	106.9	108.9	105.9

Elaboración propia

Gráfica 12: Resumen de resistencia a flexión



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 46 y Gráfica 12, se deduce que al adicionar fibra de maguey aumento la resistencia a flexión, el diseño optimo que aumenta la resistencia es 4% de fibra de maguey, también en esta gráfica indica a mayor cantidad de fibra baja su resistencia.

ANÁLISIS DE COSTOS

Costo unitario de concreto patrón en m³

PARTIDA: CONCRETO HIDRÁULICO
f'c=280kg/cm²

PRECIO: **S/ 327.97**

UNIDAD: m³

RENDIMIENTO: 12.00 m³/DIA

FECHA:

01/07/2021

Tabla 45: Costo unitario para elaboración de concreto patrón

Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Precio total
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	12.40	8.27
OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	9.85	6.57
PEÓN	hh	3.0000	2.0000	8.95	17.90
					32.73
Materiales					
CEMENTO ANDINO TIPO I	bolsas		10.4706	24.00	251.29
AGREGADO FINO (puesta en obra)	m ³		0.3380	40.00	13.52
AGREGADO GRUESO (puesta en obra)	m ³		0.3110	50.00	15.55
AGUA (puesta en obra)	m ³		0.2110	1.00	0.21
					280.58
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	5% hm		0.0500	32.73	1.64
MEZCLADORA DE 11hp	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00
VIBRADOR A GASOLINA Ø 1 3/4", 4 HP		1.0000	0.6667	7.54	5.03
					14.66

Fuente: Elaboración propia

Precio para elaborar 1 m³ de concreto patrón es = **327.97 soles**

Costo unitario de concreto con 4% de fibra de maguey en m³

Costo unitario para elaboración de fibra de maguey

Tabla 46: Costo unitario para elaboración de fibra de maguey

Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Precio total
MANO DE OBRA	hh	1.0000	0.6667	1.00	0.67
FIBRA DE MAGUEY	kg		1.0000	0.80	0.80
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0500	0.67	0.03
					1.50

Fuente: Elaboración propia

PARTIDA: CONCRETO HIDRÁULICO
 $f'c=280\text{kg/cm}^2$

PRECIO: **S/ 344.62**

UNIDAD: m^3

RENDIMIENTO: 12.00 m^3/DIA

FECHA:

01/07/2021

Tabla 47: Costo unitario para elaboración de concreto con 4% fibra de maguey

Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Precio total
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	12.40	8.27
OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	9.85	6.57
PEÓN	hh	3.0000	2.0000	8.95	17.90
					32.73
Materiales					
CEMENTO ANDINO TIPO I	bolsas		10.0518	24.00	241.24
AGREGADO FINO (puesta en obra)	m^3		0.3380	40.00	13.52
AGREGADO GRUESO (puesta en obra)	m^3		0.3110	50.00	15.55
AGUA (puesta en obra)	m^3		0.2110	1.00	0.211
4% de fibra de maguey	kg		17.8000	1.50	26.7
					297.22
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	5% hm		0.0500	32.73	1.64
MEZCLADORA DE 11hp	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00
VIBRADOR A GASOLINA \varnothing 1 3/4", 4 HP		1.0000	0.6667	7.54	5.03
					14.66

Fuente: Elaboración propia

Precio para elaborar 1m^3 de concreto con 4% de fibra de maguey = **344.62 soles**

IV. 2. Interpretación de resultados

Analizar diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo – 2021

Ha: El diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey mejorara la resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021.

Ho: **No** mejora el diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey la resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021.

Los resultados del ANEXO 5 (Ensayo de laboratorio), muestran que el diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey, si mejora la resistencia a flexión superando la resistencia de concreto patrón, es decir se rechaza la hipótesis nula

Ha: La fibra de maguey tiene porcentaje óptimo en el diseño de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021

Ho: La fibra de maguey **No** tiene porcentaje óptimo en el diseño de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021

Los resultados del ANEXO 5 (Ensayo de laboratorio), muestran que el diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey, si tiene porcentaje optimo que mejora la resistencia a flexión superando la resistencia de concreto patrón. Es decir, se rechaza la hipótesis nula.

Ha: Relación agua cemento calculado adicionando fibra de maguey logró mantener las características de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021.

Ho: Relación agua cemento calculado adicionando fibra de maguey **No** logró mantener las características de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021.

Los resultados del diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey sí lograron mantener las características de concreto en estado fresco y en estado endurecido mejorando la resistencia a compresión y flexión, por lo que se muestra en los resultados de Tabla 5 y ANEXO 5 (Ensayos de laboratorio), pero hay un límite que hasta 4% de fibra que mantiene las características de concreto. Es decir, se rechaza la hipótesis nula.

Ha: La fibra de maguey influye significativamente en el costo del concreto hidráulico por m³ para pavimentos de alto tránsito, Huancayo – 2021.

Ho: La fibra de maguey **No** influye significativamente en el costo del concreto hidráulico por m³ para pavimentos de alto tránsito, Huancayo – 2021.

Los resultados en el diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey, si influye significativamente en el costo, El costo por m³ de concreto fresco con fibra de maguey es S/ 16.65 más que el concreto convencional. Es decir, se rechaza la hipótesis nula

V: DISCUSIÓN

En esta investigación se hace la discusión de resultados obtenidos en laboratorio con otras investigaciones realizadas más relevantes adicionado fibras naturales para el diseño de concreto.

El principal hallazgo de esta investigación es 4% de fibra de maguey que es óptimo para el diseño de concreto hidráulico de acuerdo al ANEXO 5 (Ensayo de laboratorio). Se deduce que, a mayor porcentaje de fibra de maguey, reduce la fluidez de la mezcla, presentamos resultados obtenidos un Slump de 4 $\frac{3}{4}$ " , 4 $\frac{1}{2}$ " , 4 $\frac{1}{4}$ " en los porcentajes de 2%, 4% y 6% de fibra de maguey. Según (Chinchayhuara, Verde Cleison, 2020), en su investigación realizada con la adición de fibra de agave, obtuvo resultados en concreto fresco un Slump de 5" , 4 $\frac{1}{2}$ " y 4" en los porcentajes de 0.50%, 1.00% y 1.50% se interpreta según los resultados obtenidos, que a mayor porcentaje de fibra de agave reduce la fluidez de la mezcla, en esta investigación su principal hallazgo es 0.50% de fibra.

La adición de fibra de maguey mejora las propiedades de concreto en estado endurecido, superando la resistencia de concreto convencional de acuerdo al ANEXO 5 (Ensayo de laboratorio). Con adición de fibra en porcentajes de 2%, 4% y 6% de fibra de maguey a los 28 días de curado se obtuvo un $f'c$ de 326.6 kg/cm², 332.9 kg/cm² y 314.7 kg/cm², concreto patrón de $f'c$ = 301.6 kg/cm², se interpreta que con 4% fibra de maguey alcanza mayor resistencia de concreto. Comparamos con la investigación de (Chinchayhuara, Verde Cleison, 2020), en su investigación realizada con la adición de fibra de agave, obtuvo resultados en resistencia a compresión a los 28 días de curado con adición en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5% de fibra de agave se obtuvo un $f'c$ de 253.8 kg/cm², 247.8 kg/cm² y 238.4 kg/cm², patrón de $f'c$ = 241.8 kg/cm², por lo tanto, se interpreta según los resultados obtenidos que el porcentaje más óptimo es 0.5 % de fibra que alcanza mayor resistencia a compresión.

La adición de fibra de maguey aumenta la resistencia a flexión de acuerdo al ANEXO 5 (Ensayo de laboratorio). Con adición de fibra en porcentajes de 2%, 4% y 6% de fibra de maguey a los 28 días de curado se obtuvo un M_r de 106.9 kg/cm², 108.9 kg/cm² y 105.9 kg/cm², viga patrón de M_r = 101.8 kg/cm², por lo

tanto, se deduce que el porcentaje más óptimo para el diseño es 4% de fibra de maguey que supera a concreto patrón. Según (Alegre Montalvo Christian Alexander, 2018), con el diseño de viga con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra con porcentajes de 5% y 10% de fibra de lechuguilla, en los ensayos de resistencia a flexión se obtuvo un M_r de 122.1 kg/cm^2 y 130 kg/cm^2 , viga patrón de $M_r = 125.4 \text{ kg/cm}^2$, por lo tanto, en resistencia a flexión el porcentaje más óptimo es 10% de fibra de lechuguilla, en su investigación fibra de lechuguilla esta tratado con parafina así reduce contenido de humedad de la mezcla, también las características físicas de los agregados y relación a/c influyen en los resultados.

Las fortalezas de esta investigación es que nos permitió aportar con materiales de la zona para reducir costos de mantenimiento de la vía, utilizando materiales de la zona en el diseño de concreto hidráulico podemos generar más empleo realizando siembras y explotando materia prima como es fibra de maguey.

La debilidad de esta investigación diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey, es que a mayor porcentaje de fibra reduce la fluidez y trabajabilidad de concreto y pierde su resistencia a compresión y a flexión por los factores de pérdida de agua, cemento y por acumulación de mayor porcentaje de aire.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye en la presente investigación, que la fibra de maguey influye en la resistencia a compresión y flexión de concreto, al evaluar con la adición de fibra de maguey mejora las propiedades de concreto en estado fresco como en estado endurecido superando los resultados de concreto Patrón.
2. Se concluye que el porcentaje óptimo de fibra de maguey en el diseño de concreto hidráulico es 4% con dimensiones de 5 cm de largo, llegando a una resistencia promedio de $f'c = 332.9 \text{ Kg/cm}^2$ y $Mr = 108.9 \text{ Kg/cm}^2$, superando los resultados de concreto patrón y las demás adiciones según los resultados de ANEXO 5 (Ensayo de laboratorio).
3. Se concluye de los ensayos realizados en estado fresco que al adicionar fibra de maguey influye significativamente en el asentamiento del concreto, se obtuvo un Slump de $4 \frac{3}{4}$ ", $4 \frac{1}{2}$ ", $4 \frac{1}{4}$ " en los porcentajes de 2%, 4%, 6% respectivamente, comparando con concreto patrón de Slump 5", por lo tanto, indica que a mayor porcentaje de fibra de maguey, el concreto es menos trabajable y pierde su fluidez porque reduce en el diseño la relación de agua y cemento.
4. Se concluye en la comparación de costo por m^3 de concreto patrón con adición de 4% de fibra de maguey, los cuáles presentamos los resultados obtenidos de la siguiente manera: costo de m^3 de concreto patrón = 327.97 soles, mientras el costo de m^3 de concreto con fibra de maguey = 344.62 soles. Por lo tanto, indica que concreto adicionado con fibra de maguey aumenta el costo en 16.65 soles por m^3 de concreto. El costo con adición de fibra de maguey reducirá cuando se realice el diseño de pavimento rígido porque con los valores obtenidos de resistencia a flexión y a compresión, disminuirá el espesor de pavimento.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda utilizar fibra de maguey, considerando clima del ambiente, altitud y propiedades de los materiales, utilizar el 4% de fibra de maguey ya que es óptimo y mejora las propiedades del concreto aumentando la resistencia a compresión y a flexión.
- ❖ Se recomienda el uso de fibra de maguey como un refuerzo de concreto en losas macizas por que la adición de fibra de maguey incrementa la resistencia a compresión y flexión.
- ❖ Se recomienda el uso de fibra de maguey tratadas con parafina para reducir porcentaje de absorción y así mantener la relación de agua/cemento.

- ❖ Se recomienda realizar el diseño de pavimento rígido, considerando en el diseño de concreto, los valores obtenidos de 4% de fibra maguey para determinar los espesores.

REFERENCIAS

- ACI-318. (2015). *American Concrete Institute*.
- Alegre Montalvo Christian Alexander. (2018). "Resistencia a la flexion en vigas de concreto $f'_c=210\text{Kg/cm}^2$, al adicionar en un 5% y 10% de fibra de agave lechuguilla". Huaraz.
- Aquino, C. O. (2018). "Determinacion y evaluacion de las patologias en la capa de rodadura del pavimento flexible en la Av. Condorcanqui - Carabayllo". LIMA.
- ASTM C-1064. (2009). *Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete*.
- ASTM C-127. (2009). *Standard Test Method for density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*.
- ASTM C-128. (2009). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*.
- ASTM C-136. (2009). *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*.
- ASTM C-138. (2014). *Metodo de Ensayo Normalizado de Densidad (Peso Unitario), Rendimiento, y Contenido de Aire (Gravimetrico) del Concreto*.
- ASTM C-143. (2009). *Standard test Method for Slump of Hydraulic-cement Concrete*.
- ASTM C-150. (2009). *Standard Specification for Portland Cement*.
- ASTM C-231. (2014). *Metodo de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recien Mezclado Mediante el Metodo por Presion*.
- ASTM C-29. (2009). *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*.
- ASTM C-566. (2009). *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*.
- Chinchayhuara, V. C. (2020). "Adicion de fibras de agave para mejorar las propiedades fisicas y mecanicas del concreto de 210 Kg/cm², La Libertad -2020". Lima.

- Chinchayhuara, Verde Cleison. (2020). *"Adición de fibras de agave para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 Kg/cm², La Libertad - 2020"*. UCV, Lima.
- Colomé, G. D., & Femenia, E. P. (2019). *Metodología de Investigación para cursos de Posgrado en Ingeniería*. Universidad Nacional de San Juan. Argentina : San Juan.
- EPSA-LABCO, I. C. (2013). *Guía para el diseño de vías de alto volumen* .
- Fernandez, A. (2017). *"Evaluación de las propiedades del residuo PVC de tapicería sobre la resistencia a la compresión, flexión asentamiento y costos en un concreto para pavimento rígido, Trujillo-La Libertad, 2017"*. Trujillo .
- Flores, G. (2011). *RESPYN _ Producción y Aprovechamiento del Nopal y Maguey*. Mexico.
- Flores, N. I. (2008). *Estrategia y Técnica del Diseño de Investigación*. UNMSM, Lima.
- García, K. L. (2018). *Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsilice y superplastificante en la ciudad de Huancayo*. UNCP, Huancayo.
- García, K. L. (2018). *Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsilice y superplastificante en la ciudad de Huancayo*. UNCP, Huancayo.
- Guevara, N. Y. (2018). *"Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida todos los santos de la ciudad de Chota"*. Universidad Nacional de Cajamarca , Cajamarca.
- Hernández, S. R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico.
- Herrera, Q. C., & Quispe, D. L. (2019). *"Análisis del comportamiento del concreto hidráulico reforzado con fibras naturales de agave para el diseño de pavimento rígido con el método mecanístico - empírico en la AV. Universitaria de la Provincia de Huancavelica - 2018"*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.

- Huertas, A. L., & Martinez, C. P. (2019). *Analisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con la fibra de bagazo de caña*. Universidad Catolica de Colombia , Bogota - Colombia.
- Iberico, C. J. (2019). *Influencia del agregado grueso según su formación geológica en las propiedades mecánicas del concreto de las canteras de la zona Este de Lima en el 2019*. Universidad Peruana Union , Lima.
- Lobaton, E. J. (2019). *"Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la flexion del concreto estructural para pavimentos rigidos en la ciudad de Huancavelica - 2018"*. Universidad Nacional de Huancavelica , Huancavelica .
- Mallaupoma, F. G. (2019). *"Comportamiento del concreto con adición de fibras de agave americana L para la mejora de sus propiedades en estado fresco, San Carlos - Huancayo 2017"*. Universidad Continental, Huancayo.
- Marroquin, P. R. (2002). *Metodologia de la Investigacion*. Universidad Nacional de Educacion Enrique Guzman y Valle.
- Mendoza, C. V. (2008). *Evaluacion de la calidad de agregados para concreto, en el departamento de Totonicapan* . Guatemala .
- Menendez, A. J. (2009). *Ingenieria de Pavimentos*. Instituto de la Construccion y Gerencia . Lima: 1ra Edicion ICG.
- MTC. (2014). *"Manual de Carreteras" Suelos, Geologia, Geotecnia y Pavimentos*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones , Lima.
- MTC. (2015). *Manual de carreteras, suelos, Geologia, Geotecnia Y Pavimentos*. LIMA.
- Nel, Q. I. (2015). *Metodologia de la Investigacion (Estadistica Aplicada a la Investigacion)*. Lima: Macro.
- NTP 339.036. (2015). *Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la compresion del concreto en muestras cilindricas* .
- NTP 339.078. (2012). *Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexion del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo* .

- PCA-IDPP. (2019). *"Diseño de Espesores de Pavimentos de Concreto para Carreteras y Calles"*. Instituto para el Desarrollo de los pavimentos en el Peru, Peru.
- Peñafiel, C. D. (2016). *"Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino"*. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador - Ambato.
- Rivera, L. G. (S/A). *Concreto Simple*. Civilgeeks.com.
- Rodríguez, A. J. (2015). *Estudio y diseño del sistema vial de la "Comuna San Vicente de Cucupuro" de la parroquia rural del quinche del distrito metropolitano de Quito, provincia de Pichincha*. Quito -Ecuador.
- Sanchez Carlessi & Reyes Mez. (2006). *Metodología y Diseño en la Investigación Científica* .
- Terreros, R. L., & Carbajal, C. I. (2016). *"Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cañamo"*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá-Colombia .
- Torres, C. A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*. UNI, Lima.

NORMAS

- ACI-318. (2015). *American Concrete Institute*.
- ASTM C-1064. (2009). *Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete*.
- ASTM C-127. (2009). *Standard Test Method for density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*.
- ASTM C-128. (2009). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*.
- ASTM C-136. (2009). *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*.
- ASTM C-138. (2014). *Metodo de Ensayo Normalizado de Densidad (Peso Unitario), Rendimiento, y Contenido de Aire (Gravimetrico) del Concreto*.
- ASTM C-143. (2009). *Standard test Method for Slump of Hydraulic-cement Concrete*.
- ASTM C-150. (2009). *Standard Specification for Portland Cement*.
- ASTM C-231. (2014). *Metodo de Ensayo Normalizado de Contenido de Aire del Concreto Recien Mezclado Mediante el Metodo por Presion*.
- ASTM C-29. (2009). *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*.
- ASTM C-566. (2009). *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*.
- NTP 339.036. (2015). *Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la compresion del concreto en muestras cilindricas*.
- NTP 339.078. (2012). *Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexion del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Consistencia	70
ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables:	71
ANEXO 3: Fichas técnicas de recopilación de datos validadas por especialistas	72
ANEXO 4: Certificado de calibración y acreditación por INACAL	86
ANEXO 5: Resultados de laboratorio de los ensayos de concreto	98
ANEXO 6: Panel fotográfico.....	121
ANEXO 7: Resultados de Análisis anti plagio por el sistema turnitin	126
ANEXO 8: Comentarios generales de informe de grademark.....	134

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

TITULO: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo – 2021"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL ¿Cómo el diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey mejoraría la resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo 2021?	OBJETIVO GENERAL Mejorar la resistencia a flexión por medio del diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey en pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021	HIPÓTESIS GENERAL El diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey mejorara la resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Fibra de maguey	Dosificación de fibra de maguey y agregado para concreto $f'c=280\text{Kg}/\text{cm}^2$	En % Tamaño Absorción
				Dosificación de agregado convencional para concreto $f'c=280\text{Kg}/\text{cm}^2$	Granulometría Tamaño máximo nominal Humedad y absorción Tipo de cemento
PROBLEMA ESPECIFICO 1 ¿Cuál es el porcentaje óptimo de fibra de maguey para el diseño de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021?	OBJETIVO ESPECIFICO 1 Determinar el porcentaje óptimo de fibra de maguey para el diseño de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021.	HIPÓTESIS ESPECIFICO 1 La fibra de maguey tiene óptimos resultados en el diseño de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021.	VARIABLE DEPENDIENTE: Resistencia del concreto con $f'c=280\text{Kg}/\text{cm}^2$ a flexión	Propiedades del concreto endurecido	Resistencia a flexión y compresión a los 7,14,28 días en Kg/cm^2
PROBLEMA ESPECIFICO 2 ¿Cuál es la relación de agua cemento adicionado fibra de maguey que lograra mantener las características de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021?	OBJETIVO ESPECIFICO 2 Determinar la relación de agua cemento adicionado fibra de maguey que logra mantener las características de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021	HIPÓTESIS ESPECIFICO 2 Relación agua cemento calculado adicionando fibra de maguey logro mantener las características de concreto hidráulico para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021		Propiedades del concreto fresco	Peso unitario Slump %de Aire
PROBLEMA ESPECIFICO 3 ¿Cuál será el costo del concreto hidráulico por m3 con adición de fibra de maguey para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021?	OBJETIVO ESPECIFICO 3 Determinar el costo del concreto hidráulico por m3 con adición de fibra de maguey para pavimentos de alto tránsito, Huancayo-2021	HIPÓTESIS ESPECIFICO 3 La fibra de maguey influye significativamente en el costo del concreto hidráulico por m3 para pavimentos de alto tránsito, Huancayo – 2021.			

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables:

TITULO: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo – 2021"

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Fibra de maguey	(Flores G. , 2011), Maguey pertenece a la familia de Agaváceas, adaptadas a ambientes secos también en los bosques templados, borde de las hojas termina en espinas, usos de esta planta como bebidas, alimentos, medicina casera, sogas, canastas. Fibra de maguey es de alta resistencia y durabilidad.	Analizar la dosificación de fibra de maguey en el diseño de concreto hidráulico $f'c=280\text{Kg}/\text{cm}^2$	dosificación de fibra de maguey y agregado para concreto $f'c=280\text{Kg}/\text{cm}^2$	En % Tamaño Absorción	Nominal
			dosificación de agregado convencional para concreto $f'c=280\text{Kg}/\text{cm}^2$	Granulometría Tamaño máximo nominal Humedad y absorción Tipo de cemento	Nominal
Variable dependiente: Resistencia del concreto con $f'c=280\text{Kg}/\text{cm}^2$ a flexión	(PCA-IDPP, 2019), La resistencia a flexión es un parámetro de diseño, es porque los pavimentos sufren fallas a flexión durante la carga de tráfico, ensayo a flexión puede ser determinado usando dos ensayos diferentes; carga en el centro y carga en el tercio.	La presente variable, se ha centrado en evaluar las características del concreto endurecido y concreto fresco.	Propiedades del concreto endurecido	Resistencia a flexión a los 7,14,28 días en Kg/cm^2	Nominal
			Propiedades del concreto fresco	Trabajabilidad Peso unitario Slump % de Aire	Nominal

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3: Fichas técnicas de recopilación de datos validadas por especialistas

	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	TESIS: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"
---	---------------------------	--

FICHA TÉCNICA N°01

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO	
NORMA: ASTM C-136 (NTP 400.012)	
TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
N°4	4.750				
N°8	2.360				
FONDO					
TOTAL					

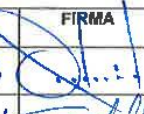


TAMIZ	PESO DEL TAMIZ (gr)	PESO DEL TAMIZ + AGREGADO GRUESO (gr)	PESO DEL AGREGADO GRUESO (gr)
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
N°4			
N°8			
FONDO			
TOTAL			

M.F = Módulo de finura

TM = Tamaño máximo

TMN = Tamaño máximo nominal

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Barga Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		0.9



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"

FICHA TÉCNICA N°02

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

NORMA: ASTM C-136 (NTP 400.012)

TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA
3/8"	9.500				
N°4	4.750				
N°8	2.360				
N°16	1.180				
N°30	0.600				
N°50	0.300				
N°100	0.150				
FONDO					
	TOTAL				

TAMIZ	PESO DEL TAMIZ (gr)	PESO DEL TAMIZ + AGREGADO FINO (gr)	PESO DEL AGREGADO FINO (gr)
3/8"			
N°4			
N°8			
N°16			
N°30			
N°50			
N°100			
FONDO			
TOTAL			

M.F = Módulo de finura

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Bercola Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		0.9

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	TESIS: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"
---	--

FICHA TÉCNICA N°03

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS POR SECADO	
NORMA: ASTM C-566 (NTP 339.185)	
TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:



contenido de humedad del agregado grueso

DESCRIPCION	M1	M2	M3
Masa de la muestra húmeda + masa de la tara (gr)			
Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara (gr)			
Masa de la tara (gr)			
Masa del agua (gr)			
Contenido de Humedad (%)			

contenido de humedad del agregado fino

DESCRIPCION	M1	M2	M3
Masa de la muestra húmeda + masa de la tara (gr)			
Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara (gr)			
Masa de la tara (gr)			
Masa del agua (gr)			
Contenido de Humedad (%)			

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Barzola Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"

FICHA TÉCNICA N°04

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO

NORMA: ASTM C-29 (NTP 400.017)

TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

Peso Unitario Suelto Seco – PUSS

DESCRIPCION		M1	M2	M3
Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)			
Masa del molde	(kg)			
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)			
Volumen del molde (1/3 ft ³)	(m ³)			
Peso unitario suuelto húmedo	(kg/m ³)			
Promedio peso unitario suuelto húmedo	(kg/m ³)			
Promedio peso unitario suuelto seco	(kg/m ³)			

Peso Unitario Compactado Seco – PUCS

DESCRIPCION		M1	M2	M3
Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)			
Masa del molde	(kg)			
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)			
Volumen del molde (1/3 ft ³)	(m ³)			
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)			
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)			
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m ³)			

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Barzola Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		0-9



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"

FICHA TÉCNICA N°05

PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO

NORMA: ASTM C-29 (NTP 400.017)

TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

Peso Unitario Suelto Seco – PUSS

DESCRIPCION		M1	M2	M3
Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)			
Masa del molde	(kg)			
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)			
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)			
Peso unitario suuelto húmedo	(kg/m ³)			
Promedio peso unitario suuelto húmedo	(kg/m ³)			
Promedio peso unitario suuelto seco	(kg/m ³)			

Peso Unitario Compactado Seco – PUCS

DESCRIPCION		M1	M2	M3
Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)			
Masa del molde	(kg)			
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)			
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)			
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)			
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)			
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m ³)			

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Barzola Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		0.9



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"

FICHA TÉCNICA N°06

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

NORMA: ASTM C-127 (NTP 400.021)

TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso

1	Masa de la muestra secada al horno (A)	(g)			
2	Masa de la muestra saturada con superficie seca (B)	(g)			
3	Masa de la muestra saturada dentro del agua + masa de la canastilla dentro del agua	(g)			
4	Masa de la canastilla dentro del agua	(g)			
5	Masa de la muestra saturada dentro del agua (C)	(g)			
6	Masa específica [P.E.M. = A/(B-C)]	(gr/cm ³)			
7	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = B/(B-C)]	(gr/cm ³)			
8	Masa específica aparente [P.E.A.=A/(A-C)]	(gr/cm ³)			
9	Porcentaje de absorción [(B-A)/A*100]	%			

Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.

1	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón + masa del agua	(g)			
2	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón	(g)			
3	Masa del agua (W = 1-2)	(g)			
4	Masa de la arena secada al horno + masa del balón	(g)			
5	Masa del balón	(g)			
6	Masa de la arena secada al horno (A = 4-5)	(g)			
7	Volumen del balón V = 500 ml				
8	Masa específica [P.E.M. = A / (V - W)]	(g/cm ³)			
9	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = 500 / (V - W)]	(g/cm ³)			
10	Masa específica aparente [P.E.A. = A / (V - W) - (500 - A)]	(g/cm ³)			
11	Porcentaje de absorción [(500 - A) / A * 100]				

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Barga Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		1



FICHA TÉCNICA N°07

DISEÑO DE MEZCLA POR MODULO DE FINEZA

NORMA: AGI

TESISTA:

BOZA SOTACURO, ALFREDO

ORIGEN:

FECHA:

Materiales secos por m3 de concreto (Teórico)

Material	Peso Seco Kg/m3	volumen (m3)
Cemento		
Agua		
Agregado fino		
Agregado grueso		
Aire 2%		
PUC (Kg/m3)		

Ajuste por humedad

Material (m3)	Peso (kg)	volumen (m3)
Cemento		
Agua		
Agregado fino		
Agregado grueso		
Aire (2%)		
PUC (Kg/m3)		

proporciones en peso

	Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso
Kg/bolsa				

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		0.9
Ing. Jose Luis Barzola Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		0.9



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"

FICHA TÉCNICA N°08

DISEÑO DE MEZCLA POR MODULO DE FINEZA

NORMA: ACI

TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

Materiales secos por m3 de concreto con fibra de maguey

Material (m3)	Peso (kg)	volumen (m3)
Cemento		
Agua		
Agregado fino		
Agregado grueso		
Aire (2%)		
2% Fibra de maguey		
PUC (Kg/m3)		

Material (m3)	Peso (kg)	volumen (m3)
Cemento		
Agua		
Agregado fino		
Agregado grueso		
Aire (2%)		
4% Fibra de maguey		
PUC (Kg/m3)		

Material (m3)	Peso (kg)	volumen (m3)
Cemento		
Agua		
Agregado fino		
Agregado grueso		
Aire (2%)		
6% Fibra de maguey		
PUC (Kg/m3)		

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Bartzola Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170253		1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"

FICHA TÉCNICA N°09

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO

NORMA: (ACI 211 – ASTM C-138)

TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

Temperatura de mezcla

Diseño de mezcla	% de fibra	Temperatura °c
f _c = 280 Kg/ cm ²		

Diseño de Mezcla	% de Fibra	Asentamiento - Slump
f _c = 280 Kg/ cm ²		

Diseño de Mezcla	% de fibra	Masa del molde + masa del concreto fresco (Kg)	Masa del molde (Kg)	Masa del concreto fresco (Kg)	volumen del molde	Masa del concreto fresco (Kg/m ³)	Pro. Peso unitario del concreto fresco (Kg/m ³)
f _c = 280 Kg/ cm ²							

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Barzola Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"

FICHA TÉCNICA N°10

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICOS

(ASTM C-39 / NTP 339.034)

TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

Ensayo a compresión

Testigo N°	Diseño de mezcla	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión f _c (Kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f _c (Kg/cm ²)
1	f _c = 280 Kg/cm ²									
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Testigo N°	Diseño de mezcla	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión f _c (Kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f _c (Kg/cm ²)
1	f _c = 280 Kg/cm ² con 2% de fibra									
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Barzola Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		1

FICHA TÉCNICA N°11


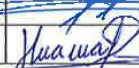

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICOS	
(ASTM C-39 / NTP 339.034)	
TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

Ensayo a compresión

Testigo N°	Diseño de mezcla	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión f _c (Kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f _c (Kg/cm ²)
1	f _c = 280 Kg/cm ² con 4% de fibra									
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Testigo N°	Diseño de mezcla	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la compresión f _c (Kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f _c (Kg/cm ²)
1	f _c = 280 Kg/cm ² con 6% de fibra									
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Barzola Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"

FICHA TÉCNICA N°12

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE VIGAS

(ASTM C-78 / NTP 339.078)

TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

Ensayo a flexión concreto patrón

Viga N°	Diseño de mezcla	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Ø	Carga (KN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura f _r (MPa)	Módulo de rotura f _r (Kg/cm ²)
V-1	f _c = 280 Kg/cm ²									
V-2										
V-3										
V-4										
V-5										
V-6										
V-7										
V-8										
V-9										

Ensayo a flexión con 2% fibra

Viga N°	Diseño de mezcla	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Ø	Carga (KN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura f _r (MPa)	Módulo de rotura f _r (Kg/cm ²)
V-1	f _c = 280 Kg/cm ²									
V-2										
V-3										
V-4										
V-5										
V-6										
V-7										
V-8										
V-9										

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Bazaña Salazar	148954		1
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		1



FICHA TÉCNICA N°13

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE VIGAS

(ASTM C-78 / NTP 339.078)

TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

Ensayo a flexión 4% de fibra

Viga N°	Diseño de mezcla	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	0	Carga (KN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura fr (MPa)	Módulo de rotura fr (Kg/cm2)
V-1	f _c = 280 Kg/cm ²									
V-2										
V-3										
V-4										
V-5										
V-6										
V-7										
V-8										
V-9										

Ensayo a flexión con 6% fibra

Viga N°	Diseño de mezcla	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	0	Carga (KN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura fr (MPa)	Módulo de rotura fr (Kg/cm2)
V-1	f _c = 280 Kg/cm ²									
V-2										
V-3										
V-4										
V-5										
V-6										
V-7										
V-8										
V-9										

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		1
Ing. Jose Luis Barzola Salazar	148954		1
Ing. Williams O. Huamani Pacheco	170753		1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021"

FICHA TÉCNICA N°14

ENSAYO PARA CALCULAR DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCION DE LA FIBRA DE MAGUEY

TESISTA:	BOZA SOTACURO, ALFREDO
ORIGEN:	FECHA:

DATOS E IDENTIFICACION DE FIBRA MAGUEY		M1	M2	M3
1	Peso de la matriz	gr		
2	Peso de la matriz + agua	gr		
2	Peso de la matriz + muestra SSS	gr		
3	Peso del agua (2-1)	gr		
4	Peso de la matriz + muestra SSS + agua (3+2)	gr		
A	Peso de tara	gr		
B	Peso de tara + muestra seca al horno	gr		
5	Peso de la muestra SSS (2-1)	gr		
6	Peso de la muestra seca al horno (B-A)	gr		
	% Absorción (5-6)/6*100	%		
	Promedio % Absorción	%		
	Densidad relativa seca al horno			
	$DR=(B-A)/(2+(3-1)-4)$			
	Densidad relativa SSS			
	$DR_{sss}=(3-1)/(2+(3-1)-4)$			
	Densidad relativa aparente			
	$DRA=(B-A)/(2+(B-A)-4)$			

Ficha revisada por especialistas

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	CIP	FIRMA	CALIFICACION
Ing. Omar Alex Huamani Salazar	146898		0.9
Ing. Jose Luis Barzola Salazar	148954		0.9
Ing. Williams D. Huamani Pacheco	170753		1

ANEXO 4: Certificado de calibración y acreditación por INACAL

<h1>Certificado</h1>	 INACAL Instituto Nacional de Calidad Acreditación
La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Acreditación a:	
<h2>C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.</h2>	
Laboratorio de Ensayo	
En su sede ubicada en: Av. Los Próceres N° 1000, Urbanización Cercado, distrito de Chilca, provincia de Huancayo y departamento de Junín.	
Con base en la norma	
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.	
Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo	
Fecha de Acreditación: 07 de mayo de 2021	
Fecha de Vencimiento: 06 de mayo de 2024	
 Firmado digitalmente por RODRIGUEZ ALEGRIA Alejandra FAU 20600283015 soft Fecha: 2021-05-17 16:35:03 Motivo: Soy el Autor del Documento	
ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRÍA Directora, Dirección de Acreditación – INACAL	
Cédula N° : 021 D-2021-INACAL/DA Contrato N° : 021 -2021/INACAL-DA Registro N° : LE-162	Fecha de emisión: 07 de mayo de 2021
<i>El presente certificado tiene validez con su consorcio de este Alcance de Acreditación y validez de certificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, modificaciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe consultarse en la página web: www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditador al momento de hacerse en el presente certificado.</i>	
<i>La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).</i>	
DA-acr-06P-02M-V02-02	

Fuente: C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

ANEXO 4.1: Certificado de calibración de prensa de concreto.

 <p>PERUTEST S.A.C. EQUIPOS E INSTRUMENTOS</p>		<p>PERUTEST S.A.C. CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA RUC N° 20602182721</p>
<p>Área de Metrología Laboratorio de Fuerza</p>		<p>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 021 - 2020</p>
Página 1 de 3		
<p>1. Expediente 0192-2020</p> <p>2. Solicitante C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.</p> <p>3. Dirección AV. LOS PROCERES NRO. 1000 URB. CERCADO JUNIN - HUANCAYO - CHILCA</p> <p>4. Equipo PRENSA DE CONCRETO</p> <p>Capacidad 2000 kN</p> <p>Marca A&A INSTRUMENTS</p> <p>Modelo STYE-2000</p> <p>Número de Serie 181012</p> <p>Procedencia CHINA</p> <p>Identificación NO INDICA</p> <p>Indicación DIGITAL</p> <p>Marca MC</p> <p>Modelo LM-02</p> <p>Número de Serie 181012</p> <p>Resolución 0.01 / 0.1 kN (*)</p> <p>Ubicación NO INDICA</p> <p>5. Fecha de Calibración 2020-02-17</p>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>	<p>Fecha de Emisión 2020-02-20</p> <p style="text-align: center;">  Jefe del Laboratorio de Metrología MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES </p> <p style="text-align: center;">  </p>
<p>Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe</p>		

Fuente: C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

ANEXO 4.2: Certificado de calibración de prensa de concreto.



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 021 - 2020

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
AV. LOS PROCERES NRO. 1000 URB. CERCADO JUNIN - HUANCAYO - CHILCA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.3 °C
Humedad Relativa	55 % HR	55 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	CELDA DE CARGA KELL MOD: 150-A E SERIE: 5Y97826	INF-LE 002-20



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

ANEXO 4.3: Certificado de calibración de prensa de concreto.



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 021 - 2020

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	F_4 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	150	150.3	150.3	150.3	150.3
20	300	300.6	300.6	300.6	300.6
30	450	450.9	451.0	451.0	451.0
40	600	601.9	601.9	602.0	601.9
50	750	752.5	752.7	752.5	752.6
60	900	903.5	903.1	903.9	903.5
70	1050	1054.1	1053.1	1053.6	1053.7
80	1200	1205.2	1206.0	1206.0	1205.8
90	1350	1357.8	1358.3	1358.6	1358.3
100	1450	1457.3	1456.8	1457.2	1457.1
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
150	-0.20	0.03	0.03	0.07	0.58
300	-0.21	0.02	-0.03	0.03	0.58
450	-0.21	0.01	0.01	0.02	0.57
600	-0.32	0.01	0.00	0.02	0.57
750	-0.34	0.03	0.02	0.01	0.57
900	-0.39	0.09	-0.04	0.01	0.58
1050	-0.35	0.09	-0.09	0.01	0.58
1200	-0.48	0.07	-0.01	0.01	0.58
1350	-0.61	0.06	-0.03	0.01	0.58
1450	-0.49	0.03	-0.03	0.01	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

ANEXO 4.4: Certificado de calibración de horno.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



INACAL
DA-Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N° LC-014

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-0957-2020

SERV - 0793 - 2020
Pág. 1 de 5

1. Cliente : C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

Dirección : Av. Los Proceres Nro. 1000 Urb. Cercado - Chilca - Huancayo - Junin.

2. Equipo calibrado : HORNO

Marca : KAIZACORP

Modelo : STHX-1A

Número de serie : 200611

Ventilación : Forzada

Procedencia : No indica

Identificación : C3-H-003

Ubicación : Laboratorio de Suelos

Instrumento de medición del equipo:

Nombre	Tipo	Intervalo de indicación	Resolución
Termómetro de medición (*)	Digital	No indica	0,1 °C
Dispositivo de control (*)	Digital	-100,0 °C a 300,0 °C	0,1 °C

3. Fecha y lugar de Calibración

Fecha de calibración : 2020-11-13

Lugar de calibración : Instalaciones de C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa según el procedimiento PC-018, 2da Ed. , "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático", del INDECOPI-SNM.

5. Trazabilidad

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Instrumento patrón	Certificado de calibración N°
Termómetro de código LT-TC-01 con 10 termopares tipo K (K01-49 al K01-58) con incertidumbre del orden de 0,18 °C a 0,20 °C.	LT-0602-2020 de SAT S.A.C.

6. Condiciones ambientales

Temperatura ambiental : Mínima : 21,1 °C Máxima : 23,1 °C

Humedad relativa : Mínima : 38 %hr Máxima : 46 %hr

7. Condiciones de Calibración

La calibración se realizó bajo condiciones normales de uso del equipo.

N°	Temperatura de trabajo (°C)	Posición del Controlador (°C)	Porcentaje de carga (%)	Tipo de carga /muestras
1	60 ± 5	60,0	Aprox. 25	6 taras conteniendo muestras de suelo.
2	110 ± 5	107,0		

Fecha de emisión: 2020-11-20

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es valido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT, carecen de validez.



Bach. DANIEL L. BONIFACIO
Jefe de Laboratorio de Temperatura



Ing. YANET I. MALDONADO PÁÑEZ
Jefe de División de Metrología

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 LIMA 14 - LIMA - PERÚ - TELEFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com ; metrologia@satperu.com www.satperu.com

F-DM-08 /4ta./Febrero 2018

Fuente: C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

ANEXO 4.5: Certificado de calibración de horno



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014

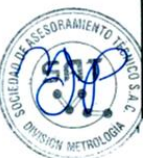


Certificado de Calibración N° LT-0957-2020
 Pág. 2 de 5

8. Resultados de la Medición

TEMPERATURA DE TRABAJO : 60 °C ± 5 °C

N°	Tiempo (min)	Term. del equipo T (°C)	NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR					Promedio "T prom"	"Tmax - Tmin"
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	00	60,0	60,1	62,8	61,2	60,3	61,5	60,5	63,1	62,2	61,7	62,6	61,6	3,1
2	02	60,1	60,2	62,9	61,3	60,3	61,5	60,6	63,2	62,3	61,7	62,7	61,7	3,1
3	04	60,0	60,1	62,8	61,2	60,2	61,4	60,6	63,1	62,2	61,7	62,6	61,6	3,1
4	06	60,0	60,2	62,8	61,2	60,2	61,3	60,6	63,1	62,2	61,6	62,6	61,6	3,0
5	08	60,0	60,4	62,8	61,3	60,3	61,5	60,6	63,2	62,2	61,6	62,6	61,6	2,9
6	10	60,0	60,3	62,9	61,3	60,4	61,5	60,6	63,1	62,3	61,8	62,7	61,7	2,9
7	12	60,0	60,3	62,7	61,3	60,4	61,5	60,5	63,2	62,2	61,7	62,7	61,6	3,0
8	14	59,9	60,2	62,7	61,2	60,2	61,4	60,6	63,1	62,2	61,6	62,6	61,6	3,0
9	16	60,0	60,2	62,7	61,2	60,3	61,5	60,6	63,0	62,3	61,7	62,7	61,6	2,9
10	18	60,0	60,4	63,0	61,3	60,4	61,6	60,6	63,2	62,2	61,7	62,6	61,7	2,9
11	20	60,0	60,4	63,0	61,3	60,5	61,7	60,7	63,2	62,2	61,7	62,7	61,7	2,9
12	22	60,0	60,2	62,7	61,3	60,4	61,6	60,7	63,1	62,2	61,7	62,7	61,7	3,0
13	24	59,9	60,3	62,6	61,2	60,3	61,5	60,7	62,9	62,2	61,6	62,7	61,6	2,7
14	26	60,0	60,3	62,8	61,3	60,3	61,5	60,6	63,1	62,2	61,6	62,6	61,6	2,9
15	28	60,1	60,3	62,9	61,5	60,4	61,6	60,8	63,2	62,3	61,7	62,7	61,7	3,0
16	30	60,1	60,3	62,8	61,3	60,3	61,6	60,8	63,2	62,3	61,8	62,7	61,7	3,0
17	32	59,9	60,3	62,8	61,2	60,3	61,5	60,7	63,0	62,3	61,8	62,7	61,7	2,8
18	34	59,9	60,2	62,7	61,2	60,2	61,4	60,6	62,9	62,2	61,7	62,6	61,6	2,8
19	36	60,0	60,4	62,6	61,3	60,4	61,6	60,7	63,3	62,2	61,7	62,6	61,7	3,0
20	38	60,1	60,5	62,7	61,4	60,6	61,7	60,7	63,2	62,4	61,8	62,7	61,8	2,8
21	40	60,0	60,5	62,8	61,4	60,4	61,7	60,8	63,2	62,2	61,8	62,8	61,8	2,8
22	42	60,0	60,5	62,9	61,4	60,4	61,6	60,7	63,2	62,2	61,8	62,7	61,7	2,8
23	44	59,9	60,3	63,0	61,2	60,4	61,6	60,7	63,2	62,2	61,7	62,8	61,7	3,0
24	46	59,9	60,3	62,9	61,2	60,3	61,5	60,6	63,0	62,2	61,7	62,6	61,6	2,8
25	48	60,0	60,4	62,8	61,3	60,4	61,5	60,6	63,1	62,2	61,7	62,6	61,7	2,8
26	50	60,0	60,3	62,8	61,3	60,4	61,6	60,7	63,1	62,3	61,8	62,7	61,7	2,9
27	52	60,0	60,4	62,9	61,3	60,4	61,6	60,7	63,1	62,2	61,8	62,6	61,7	2,8
28	54	60,1	60,4	63,0	61,4	60,5	61,6	60,7	63,2	62,3	61,8	62,7	61,8	2,9
29	56	60,0	60,4	62,9	61,3	60,4	61,6	60,8	63,2	62,4	61,7	62,7	61,7	2,9
30	58	60,0	60,5	62,8	61,3	60,5	61,7	60,8	63,2	62,4	62,0	62,8	61,8	2,8
31	60	60,0	60,3	62,8	61,3	60,3	61,6	60,7	63,2	62,3	62,0	62,8	61,7	3,0
T PROM		60,0	60,3	62,8	61,3	60,4	61,6	60,7	63,2	62,2	61,7	62,6	61,7	
T MAX		60,1	60,5	63,0	61,5	60,6	61,7	60,8	63,3	62,4	62,0	62,8		
T MIN		59,9	60,1	62,6	61,2	60,2	61,3	60,5	62,9	62,2	61,6	62,6		
DTT =(T MAX-T MIN)		0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2		




Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima temperatura medida	63,3	0,3
Minima temperatura medida	60,1	0,3
Desviación de la Temperatura en el Tiempo	0,4	0,1
Desviación de la Temperatura en el Espacio	2,9	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,22	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,3

F-DM-08 /4ta./Febrero 2018


JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 LIMA 14 - LIMA - PERÚ - TELEFONO: 206-9280
 E-mail: satperu@satperu.com ; metrologia@satperu.com www.satperu.com

Fuente: C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

ANEXO 4.6: Certificado de calibración de horno



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014




INACAL
DA-Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC-014


Certificado de Calibración N° LT-0957-2020
Pág. 3 de 5

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C ± 5 °C

N°	Tiempo (min)	Term. del equipo T (°C)	NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR					Promedio "T _{prom} "	"T _{max} " - "T _{min} "	
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10			
1	00	107.0	105.5	111.0	107.9	106.0	108.5	107.4	112.5	114.3	110.3	112.3	109.6	8.7	
2	02	107.1	105.5	111.1	108.1	106.2	108.6	107.6	112.7	114.2	110.3	112.4	109.7	8.6	
3	04	107.0	105.5	111.1	108.1	106.0	108.6	107.6	112.7	114.2	110.4	112.5	109.7	8.6	
4	06	107.0	105.5	111.1	108.0	106.1	108.6	107.4	112.6	114.2	110.3	112.5	109.6	8.6	
5	08	107.0	105.3	111.0	108.0	106.1	108.5	107.4	112.5	114.2	110.3	112.4	109.6	8.8	
6	10	107.0	105.3	111.0	108.0	106.0	108.5	107.4	112.5	114.2	110.3	112.4	109.6	8.8	
7	12	107.0	105.3	111.1	107.9	105.9	108.5	107.3	112.5	114.4	110.3	112.4	109.6	9.0	
8	14	107.0	105.4	111.0	108.0	106.0	108.5	107.4	112.6	114.2	110.2	112.4	109.6	8.7	
9	16	107.0	105.4	111.1	108.0	106.0	108.6	107.5	112.6	114.4	110.4	112.5	109.6	8.9	
10	18	107.0	105.4	111.1	108.1	106.2	108.6	107.6	112.5	114.4	110.4	112.6	109.7	8.9	
11	20	107.0	105.4	110.9	107.9	106.0	108.5	107.4	112.5	114.3	110.3	112.5	109.6	8.8	
12	22	106.9	105.5	111.0	107.9	106.0	108.5	107.4	112.5	114.2	110.2	112.3	109.5	8.6	
13	24	107.0	105.4	111.0	108.0	106.1	108.5	107.4	112.3	114.3	110.3	112.3	109.6	8.8	
14	26	107.0	105.4	111.0	108.0	106.0	108.5	107.4	112.5	114.4	110.4	112.4	109.6	8.9	
15	28	107.0	105.4	111.0	108.0	106.0	108.6	107.4	112.4	114.4	110.4	112.4	109.6	8.9	
16	30	107.0	105.5	111.1	108.0	106.1	108.5	107.4	112.5	114.3	110.3	112.3	109.6	8.7	
17	32	107.0	105.4	111.0	108.0	106.1	108.6	107.5	112.5	114.5	110.3	112.4	109.6	9.0	
18	34	107.0	105.4	111.0	107.9	106.0	108.5	107.4	112.2	114.4	110.3	112.4	109.5	8.9	
19	36	107.0	105.6	111.0	108.1	106.2	108.7	107.5	112.5	114.3	110.4	112.5	109.7	8.6	
20	38	107.0	105.5	111.0	108.0	106.1	108.7	107.4	112.5	114.2	110.4	112.4	109.6	8.6	
21	40	107.0	105.4	111.1	107.8	106.0	108.5	107.3	112.4	114.3	110.4	112.4	109.6	8.8	
22	42	106.9	105.2	111.0	107.8	106.0	108.5	107.4	112.5	114.2	110.3	112.3	109.5	8.9	
23	44	107.0	105.4	111.0	108.0	106.0	108.7	107.4	112.6	114.3	110.3	112.4	109.6	8.8	
24	46	107.1	105.4	111.1	108.1	106.0	108.7	107.5	112.7	114.4	110.5	112.5	109.7	8.9	
25	48	107.0	105.3	111.0	107.9	106.0	108.5	107.5	112.5	114.4	110.4	112.4	109.6	9.0	
26	50	106.9	105.2	110.9	107.8	106.0	108.5	107.4	112.4	114.2	110.2	112.4	109.5	8.9	
27	52	106.8	105.3	111.0	108.0	106.0	108.5	107.3	112.5	114.2	110.2	112.3	109.5	8.8	
28	54	107.1	105.5	111.2	108.0	106.2	108.6	107.5	112.6	114.4	110.4	112.4	109.7	8.8	
56	107.1	105.5	111.2	108.1	106.2	108.7	107.6	112.7	114.4	110.5	112.5	109.7	8.8		
58	107.0	105.3	111.0	108.0	106.0	108.6	107.6	112.5	114.5	110.3	112.4	109.6	9.1		
60	106.9	105.2	110.9	107.9	106.0	108.5	107.4	112.2	114.5	110.2	112.2	109.5	9.2		
T.PROM	107.0	105.4	111.1	107.9	106.1	108.5	107.5	112.5	114.3	110.3	112.4	109.6			
T.MAX	107.1	105.6	111.2	108.1	106.2	108.7	107.6	112.7	114.5	110.5	112.6	110.5	112.6		
T.MIN	106.8	105.2	110.9	107.8	105.9	108.5	107.3	112.2	114.2	110.2	112.2	110.2	112.2		
DTT=(T.MAX-T.MIN)		0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima temperatura medida.	114.5	0.3
Minima temperatura medida.	105.2	0.3
Desviación de la Temperatura en el Tiempo.	0.5	0.1
Desviación de la Temperatura en el Espacio.	8.9	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.25	0.04
Uniformidad Medida	9.2	0.3



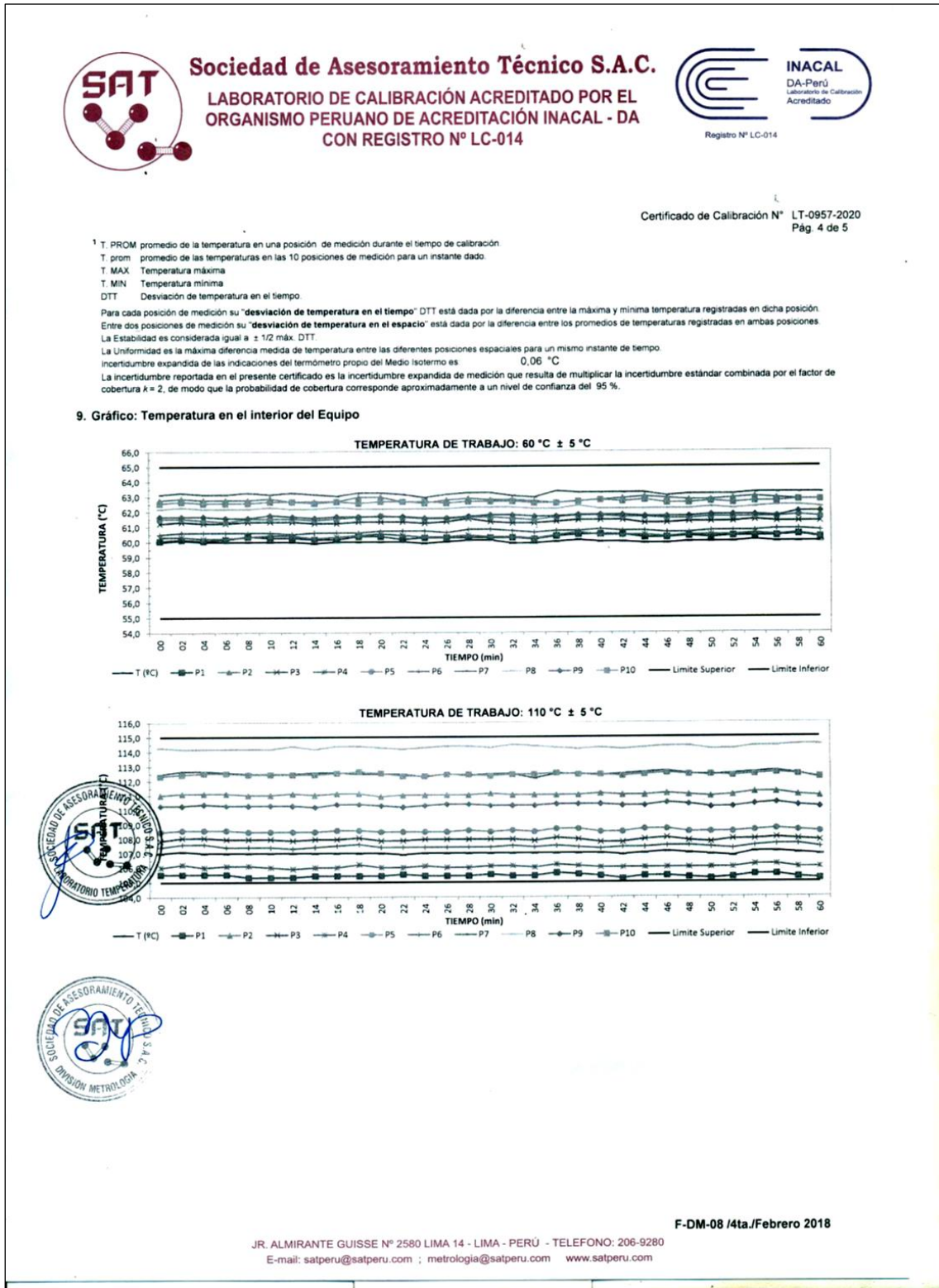


F-DM-08 /4ta./Febrero 2018

JR. ALMIRANTE GUISE N° 2580 LIMA 14 - LIMA - PERÚ - TELEFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com ; metrologia@satperu.com www.satperu.com

Fuente: C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

ANEXO 4.7: Certificado de calibración de horno



Fuente: C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

ANEXO 4.8: Certificado de calibración de horno

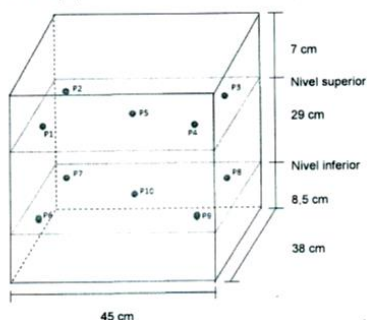


Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC-014



Certificado de Calibración N° LT-0957-2020
Pág. 5 de 5

10. Gráfico: Distribución de los sensores en el equipo



- Los sensores P5 y P10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del P1 al P4 están ubicados a 8 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del P6 al P10 están ubicados a 1.5 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los sensores del P1 al P4 y P6 al P9 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFIA DEL INTERIOR DEL EQUIPO CON LAS MUESTRAS



11. Observaciones:

- Se adjunta una etiqueta de color verde con la indicación CALIBRADO.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La calibración se efectuó 1 hora después de haber encendido y cerrado el equipo.
- Además el equipo cuenta con operación del aire fresco. Completamente cerrado.
- Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura indicados en el ítem 7.
- (*) Marca: Autcomp y modelo: TCD.



F-DM-08 /4ta./Febrero 2018

JR. ALMIRANTE GUISE N° 2580 LIMA 14 - LIMA - PERÚ - TELEFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com ; metrologia@satperu.com www.satperu.com

ANEXO 4.9: Certificado de calibración de balanza.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



INACAL
DA-Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC-014

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0574-2020

SERV- 0793-2020
Pág. 1 de 3

1 Cliente : C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.
Dirección : Av. Los Proceres Nro. 1000 Urb. Cercado - Chilca - Huancayo - Junin

2 Instrumento Calibrado : **Balanza**
Clasificación : No automática
Marca : OHAUS
Modelo : R21PE30ZH
Número de serie : B847537534
Procedencia : No indica
Identificación : C3-B-008
Capacidad máxima : 30 000 g
Capacidad mínima : No indica
Div. de escala (d) : 1 g (*)
Div. de verificación (e) : 10 g
Clase de exactitud : III
Tipo : Electrónica
Ubicación : Laboratorio de Suelos

3 Fecha y lugar de calibración
Fecha de calibración : 2020-11-13
Lugar de calibración : Instalaciones de C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.

4 Método de calibración :
La calibración se efectuó por comparación según el procedimiento PC-001, 1ra Ed., "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO CLASE III y IIII", del INACAL-DM.

5 Trazabilidad
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP) y/o Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).
Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración:

Código	Clase de exactitud	Certificado de calibración
LM-PM2-29	M2	LM-0416-2020 / SAT S.A.C.
LM-PM2-102	M2	LM-0525-2020 / SAT S.A.C.
LM-PM2-257	M2	LM-0560-2020 / SAT S.A.C.
LM-PM2-259	M2	LM-0562-2020 / SAT S.A.C.

Fecha de emisión: 2020-11-20



JORGE R. QUILE RAMOS
Jefe de Laboratorio de Masa (e)




Ing. YANET I. MALDONADO PANÉZ
Jefe de División de Metrología

JR. ALMIRANTE GUISE N° 2580 LIMA 14 - LIMA - PERÚ - TELEFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com ; metrologia@satperu.com www.satperu.com


F-DM-08 /4ta. /Febrero 2018

Fuente: C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

ANEXO 4.10: Certificado de calibración de balanza.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



INACAL
DA-Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC-014

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0574-2020
Pág. 2 de 3

6 Resultados de medición

Inspección Visual

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No aplica
OSCILACIÓN LIBRE	No aplica	CURSOR	No aplica
PLATAFORMA	Tiene	NIVELACIÓN	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No tiene		

Ensayo de Repetibilidad

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	21,3	21,5

HUMEDAD RELATIVA (%)	INICIAL	FINAL
	42	42

Medición N°	CARGA L ₁ (g) = 15 000		
	I (g)	ΔL (mg)	E (g)
1	15 000	900	-0,4
2	15 000	900	-0,4
3	15 000	900	-0,4
4	15 000	900	-0,4
5	15 000	900	-0,4
6	15 000	900	-0,4
7	15 000	900	-0,4
8	15 000	900	-0,4
9	15 000	900	-0,4
10	15 000	900	-0,4
Diferencia máxima (g)		0,0	
± Error máximo permisible (g)		20	

Medición N°	CARGA L ₂ (g) = 30 000		
	I (g)	ΔL (mg)	E (g)
1	30 000	700	-0,2
2	30 000	700	-0,2
3	30 000	700	-0,2
4	30 000	800	-0,3
5	30 000	700	-0,2
6	30 000	700	-0,2
7	30 000	700	-0,2
8	30 000	700	-0,2
9	30 000	800	-0,3
10	30 000	700	-0,2
Diferencia máxima (g)		0,1	
± Error máximo permisible (g)		30	

Ensayo de Excentricidad


POSICIÓN DE LAS CARGAS

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	21,5	21,6


2	5
1	4
3	6

HUMEDAD RELATIVA (%)	INICIAL	FINAL
	42	42

POSICIÓN DE CARGA	DETERMINACIÓN DE E ₀				DETERMINACIÓN DEL ERROR CORREGIDO E _c				
	CARGA MÍNIMA (g)	I (g)	ΔL (mg)	E ₀ (g)	CARGA L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)
1	10	10	700	-0,2	10 000	10 000	800	-0,3	-0,1
2		10	700	-0,2		10 000	700	-0,2	0,0
3		10	700	-0,2		10 000	900	-0,4	-0,2
4		10	700	-0,2		9 999	200	-0,7	-0,5
5		10	700	-0,2		10 000	700	-0,2	0,0
± Error máximo permisible (g)						20			



SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C.
LABORATORIO MESA



SOCIEDAD DE ASESORAMIENTO TÉCNICO S.A.C.
DIVISION METROLOGIA

ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 LIMA 14 - LIMA - PERÚ - TELEFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com ; metrologia@satperu.com www.satperu.com

F-DM-08 /4ta. /Febrero 2018

Fuente: C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

ANEXO 4.11: Certificado de calibración de balanza.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0574-2020

Pág. 3 de 3

Ensayo de Pesaje

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	21,6	21,6

HUMEDAD RELATIVA (%)	INICIAL	FINAL
	42	41

CARGA L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± EMP (g)
	I (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)	
E ₀ 10	10	700	-0,2	---	---	---	---	---	---
200	200	700	-0,2	0,0	200	300	0,3	0,5	10
3 000	3 000	800	-0,3	-0,1	3 000	300	0,2	0,4	10
5 000	5 000	800	-0,3	-0,1	5 000	400	0,1	0,3	10
7 000	7 000	1 000	-0,5	-0,3	7 000	400	0,1	0,3	20
10 000	10 000	900	-0,4	-0,2	10 000	500	0,0	0,2	20
15 000	15 000	800	-0,3	-0,1	15 000	500	0,0	0,2	20
20 000	20 000	700	-0,2	0,0	20 000	500	0,0	0,2	20
24 000	24 001	900	0,6	0,8	24 001	800	0,7	0,9	30
27 000	27 001	1 000	0,5	0,7	27 001	900	0,6	0,8	30
30 000	30 001	900	0,6	0,8	30 001	900	0,6	0,8	30

L: Carga aplicada a la balanza.

I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E₀: Error en cero.

E: Error encontrado.

E_c: Error corregido.

EMP: Error máximo permisible.

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Incertidumbre Expandida (g)	$U_R = 2 \times \sqrt{1,98E-01 \text{ g}^2 + 1,36E-08 \times R^2}$
Lectura corregida (g)	$R_{\text{corregida}} = R - 8,28E-07 \times R$

R= Lectura de la balanza después de la calibración (g)

E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-04 = 10⁻⁴

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura

k = 2, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

7 Observaciones

- Se realizó una precarga usando la carga patrón de: 30 000 g para la cual la balanza indicó: 29 971 g
- Se realizó un ajuste a la balanza antes de la calibración.
- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- A esta balanza le corresponde una capacidad mínima de 200 g, tomando como referencia la norma NMP-003-2020.
- (*) La balanza es de rango múltiple, d₁ = 1 g y d₂ = 10 g. A solicitud del cliente se calibró la balanza solo en d₁ = 1 g.



Fuente: C3 INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.C.

ANEXO 5: Resultados de laboratorio de los ensayos de concreto

RAZÓN SOCIAL: C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.
 DIRECCIÓN : Av. Los Próceres N° 1000 – Chilca – Huancayo - Junín
 CELULAR : 947898992
 E-MAIL : c3ingenieriaespecializadasac@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

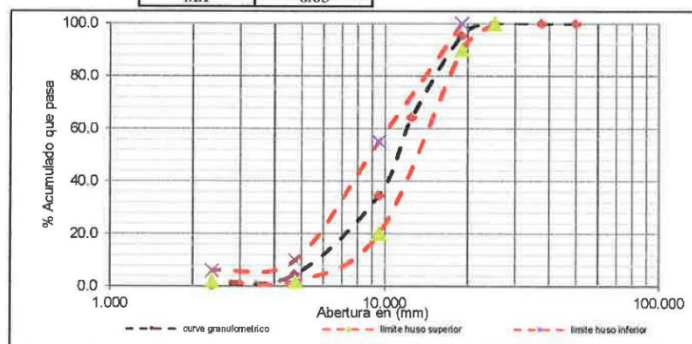
Expediente N° : 1904-2021
 Nombre del testista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-03-21

Análisis granulométrico del agregado grueso NTP 400.012 Piedra chancada de 3/4 pulgada

Cantera : Pilcomayo - Huancayo

Malla	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa	Huso 67
				Limites Totales % acumulativo pasante
1 pulg	0.0	0.0	100.0	100
3/4 pulg	4.6	4.6	95.4	90 a 100
1/2 pulg	31.2	35.8	64.2	---
3/8 pulg	29.7	65.5	34.5	20 a 55
No. 4	30.0	95.5	4.5	0 a 10
No. 8	4.3	99.8	0.2	0 a 5
Fondo	0.2	100.0	0.0	

TM	1 pulg
TMN	3/4 pulg
M.F	6.65



M.F = Módulo de finura
 TM = Tamaño máximo
 TMN = Tamaño máximo nominal



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

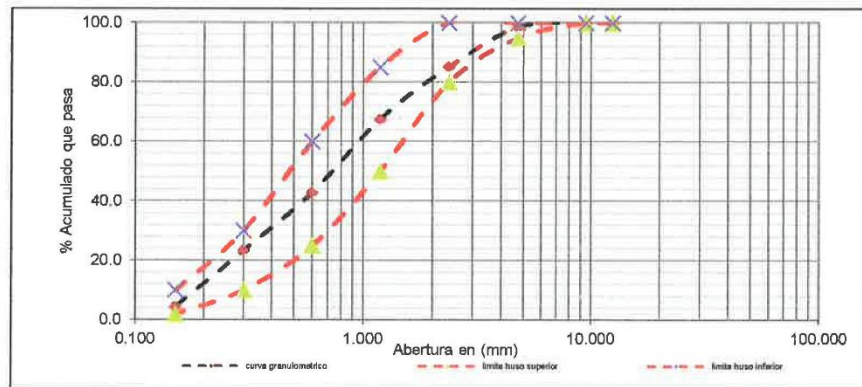
Expediente N° : 1904-2021
 Nombre del testista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-04-21

**ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
 NTP 400.012
 Arena gruesa**

Cantera : Río Mantaro - Pílcomayo

Tamiz	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Que pasa	Huso C
				Limites Totales % acumulativo pasante
3/4 pulg	0.0	0.0	100.0	100
1/2 pulg	0.0	0.0	100.0	100
3/8 pulg	0.0	0.0	100.0	100
No. 4	3.2	3.2	96.8	95 a 100
No. 8	13.9	17.1	82.9	80 a 100
No. 16	23.9	41.0	59.0	50 a 85
No. 30	26.9	67.9	32.1	25 a 60
No. 50	14.6	82.5	17.5	5 a 30
No. 100	12.7	95.2	4.8	0 a 10
Fondo	4.8	100.0		

M.F 3.07



M.F = Módulo de finura



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

Expediente N° : 1904-2021
Nombre del tesista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito,
Huancayo - 2021
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 19-03-21

Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
NTP 339.185
Piedra chancada de 3/4 pulgada

Cantera : Pilcomayo - Huancayo

Masa de la muestra húmeda + masa de la tara	(g)	859.3
Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara	(g)	854.1
Masa de la tara	(g)	68.5
Masa del agua	(g)	5.20
Contenido de Humedad	(%)	0.66



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

Expediente N° : 1904-2021
Nombre del testista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito
Huancayo - 2021
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 19-04-21

Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

NTP 339.185

Arena gruesa

Cantera: Rio Mantaro - Pilcomayo

Masa de la muestra húmeda + masa de la tara	(g)	625.2
Masa de la muestra secada al horno + masa de la tara	(g)	618.7
Masa de la tara	(g)	98.4
Masa del agua	(g)	6.50
Contenido de Humedad	(%)	1.25



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

Expediente N° : 1904-2021
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-03-21

Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("peso unitario") y los vacíos en los agregados

NTP 400.017

Piedra chancada de 3/4 pulgada

Cantera : Pilcomayo - Huancayo

I. Peso Unitario Suelto Seco - PUSS

Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)	18.625	18.641	18.674
Masa del molde	(kg)	4.957	4.957	4.957
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)	13.668	13.684	13.717
Volumen del molde (1/3 ft ³)	(m ³)	0.009439	0.009439	0.009439
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1448	1450	1453
Promedio peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1450		
Promedio peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1441		

II. Peso Unitario Compactado Seco - PUCS

Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)	19.451	19.421	19.421
Masa del molde	(kg)	4.957	4.957	4.957
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)	14.494	14.464	14.464
Volumen del molde (1/3 ft ³)	(m ³)	0.009439	0.009439	0.009439
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1536	1532	1532
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1533		
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1523		



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

Expediente N° : 1904-2021
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto t
 Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-04-21

**Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("peso unitario") y los vacíos en los
 agregados
 NTP 400.017
 Arena gruesa**

Cantera: : Rio Mantaro - Pilcomayo

I. Peso Unitario Suelto Seco - PUSS

Masa de la muestra suelta húmeda + masa del molde	(kg)	6.385	6.374	6.361
Masa del molde	(kg)	1.594	1.594	1.594
Masa de la muestra suelta húmeda	(kg)	4.791	4.780	4.767
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario suuelto húmedo	(kg/m ³)	1692	1688	1683
Promedio peso unitario suuelto húmedo	(kg/m ³)	1688		
Promedio peso unitario suuelto seco	(kg/m ³)	1669		

II. Peso Unitario Compactado Seco - PUCS

Masa de la muestra compactada húmeda + masa del molde	(kg)	7.142	7.151	7.143
Masa del molde	(kg)	1.594	1.594	1.594
Masa de la muestra compactada húmeda	(kg)	5.548	5.557	5.549
Volumen del molde (1/10 ft ³)	(m ³)	0.002832	0.002832	0.002832
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1959	1962	1959
Promedio peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1960		
Promedio peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1938		



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

Expediente N° : 1904-2021
Nombre del tesista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguay para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito,
Huancayo - 2021
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 19-03-21

Método de ensayo normalizado para densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

NTP 400.021

Piedra chancada de 3/4 pulgada

Cantera : Pilcomayo - Huancayo

I. Datos

1	Masa de la muestra secada al horno (A)	(g)	2974
2	Masa de la muestra saturada con superficie seca (B)	(g)	3000
3	Masa de la muestra saturada dentro del agua + masa de la canastilla dentro del agua	(g)	2856
4	Masa de la canastilla dentro del agua	(g)	973
5	Masa de la muestra saturada dentro del agua (C)	(g)	1883

II. Resultados

1	Masa específica [P.E.M. = $A/(B-C)$]	(gr/cm^3)	2.66
2	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = $B/(B-C)$]	(gr/cm^3)	2.69
3	Masa específica aparente [P.E.A. = $A/(A-C)$]	(gr/cm^3)	2.73
4	Porcentaje de absorción [$(B-A)/A*100$]		0.87



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

Expediente N° : 1904-2021
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito
 Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-04-21

Método de ensayo normalizado para densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino
NTP 400.022
Arena gruesa

Cantera : Río Mantaro - Pilcomayo

I. Datos

1	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón + masa del agua	(g)	974.2
2	Masa de la arena superficialmente seca + masa del balón	(g)	662.8
3	Masa del agua (W = 1-2)	(g)	311.4
4	Masa de la arena secada al horno + masa del balón	(g)	655.3
5	Masa del balón	(g)	162.8
6	Masa de la arena secada al horno (A = 4-5)	(g)	492.5
7	Volumen del balón V = 500 ml		500

II. Resultados

1	Masa específica [P.E.M. = $A / (V - W)$]	(g/cm ³)	2.61
2	Masa específica saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = $500 / (V - W)$]	(g/cm ³)	2.65
3	Masa específica aparente [P.E.A. = $A / (V - W) - (500 - A)$]	(g/cm ³)	2.72
4	Porcentaje de absorción [$(500 - A) / A * 100$]		1.52



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

Página 1 de 2

Expediente N° : 1904-2021
 Nombre del testista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 19-04-21

DISEÑO DE MEZCLA ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

Cemento : Andino Tipo I
 Peso específico : 3.15

AGREGADO FINO

Arena gruesa
 Río Mantaro - Pilcomayo

NTP 400.022

Peso específico de masa : 2.61
 Peso específico de masa S.S.S. : 2.65
 Peso específico aparente : 2.72

NTP 400.017

Peso unitario suelto seco : 1669 kg/m^3
 Peso unitario compactado seco : 1938 kg/m^3

NTP 400.012

Malla	% Retenido	% Que pasa
3/8 pulg	0.0	100.0
No. 4	3.2	96.8
No. 8	13.9	82.9
No. 16	23.9	59.0
No. 30	26.9	32.1
No. 50	14.6	17.5
No. 100	12.7	4.8
Fondo	4.8	0.0

AGREGADO GRUESO

Piedra chancada de 3/4 pulgada
 Pilcomayo - Huancayo

NTP 400.022

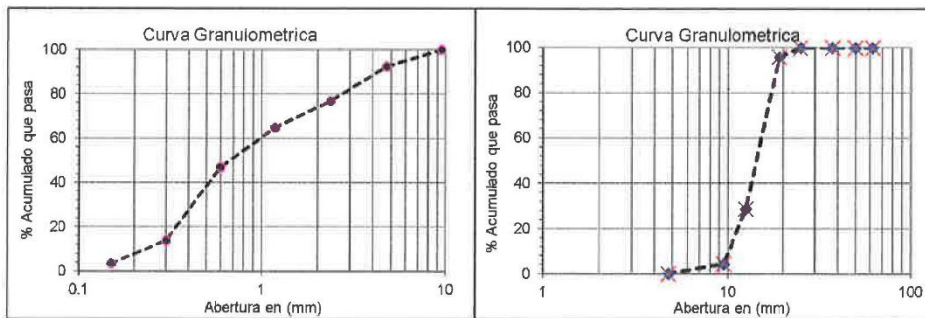
Peso específico de masa : 2.66
 Peso específico de masa S.S.S. : 2.69
 Peso específico aparente : 2.73

NTP 400.017

Peso unitario suelto seco : 1441 kg/m^3
 Peso unitario compactado seco : 1523 kg/m^3

NTP 400.012

Malla	% Retenido	% Que pasa
2 pulg	0.0	100.0
1 1/2 pulg	0.0	100.0
1 pulg	0.0	100.0
3/4 pulg	4.6	95.4
1/2 pulg	31.2	64.2
3/8 pulg	29.7	34.5
No. 4	30.0	4.5
No. 8	4.3	0.2
Fondo	0.2	0.0



Módulo de finura : 3.07
 % Porcentaje de absorción : 1.52
 % Contenido de humedad : 1.25

Tamaño máximo nominal : 3/4 pulg
 % Porcentaje de absorción : 0.87
 % Contenido de humedad : 0.66



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

Página 2 de 2

Expediente N° : 1904-2021
Nombre del tesista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
Fecha de emisión : 19-04-21

DISEÑO DE MEZCLA ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

Asentamiento - slump : 5 pulg
Factor de cemento : 10.5 bolsas de cemento/m³ de concreto
Relación agua - cemento de diseño : 0.466

PROPORCIÓN EN PESO

Cemento 1
Arena 1.99
Piedra 1.86
Agua 20.20 litros de agua/bolsa de cemento

PROPORCIÓN EN VOLUMEN

Cemento 1 bolsa de cemento
Arena 1.76 pie³
Piedra 1.92 pie³
Agua 20.20 litros de agua/bolsa de cemento

Cantidad de materiales secos por metro cubico de concreto (Teorico)

: 2320 kg/m³
Agua : 205 L Potable
Cemento : 440 kg Andino Tipo I
Agregado fino : 863 kg Rio Mantaro - Pilcomayo
Arena gruesa
Agregado grueso : 812 kg Pilcomayo - Huancayo
Piedra chancada de 3/4 pulgada

Cantidad de materiales por metro cubico, corregidos por humedad y por peso unitario del concreto fresco

: 2365 kg/m³
Agua : 211 L Potable
Cemento : 445 kg Andino Tipo I
Agregado fino : 883 kg Rio Mantaro - Pilcomayo
Arena gruesa
Agregado grueso : 826 kg Pilcomayo - Huancayo
Piedra chancada de 3/4 pulgada

OBSERVACIONES:

- * El muestreo e identificación son realizados por el peticionario.
- * En obra corregir por humedad.
- * Realizar tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar Alex Huamaní Salazar.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

Expediente N° : 2405-2021
Nombre del tesista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 24-05-21

Método de ensayo normalizado para determinar la temperaturas de mezclas de hormigón (concreto)

NTP 339.184

Diseño de Mezcla	% fibra de maguey	Temperatura °C
f _c = 280 kg/cm ²	0%	20.5
	2%	19.8
	4%	19.5
	6%	19.1



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

Expediente N° : 2405-2021
Nombre del tesista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 24-05-21

**Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto del cemento portland
NTP 339.035**

Dieño de Mezcla	% fibra de maguey	Asentamiento - Slump
$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	0%	5 pulgadas
	2%	4 3/4 pulgadas
	4%	4 1/2 pulgadas
	6%	4 1/4 pulgadas



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

Expediente N° : 2405-2021
Nombre del tesista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 24-05-21

Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas

NTP 339.088

Dieño de Mezcla	% fibra de maguey	% de Contenido de Aire
$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	0%	1.2%
	2%	1.5%
	4%	1.7%
	6%	1.8%



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

Expediente N° : 2405-2021
 Nombre del tesista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 24-05-21

Método de ensayo para la determinación del peso unitario del concreto en estado fresco
NTP 339.046

Diseño de Mezcla	% fibra de maguey	Masa del molde + masa del concreto fresco (kg)	Masa del molde (kg)	Masa del concreto fresco (kg)	Volumen del molde (L)	Masa del concreto fresco (kg/m ³)	Promedio del Peso unitario del concreto fresco (kg/m ³)
f _c = 280 kg/cm ²	0%	19.213	2.465	16.748	7.08	2366	2366
		19.225	2.465	16.760	7.08	2367	
		19.206	2.465	16.741	7.08	2365	
	2%	19.021	2.465	16.556	7.08	2338	2339
		19.033	2.465	16.568	7.08	2340	
		19.014	2.465	16.549	7.08	2337	
	4%	18.829	2.465	16.364	7.08	2311	2311
		18.841	2.465	16.376	7.08	2313	
		18.822	2.465	16.357	7.08	2310	
	6%	18.656	2.465	16.191	7.08	2287	2287
		18.667	2.465	16.202	7.08	2288	
		18.649	2.465	16.184	7.08	2286	



INFORME DE ENSAYO

Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

NTP 339.034

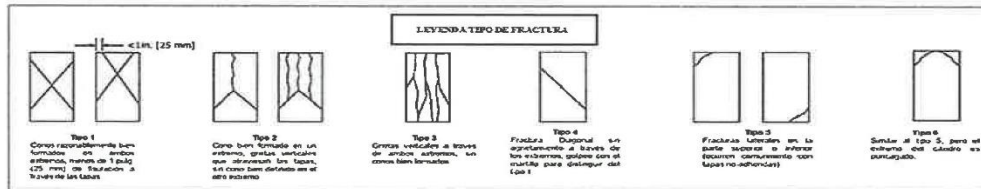
Código	C3-FOR-010
Versión	01
Fecha	02-01-20
Página	1 de 1


Expediente N° : 2105-2021
 Nombre del testista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 21-05-21

Testigo N°	Diseño de mezcla	-----	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (MPa)	Resistencia a la compresión f _c (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f _c (kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos
1	f _c = 280 kg/cm ²	Patrón	23-04-21	30-04-21	7	101.2	8043.6	173.78	21.6	220.4	222.1	Tipo 2	No
2			23-04-21	30-04-21	7	101.1	8027.7	172.00	21.4	218.5		Tipo 1	No
3			23-04-21	30-04-21	7	101.2	8043.6	179.21	22.3	227.3		Tipo 3	No
4			23-04-21	07-05-21	14	101.1	8027.7	202.74	25.3	257.6	259.2	Tipo 2	No
5			23-04-21	07-05-21	14	101.2	8043.6	202.62	25.2	256.9		Tipo 1	No
6			23-04-21	07-05-21	14	101.3	8059.5	207.89	25.8	263.1		Tipo 3	No
7			23-04-21	21-05-21	28	101.4	8075.4	241.36	29.9	304.9	301.6	Tipo 2	No
8			23-04-21	21-05-21	28	101.6	8107.3	235.61	29.1	296.4		Tipo 1	No
9			23-04-21	21-05-21	28	101.1	8027.7	238.95	29.8	303.6		Tipo 2	No

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



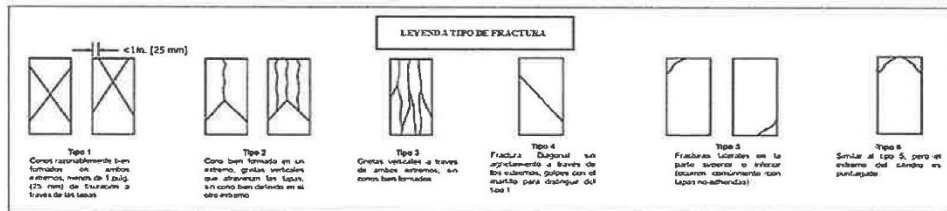
	INFORME DE ENSAYO		Código	C3-FOR-010
	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas		Versión	01
	NTP 339.034		Fecha	02-01-20
			Página	1 de 1


Expediente N° : 2205-2021
Nombre del testista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 22-05-21

Testigo N°	Diseño de mezcla	% fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Area de la sección recta (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (MPa)	Resistencia a la compresión f _c (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f _c (kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos		
1	f _c = 280 kg/cm ²	2%	24-04-21	01-05-21	7	101.3	8059.5	187.68	23.3	237.5	239.2	Tipo 1	No		
2			24-04-21	01-05-21	7	101.4	8075.4	185.75	23.0	234.6		Tipo 3	No		
3			24-04-21	01-05-21	7	101.2	8043.6	193.55	24.1	245.4		Tipo 2	No		
4					24-04-21	08-05-21	14	101.1	8027.7	218.96	27.3	278.2	280.3	Tipo 1	No
5					24-04-21	08-05-21	14	101.2	8043.6	218.83	27.2	277.5		Tipo 1	No
6					24-04-21	08-05-21	14	101.1	8027.7	224.52	28.0	285.3		Tipo 2	No
7					24-04-21	22-05-21	28	101.2	8043.6	260.67	32.4	330.6	326.6	Tipo 1	No
8					24-04-21	22-05-21	28	101.3	8059.5	254.46	31.6	322.0		Tipo 2	No
9					24-04-21	22-05-21	28	101.2	8043.6	258.07	32.1	327.3		Tipo 2	No

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



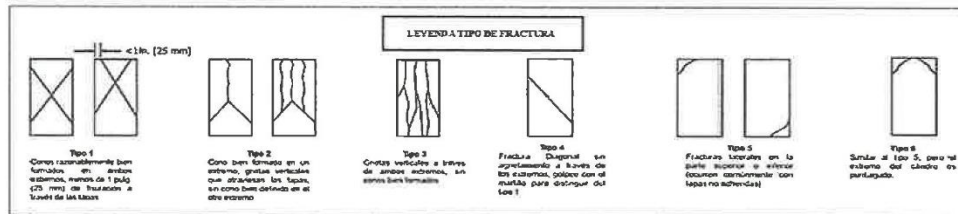
	INFORME DE ENSAYO		Código	C3-FOR-010
	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas		Versión	01
	NTP 339.034		Fecha	02-01-20
			Página	1 de 1

Expediente N° : 2305-2021
Nombre del testista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 23-05-21


Testigo N°	Diseño de mezcla	% fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (MPa)	Resistencia a la compresión f _c (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f _c (kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos		
1	f _c = 280 kg/cm ²	4%	25-04-21	02-05-21	7	101.5	8091.4	191.16	23.6	241.0	243.3	Tipo 3	No		
2			25-04-21	02-05-21	7	101.5	8091.4	189.19	23.4	238.5		Tipo 1	No		
3			25-04-21	02-05-21	7	101.1	8027.7	197.13	24.6	250.5		Tipo 3	No		
4					25-04-21	09-05-21	14	101.2	8043.6	223.02	27.7	282.8	285.3	Tipo 2	No
5			25-04-21	09-05-21	14	101.2	8043.6	222.89	27.7	282.6	Tipo 1	No			
6			25-04-21	09-05-21	14	101.1	8027.7	228.68	28.5	290.6	Tipo 3	No			
7					25-04-21	23-05-21	28	101.2	8043.6	265.50	33.0	336.7	332.9	Tipo 2	No
8			25-04-21	23-05-21	28	101.1	8027.7	259.17	32.3	329.3	Tipo 2	No			
9			25-04-21	23-05-21	28	101.3	8059.5	262.85	32.6	332.7	Tipo 1	No			

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



25-May

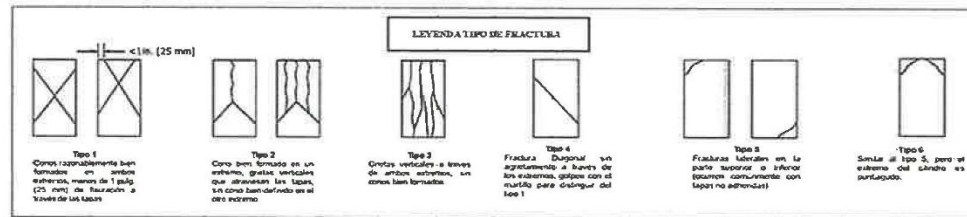
	INFORME DE ENSAYO		Código	C3-FOR-010
	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas		Versión	01
	NTP 339.034		Fecha	02-01-20
			Página	1 de 1

Expediente N° : 2405-2021
Nombre del testista : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
Ubicación : Huancayo - Junín
Fecha de emisión : 24-05-21

Testigo N°	Diseño de mezcla	% fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (MPa)	Resistencia a la compresión f _c (kg/cm ²)	Promedio de la resistencia a la compresión f _c (kg/cm ²)	Tipo de fractura	Defectos		
1	f _c = 280 kg/cm ²	6%	26-04-21	03-05-21	7	101.3	8059.5	180.73	22.4	228.7	230.3	Tipo 2	No		
2			26-04-21	03-05-21	7	101.4	8075.4	178.88	22.2	225.9		Tipo 1	No		
3			26-04-21	03-05-21	7	101.2	8043.6	186.38	23.2	236.3		Tipo 3	No		
4					26-04-21	10-05-21	14	101.1	8027.7	210.85	26.3	267.9	269.9	Tipo 2	No
5			26-04-21	10-05-21	14	101.2	8043.6	210.73	26.2	267.2	Tipo 1	No			
6			26-04-21	10-05-21	14	101.1	8027.7	216.20	26.9	274.7	Tipo 1	No			
7					26-04-21	24-05-21	28	101.2	8043.6	251.01	31.2	318.3	314.7	Tipo 2	No
8			26-04-21	24-05-21	28	101.3	8059.5	245.03	30.4	310.1	Tipo 2	No			
9			26-04-21	24-05-21	28	101.1	8027.7	248.51	31.0	315.8	Tipo 3	No			

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO



Expediente N° : 2105-2021
 Nombre de los testistas : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 21-05-21

Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo
NTP 339.078

Diseño de Mezcla	---	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga (kN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura f_r (MPa)	Módulo de rotura f_r (kg/cm ²)	Promedio de módulo de rotura f_r (kg/cm ²)
f _c = 280 kg/cm ²	Patrón	23-04-21	30-04-21	7	56.25	45.0	15.1	15.1	7.4	75.0	75.2
		23-04-21	30-04-21		55.04	45.0	15.1	15.1	7.2	73.4	
		23-04-21	30-04-21		57.88	45.0	15.1	15.1	7.6	77.2	
		23-04-21	07-05-21	14	64.88	45.0	15.1	15.1	8.5	86.5	87.2
		23-04-21	07-05-21		64.84	45.0	15.1	15.1	8.5	86.4	
		23-04-21	07-05-21		66.52	45.0	15.1	15.1	8.7	88.7	
		23-04-21	21-05-21	28	77.24	45.0	15.1	15.1	10.1	103.0	101.8
		23-04-21	21-05-21		75.41	45.0	15.1	15.1	9.9	100.5	
		23-04-21	21-05-21		76.46	45.0	15.1	15.1	10.0	101.9	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO



Expediente N° : 2205-2021
 Nombre de los testistas : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 22-05-21

Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo
NTP 339.078

Diseño de Mezcla	% fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga (kN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura f_r (MPa)	Módulo de rotura f_r (kg/cm^2)	Promedio de módulo de rotura f_r (kg/cm^2)
$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	2%	24-04-21	01-05-21	7	59.06	45.0	15.1	15.1	7.7	78.7	78.9
		24-04-21	01-05-21		57.79	45.0	15.1	15.1	7.6	77.0	
		24-04-21	01-05-21		60.77	45.0	15.1	15.1	7.9	81.0	
		24-04-21	08-05-21	14	68.12	45.0	15.1	15.1	8.9	90.8	91.6
		24-04-21	08-05-21		68.08	45.0	15.1	15.1	8.9	90.8	
		24-04-21	08-05-21		69.85	45.0	15.1	15.1	9.1	93.1	
		24-04-21	22-05-21	28	81.10	45.0	15.1	15.1	10.6	108.1	106.9
		24-04-21	22-05-21		79.18	45.0	15.1	15.1	10.3	105.6	
		24-04-21	22-05-21		80.28	45.0	15.1	15.1	10.5	107.0	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO



Expediente N° : 2305-2021
 Nombre de los testistas : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 23-05-21

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

NTP 339.078

Diseño de Mezcla	% fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga (kN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura f_r (MPa)	Módulo de rotura f_r (kg/cm ²)	Promedio de módulo de rotura f_r (kg/cm ²)
$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	4%	25-04-21	02-05-21	7	60.19	45.0	15.1	15.1	7.9	80.2	80.4
		25-04-21	02-05-21		58.89	45.0	15.1	15.1	7.7	78.5	
		25-04-21	02-05-21		61.93	45.0	15.1	15.1	8.1	82.6	
		25-04-21	09-05-21	14	69.42	45.0	15.1	15.1	9.1	92.6	93.3
		25-04-21	09-05-21		69.38	45.0	15.1	15.1	9.1	92.5	
		25-04-21	09-05-21		71.18	45.0	15.1	15.1	9.3	94.9	
		25-04-21	23-05-21	28	82.65	45.0	15.1	15.1	10.8	110.2	108.9
		25-04-21	23-05-21		80.69	45.0	15.1	15.1	10.5	107.6	
		25-04-21	23-05-21		81.81	45.0	15.1	15.1	10.7	109.1	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO



Expediente N° : 2405-2021
 Nombre de los testistas : Bach. Ing. Alfredo Boza Sotacuro
 Nombre de la tesis : Diseño de concreto hidráulico con fibra de maguey para mejorar su resistencia a flexión en pavimentos de alto tránsito, Huancayo - 2021
 Ubicación : Huancayo - Junín
 Fecha de emisión : 24-05-21

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

NTP 339.078

Diseño de Mezcla	% fibra de maguey	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Carga (kN)	Luz libre entre apoyos (cm)	Ancho promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Módulo de rotura f_r (MPa)	Módulo de rotura f_r (kg/cm ²)	Promedio de módulo de rotura f_r (kg/cm ²)
f _c = 280 kg/cm ²	6%	26-04-21	03-05-21	7	58.50	45.0	15.1	15.1	7.6	78.0	78.2
		26-04-21	03-05-21		57.24	45.0	15.1	15.1	7.5	76.3	
		26-04-21	03-05-21		60.20	45.0	15.1	15.1	7.9	80.2	
		26-04-21	10-05-21	14	67.48	45.0	15.1	15.1	8.8	90.0	90.7
		26-04-21	10-05-21		67.43	45.0	15.1	15.1	8.8	89.9	
		26-04-21	10-05-21		69.18	45.0	15.1	15.1	9.0	92.2	
		26-04-21	24-05-21	28	80.33	45.0	15.1	15.1	10.5	107.1	105.9
		26-04-21	24-05-21		78.43	45.0	15.1	15.1	10.3	104.6	
		26-04-21	24-05-21		79.52	45.0	15.1	15.1	10.4	106.0	



RAZÓN SOCIAL: C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.
DIRECCIÓN : Av. Los Próceres N° 1000 – Chilca – Huancayo - Junín
CELULAR : 947898992
E-MAIL : c3ingenieriaespecializadasac@gmail.com



Ensayo de Absorción de fibra de maguey

DATOS E IDENTIFICACION DE CALCULOS DE MAGUEY		M1	M2	M3	
1	Peso de la matriz	gr	164.60	164.42	164.80
2	Peso de la matriz + agua	gr	651.50	652.20	652.60
2	Peso de la matriz + muestra SSS	gr	172.80	172.68	172.54
3	Peso del agua (2-1)	gr	486.90	487.78	487.80
4	Peso de la matriz + muestra SSS + agua (3+2)	gr	659.70	660.46	660.34
A	Peso de tara	gr	67.31	67.66	67.46
B	Peso de tara + muestra seca al horno	gr	72.42	72.84	72.32
5	Peso de la muestra SSS (2-1)	gr	8.20	8.26	7.74
6	Peso de la muestra seca al horno (B-A)	gr	5.11	5.18	4.86
	% Absorción (5-6)/6*100	%	60.47	59.46	59.26
	Promedio % Absorción	%	59.73		



INGENIERÍA DE CALIDAD

ANEXO 6: Panel fotográfico

Foto 01: Extracción de maguey



Fuente: Elaboración propia

Foto 02: Quemado y limpieza de fibra de maguey



Fuente: Elaboración propia

Foto 03: Pesaje fibra de maguey



Fuente: Elaboración propia

Foto 04: Análisis granulométrico de agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Foto 05: Análisis granulométrico de agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

Foto 06: Contenido de humedad de los agregados



Fuente: Elaboración propia

Foto 07: Peso unitario suelto y compactado de los agregados



Fuente: Elaboración propia

Foto 08: Peso específico y absorción de los agregados



Fuente: Elaboración propia

Foto 09: Asentamiento del concreto fresco



Fuente: Elaboración propia

Foto 10: Temperatura del concreto



Fuente: Elaboración propia

Foto 11: Peso unitario y contenido de aire del concreto



Fuente: Elaboración propia

Foto 12: Elaboración de probetas y vigas



Fuente: Elaboración propia

Foto 13: Desencofrado y curado de probetas y vigas



Fuente: Elaboración propia

Foto 14: Rotura de probetas y vigas

