

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Adición de 5% y 10% de fibra de agave en la resistencia a la
tracción de un concreto de $F_c=210$ kg/cm² – 2017**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Chavez Quiñonez, Antonio Sergio

Asesor

Gumercindo, Flores Reyes

Huaraz – Perú
2018

PALABRAS CLAVE:

Tema	Resistencia de Concreto
Especialidad	Tecnología del Concreto

KEY WORDS:

Topic	Concrete Resistance
Specialty	Concrete Technology

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Programa	Ingeniería Civil
Área	2. Ingeniería y Tecnología
Sub-área	2.1. Ingeniería Civil
	<ul style="list-style-type: none">• Ingeniería Civil

“ADICIÓN DE 5% Y 10% DE FIBRA DE AGAVE EN LA
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE UN CONCRETO DE
F´C=210 KG/CM2 – 2017”

RESUMEN

La finalidad de la presente investigación, fue determinar las propiedades mecánicas del concreto reforzado con adición en peso de 5% y 10% de fibra de agave por cemento, estudio que se realizó en la ciudad de Huaraz en el año 2017 con el objetivo de proporcionar un grado aceptable de resistencia a tracción por compresión diametral, con la finalidad de encontrar alternativas de materiales para ser aplicados en el campo de la ingeniería civil.

El estudio comienza con la selección y extracción de las fibras obtenidas de las hojas de mayor espesor por contener mayor cantidad de fibras y resistencia, se realizó la caracterización de la fibra de agave determinando sus propiedades mecánicas como resistencia a la última tensión (RUT) obteniendo la densidad lineal de 34.23tex, Fuerza máxima a la tracción de 566 cN, tenacidad de ruptura de 184 cN/tex, módulo de elasticidad (ME) 120.83 N/mm, deformación unitaria (DU) 22.3%, dimensionado igual 103.17 cm, diámetro aparente 0.057mm, Forma de la sección trasversal es irregular – ovalada y el área de la sección transversal de 0.003 mm². El procedimiento experimental inició con la preparación, muestreo y control de 9 probetas patrón de concreto con relación a/c de 0.65, 18 probetas de concreto experimental 5% la relación a/c 0.66. y 10% con a/c 0.67. Y finalmente se realizó en ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral simple según NTP 339.084:2012 equivalente a ASTM C496/C496M se determinó que la adición de 5% de fibra de agave obtuvo resistencias superiores al concreto el patrón con 10.1% a los 14 días de curado y 8.8% a los 28 días de curado, mientras que la adición de 10% obtuvo resistencias inferiores con el patrón a los 14 y 28 días de curado, demostrando que la nueva adición de 5% de fibra de agave puede ser usada en obras de construcción, brindándole a la población estructuras de alta resistencia.

ABSTRACT

The aim of the present investigation was to determine the mechanical properties of reinforced concrete with addition by weight of 5% and 10% agave fiber per cement, a study carried out in the city of Huaraz in 2017 with the aim of providing an acceptable degree of tensile strength by diametral compression, in order to find alternative materials to be applied in the field of civil engineering.

The study begins with the selection and extraction of the fibers obtained from the thickest leaves because they contain more fibers and resistance, the characterization of the agave fiber was determined determining its mechanical properties as resistance to the last tension (RUT) obtaining linear density of 34.23tex, tensile strength of 566 cN, tensile strength of 184 cN / tex, modulus of elasticity (ME) 120.83 N / mm, deformation unit (DU) 22.3%, dimensioned equal 103.17 cm, diameter apparent 0.057mm, Shape of the cross-section is irregular-oval and the cross-sectional area of 0.003 mm². The experimental procedure started with the preparation, sampling and control of 9 concrete test specimens relative to a / c of 0.65, 18 experimental concrete test specimens 5% a / c ratio 0.66. and 10% with a / c 0.67. And finally it was carried out in test of tensile strength by simple diametral compression according to NTP 339.084: 2012 equivalent to ASTM C496 / C496M it was determined that the addition of 5% agave fiber obtained resistances superior to the concrete the standard with 10.1% to the 14 days of curing and 8.8% at 28 days of curing, while the addition of 10% obtained inferior resistance with the pattern at 14 and 28 days of curing, demonstrating that the new addition of 5% agave fiber can be used in construction works, providing the population with high resistance structures.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

Título	i
Palabras clave - Keywords – Línea de investigación	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción	1
Metodología	33
Resultados	38
Análisis y discusión	72
Conclusiones y Recomendaciones	76
Agradecimientos	79
Referencias bibliográficas	80
Anexos y apéndices	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Resistencia mecánica a tensión del TPS y las fibras de fique nativas y alcalinizadas.	13
Tabla 2: Propiedades físicas de algunas fibras vegetales.	20
Tabla 3: Propiedades físicas y mecánicas de algunas fibras	21
Tabla 4: Rango de variación de la resistencia a tracción del hormigón para distintos métodos de ensayo (valores típicos)	30
Tabla 5: Variable dependiente.	31
Tabla 6: Variable independiente.	32
Tabla 7: Diseño en bloque cantidad de probetas según días de curado y porcentaje de adición de fibra de agave.	33
Tabla 8: Técnicas de Recolección de Información	34
Tabla 9: Comparación de la resistencia a la última tensión de la fibra de agave	38
Tabla 10: Comparación del módulo de elasticidad de la fibra de agave	39
Tabla 11: Comparación de la deformación unitaria de la fibra de agave.	39
Tabla 12: Comparación de las dimensiones de la fibra de agave.	40
Tabla 13: Identificación de la forma de la sección transversal de la fibra de agave	40
Tabla 14: Ensayo de contenido de humedad de agregado	41
Tabla 15: Ensayo de contenido de humedad de agregado grueso.	41
Tabla 16: Ensayo de análisis granulométrico de arena	42
Tabla 17: Ensayo de análisis granulométrico de grava.	43
Tabla 18: Ensayo del Peso específico y absorción de agregado grueso.	44
Tabla 19: Ensayo del Peso específico y absorción de agregado grueso.	45
Tabla 20: Ensayo de peso unitario suelto y compactado de agregado grueso.	45
Tabla 21: Ensayo peso unitario suelto y compactado de agregado fino	46
Tabla 22: Datos obtenidos de los ensayos en el laboratorio de los agregados fino y grueso	46
Tabla 23: Valores de diseño de materiales para la mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	47
Tabla 24: Datos obtenidos de los ensayos de los agregados	48
Tabla 25: Contenido de aire atrapado.	48
Tabla 26: Volumen unitario de agua	49
Tabla 27: Relación agua cemento por resistencia.	49
Tabla 28: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto	50
Tabla 29: Diseño en estado seco	51

Tabla 30: Cálculo de agua efectiva.....	52
Tabla 31: Proporcionamiento de los materiales.....	52
Tabla 32: Cantidad de material por tanda.....	52
Tabla 33: Cantidad de material para una probeta	53
Tabla 34: Cantidad de cemento para una probeta de concreto patrón.....	53
Tabla 35: Adición 5% de fibra de agave en la mezcla de concreto por probeta	53
Tabla 36: Adición 10% de fibra de agave en la mezcla de concreto por probeta.....	54
Tabla 37: Proporción de materiales para 9 probetas patrón	54
Tabla 38: Proporción de materiales por 9 probetas experimental de 5%.....	54
Tabla 39: Proporción de materiales por 9 probetas experimental de 10%.....	54
Tabla 40: Proporción de material para 27 probetas	55
Tabla 41: Relación agua cemento de concreto patrón vs experimental.....	55
Tabla 42: Resumen de la resistencia promedio entre la relación a/c.....	57
Tabla 43: Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto patrón	61
Tabla 44: Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto experimental 5%	61
Tabla 45: Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto experimental 10% ..	62
Tabla 46: Análisis de varianza con nivel de significancia 0.05	63
Tabla 47: Suma de cuadrados totales con nivel de significancia 0.05	63
Tabla 48: Suma de cuadrados de error con nivel de significancia 0.05.....	64
Tabla 49: Análisis de la tabla de Fisher (valores de distribución F)	65
Tabla 50: Comparación de la resistencia de concreto patrón vs experimental con adición 5% y 10% de fibra de agave.	66
Tabla 51: Porcentajes referidos a la resistencia a compresión	67

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1: Curvas esfuerzo vs deformación para el TPS y las fibras de fique nativas y alcalinizadas.....	13
Figura 2: Isotermas de absorción del TPS y las fibras de fique con y sin tratamiento.	13
Figura 3: Patrón de deformación en una matriz que rodea a una fibra sometida a un esfuerzo de tracción.....	15
Figura 4: Representaciones esquemáticas de compuestos reforzados con fibras (a) continuas y alineadas, continuas y alineadas, (b) discontinuas y alineadas y (c) discontinuas y orientadas al azar.....	15
Figura 5: Diagrama esfuerzo deformación unitaria.	17

Figura 6: Tracción directa y por compresión diametral, en caso de requerir platina interpuesta en un solo cabezal.	25
Figura 7: Ensayo de resistencia a la tracción por Compresión diametral	27
Figura 8: Resistencia a la tracción por compresión diametral	27
Figura 9: Distribución de tensiones teórica sobre los planos diametral y vertical para el ensayo de tracción indirecta.	29
Figura 10: Distribución del esfuerzo horizontal en un cilindro cargado sobre un ancho igual a 1/12 del diámetro.	30
Figura 11: Variación de la resistencia a tracción con la resistencia a compresión en el ensayo de flexión y de tracción por compresión diametral.	31
Figura 12: Interpretación de los procesos a realizar.	34
Figura 13: Curva granulométrica del agregado fino.....	43
Figura 14: Curva granulométrica del agregado grueso.....	44
Figura 15: Comparación de la Relación agua / cemento del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Patrón vs Experimental.	56
Figura 16: Comparación del asentamiento de la mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Patrón vs Experimental	56
Figura 17: Promedio de porcentaje de resistencia según su relación $a/c = 0.65$	57
Figura 18: Promedio de porcentaje de resistencia según su relación $a/c = 0.66$	58
Figura 19: Promedio de porcentaje de resistencia según su relación $a/c = 0.67$	58
Figura 20: Comparación del porcentaje de resistencia a la tracción según su relación a/c ...	59
Figura 21: Comparación de la resistencia a tracción de un concreto patrón VS Experimental con adición de fibra de agave en 5% y 10%.	62
Figura 22: Regla de decisión según tabla de Fisher	65
Figura 23: Comparación de la resistencia a tracción de concreto patrón Vs experimental con adición 5% y 10% de fibra de agave.	66
Figura 24: Porcentajes referidos a la resistencia a compresión por tracción.....	67
Figura 25: Cuadros comparativos del ensayo de resistencia a la tracción de la probeta patrón según días de curado.	68
Figura 26: Comparación de resistencia a tracción con adición de 5% y 10%.....	68
Figura 27: Comparación de resistencia a tracción con adición de 5% y 10% a los 14 días ..	69
Figura 28: Comparación de resistencia a tracción con adición de 5% y 10% a los 28 días ..	69
Figura 29: Comparación de resistencia a la tracción con adición de 5% y 10% por días de curado	70

Figura 30: Comparación de resistencia del concreto patrón vs experimental con adición de 5% y 10% por días de curado	70
Figura 31: Comparación del % de la resistencia a la tracción por compresión diametral simple de acuerdo a los días de curado.	71
Figura 32: Análisis de contenido de humedad ASTM D – 2216-71	85
Figura 33: Análisis granulométrico de agregado fino.	86
Figura 34: Análisis granulométrico de agregado grueso.	87
Figura 35: Análisis de peso específico y absorción del agregado fino.	88
Figura 36: Análisis de peso específico y absorción del agregado grueso.	89
Figura 37: Análisis de pesos unitarios de agregado fino.	90
Figura 38: Análisis de pesos unitarios de agregado grueso.	91
Figura 39: Análisis a la última tensión (RUT) – Módulo de elasticidad (ME)	93
Figura 40: Análisis de deformación unitaria (DU) – Dimensionado – Identificación de la forma de la sección transversal.	94
Figura 41: Análisis del PH de la fibra de agave.	96
Figura 42: Diseño de mezcla por el método ACI (a).....	98
Figura 43: Diseño de mezcla por el método ACI (b).....	99
Figura 44: Diseño de mezcla por el método ACI (c).....	100
Figura 45: Diseño de mezcla por el método ACI (d).....	101
Figura 46: Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral NTP 339.084:2012. (a).....	103
Figura 47: Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral NTP 339.084:2012. (b).....	104
Figura 48: Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral NTP 339.084:2012. (c).....	105
Figura 49: Extracción de las pencas de agave	107
Figura 50: Ubicación geográfica del barrio de Shancayan – Huaraz.....	107
Figura 51: Extracción de la fibra de agave..	108
Figura 52: Obtención de la fibra de agave.	108
Figura 53: Curado de la fibra de agave.	109
Figura 54: Secado de la fibra de agave	109
Figura 55: Muestras de fibras de agave secas.	110
Figura 56: Corte y medición de la fibra de agave con longitud de 10cm.	110
Figura 57: Muestra de fibra de 10cm de longitud.	111
Figura 58: Extracción de los agregados.	111

Figura 59: Ubicación de la cantera Tacllan “Rolan” - Huaraz	112
Figura 60: Tamizado de los agregados.....	112
Figura 61: Secado de las muestras de agregado en el horno durante 24 horas.	113
Figura 62: Ensayo de Absorción y peso específico de los agregados.....	113
Figura 63: Proporción de los materiales.....	114
Figura 64: Preparación de la mezcla de concreto	114
Figura 65: Adición de fibra de agave a la mezcla de concreto	115
Figura 66: Ensayo de asentamiento del concreto “Slump”.....	115
Figura 67: Elaboración de las probetas de concreto	116
Figura 68: Curado de especímenes de concreto	116
Figura 69: Dimensionado de los especímenes de concreto.	117
Figura 70: Realización de ensayo de tracción por compresión diametral simple espécimen experimental con 5% de fibra de agave - Laboratorio de la USP – Huaraz	117
Figura 71: Falla por tracción diametral de la probeta experimental con 5% de fibra de agave.	118
Figura 72: Realización de ensayo de tracción por compresión diametral simple espécimen experimental con 10% de fibra de agave - Laboratorio de la USP – Huaraz	118
Figura 73: Falla por tracción diametral de la probeta experimental con 5% de fibra de agave.	119
Figura 74: Muestra de los especímenes ensayados a tracción por compresión diametral simple.....	119

I. INTRODUCCIÓN

De los antecedentes encontrados se ha abordado algunos trabajos relevantes a esta investigación, como el de Juárez, Rodríguez, Raymundo, & Rechy (2003) realizaron estudios en el programa que consistió en pruebas a las fibras y ensayos en los especímenes de concreto reforzado con fibras naturales (CRFN). Para la caracterización de las fibras se obtuvo su diámetro, longitud promedio, % de absorción de agua, densidad absoluta y porosidad. Las propiedades mecánicas obtenidas fueron el esfuerzo último a la tensión y la elongación a la ruptura, obtuvieron las siguientes conclusiones.

Las fibras de lechuguilla tienen significativas propiedades físico-mecánicas, tal como su resistencia última a tensión, que les permite ser consideradas como posible refuerzo en el concreto.

Las fibras largas adicionadas en bajas cantidades, es decir, con porcentajes bajos del volumen total de la mezcla proporcionan al concreto la capacidad para soportar mayores cargas de flexión en comparación con el concreto simple

Por otro lado, en la investigación de Diaz (2016) pudo determinar el contenido óptimo de las fibras en el concreto teniendo en cuenta la inhibición causadas por la contracción plástica. Se estudio las propiedades del concreto endurecido, utilizando fibra sintética y fibra natural de origen animal. Por ello, se realizó un análisis comparativo entre fibra sintética y fibra natural de origen animal (plumas de aves), las cuales se estudiaron en ensayos normados por la ASTM y pruebas experimentales. Los ensayos realizados al concreto ya sea en su forma inicial (concreto trabajable) o su forma final (concreto endurecido), en ambas cumplieron con las Normas técnicas Peruanas establecidas para dichos diseños, concluyo que:

Las fibras naturales pueden reemplazar a las fibras artificiales ya que presentan muy poca diferencia, además disminuyen su costo y tendría un impacto ambiental positivo.

Así mismo se revisó la investigación de Castillo, Sáenz, Narcia, & Vázquez (2012) estudiaron el efecto de plantación, con riego y fertilización en las propiedades físicas y mecánicas de la fibra en cinco procedencias de lechuguilla. Las pruebas físicas evaluadas fueron el diámetro promedio y la densidad lineal; en las propiedades mecánicas, la resistencia, el esfuerzo último a la tensión y la elongación máxima a la ruptura; para la determinación del diámetro, se tomaron al azar lotes de 80 filamentos las medidas se efectuaron con la ayuda de un calibrador digital vernier (lcd Truper) de 0.01 mm de precisión; para la densidad lineal se tomaron al azar 100 muestras (filamentos) de cada uno de las procedencias; posteriormente se realizó un corte a la parte basal y apical de la fibra hasta una distancia de 50 mm; se midió la longitud de la misma con una regla graduada (a 1 mm) y se determinó el peso de filamento mediante una balanza analítica con precisión de 0.001 g. Al culminar el trabajo el investigador llegó a la siguiente conclusión.

Una baja densidad lineal (5.97 y 6.56 Decitex) en la fibra de lechuguilla refleja una fineza superior, y con una densidad lineal (8.8 a 10.74 Decitex) la fibra tiende a ser más áspera y dura, esto indica el tipo de uso que se le puede proporcionar, lo cual está relacionado con las condiciones agroclimatológicas y la genética propia de la planta.

Cuando la fibra demuestra tener una menor elongación en porcentaje y baja tensión, se debe a su fineza o delicadeza, por tal razón este tipo de estudio es de gran importancia, porque de acuerdo a las características del material por cada procedencia, podría definirse su uso particular.

También se revisó la investigación de Vilaseca & Espinach (2013) estudiaron sobre los materiales compuestos de polietileno con fibra de sisal al 40% en peso, estudiándolos desde el punto de vista de la geometría real de las fibras naturales y su unión con la matriz, modelizando el sistema mediante el modelo de Kelly-Tyson, solucionado por Bowyer-Bader. Se fabricaron, procesaron y caracterizaron los compuestos correspondientes con y sin agentes de acoplamiento. Concluyeron que:

Los resultados fueron materiales de elevadas prestaciones en comparación a la matriz base de HDPE, llegando a doblar las prestaciones mecánicas de tracción y flexión, de 17,65 MPa (matriz) a 39,6 MPa (compuesto mejor enlazado, 4% MAPE).

Así mismo se revisó la investigación de Cortés (2009) quien estudio el comportamiento de las propiedades mecánicas a tensión de las fibras del bagazo del *Agave angustifolia* Haw variando el diámetro, longitud, velocidad y tipo de fibra y se determinó el comportamiento característico de las curva esfuerzo-deformación unitaria. Para ello se monitoreó el proceso para obtener el bagazo residual, se colecto el bagazo, se extrajo y limpio la fibra; posteriormente se hizo uso de la microscopia óptica para medir el diámetro aparente, área de la sección transversal y para determinar la forma de la sección transversal; se efectuaron ensayos de tensión usando una máquina universal de pruebas y se analizaron los resultados realizando un análisis de varianza de un solo factor (ANOVA). La variación de la velocidad influye en la respuesta mecánica de las propiedades de la fibra ya que al incrementar la velocidad de 1 a 50 mm/min RUT aumentó de 92.38 a 114.30 MPa, ME de 1.30 a 1.93 GPa y DU se mantuvo estable entre 0.24 y 0.23 mm/mm. Concluyó que:

El cambio de la longitud del espécimen tienen un efecto en las propiedades mecánicas a tensión con la siguiente tendencia: con el incremento de 10 a 20 mm, RUT disminuye de 14.83 a 13.99 MPa y ME incrementa de 0.20 a 0.24 GPa mientras DU disminuye de 0.24 a 0.16 mm/mm. Con este tratamiento, la correlación r de DU es significativa al menos en la longitud de 10 mm, esto es debido a que su nivel de significancia es menor de 0.05, lo que no sucede para RUT y ME, cuyo valor de P-value es mayor a 0.05.

La fibra obtenida de las pencas de 0.20 a 0.39 mm de diámetro presenta una RUT de 86.50 MPa, ME de 1.02 GPa y DU de 0.38 mm/mm. Comparativamente, la RUT es cuatrocientos setenta por ciento mayor que la fibra del bagazo ensayadas en el mismo intervalo de diámetro. Los resultados promedio de este trabajo se comparan en la tabla 21 con los encontrados en estudios de otras fibras vegetales.

Así mismo se revisó la investigación de Gómez (2009) que estudió el desarrollo de un material compuesto reforzado con fibras naturales que cumpla con las propiedades mecánicas y productivas necesarias para competir con los compuestos de fibra de vidrio convencionales en determinadas aplicaciones. Este estudio, se realiza a diferentes grupos de fibras vegetales, las cuales serán tratadas buscando una mayor

integración entre la matriz y la fibra, siendo el principal objetivo de este estudio incrementar la sinergia en el compuesto y evaluar cuál de los grupos de fibras presenta el mejor comportamiento, en comparación con el material compuesto reforzado con fibras de vidrio. Las fibras tratadas con hidróxido de sodio presentaron un desempeño aceptable y mejoraron las propiedades mecánicas de la matriz al evaluarla sin refuerzo. Al finalizar concluyo que:

Este hallazgo, permite demostrar que las fibras vegetales sí están actuando como refuerzo dentro del material compuesto al comparar los módulos de elasticidad de las probetas ensayadas.

La orientación de las fibras naturales es de vital importancia en las propiedades mecánicas del compuesto, pues dependiendo de la dirección de la carga éstas trabajan de una mejor forma y mantendrán una mayor sinergia con la matriz reduciendo los desprendimientos.

De igual manera se revisó la investigación de Cobreros (2008) que estudió las posibilidades de aplicación de fibras vegetales procedentes de explotaciones agrícolas como material de construcción en la edificación sostenible con el uso y aplicaciones de unos materiales naturales, de bajo impacto ambiental, poca energía primaria incorporada y baja emisión de CO₂ equivalente. El Análisis del contexto ambiental actual, estudio teórico y trabajo bibliográfico sobre las características y disponibilidad de dichas fibras vegetales, estudio, y análisis crítico de la tradición y el uso actual de las fibras vegetales como materiales de construcción en la edificación sostenible, evaluación del Impacto ambiental y la repercusión de los materiales compuestos por fibras vegetales procedentes de explotaciones agrícolas. Concluyendo que:

La industrialización aumentó de producción de productos o subproductos agrícolas disponibilidad a muy bajo costo de materia orgánica para construcción sostenible valor ecológico añadido.

Las fibras vegetales lignocelulósicas procedentes de explotaciones agrícolas, como producto o subproducto alternativa importante para soportar el aumento de demanda de fibras de madera y como sustituto de fibras como el amianto. Recurso renovable,

abundante, local, baratos, menor generación de residuos que los productos sintéticos, con un método de obtención que se puede considerar saludable y ecológico.

En la investigación de Juárez (2002) se estudio las alternativas de solución al problema de la falta de vivienda e infraestructura en las zonas ixtleras, las cuales representa el 10% del territorio nacional. Tuvo como objetivo producir un material compuesto a partir de cemento portland reforzado con fibras naturales de lechuguilla, que posea resistencia, durabilidad y pueda ser usado para fabricar materiales de construcción baratos. Concluyendo que:

Las fibras largas y en cantidades reducidas proporcionan incrementos en la resistencia a flexión y tensión del concreto. Resulta factible entonces fabricar con este material compuesto elementos constructivos, tales como láminas acanaladas, prefabricados arquitectónicos y cimbras perdidas. Sin embargo, es necesario investigar aún más la durabilidad del concreto con fibras para que sea viable en el desarrollo de la infraestructura en las zonas rurales, tal como tuberías, tanques de almacenamiento y caminos. Las fibras de lechuguilla tienen las propiedades físico mecánicas, tal como su resistencia última a la tensión y su flexibilidad, que les permite ser consideradas como posible refuerzo en el concreto.

Las fibras largas tratadas con parafina y con 0.5% en volumen del concreto, tienen la capacidad para soportar mayores cargas de tensión y flexión en comparación con el concreto simple.

La fibra de lechuguilla permite un comportamiento dúctil del concreto después del agrietamiento de la matriz.

También se revisó la investigación de Parra & Parra (2007) Estudiarón la caracterización de la fibra de fique, determinando sus propiedades mecánicas tales como la resistencia a la tensión y el modulo de elasticidad, posteriormente se determina la fuerza de adhesión que existe entre la fibra de fique y el mortero, por ultimo se realizan unos modelos de probetas a compresión con mortero normal, tensión con mortero normal y mortero reforzado, flexión con mortero normal y mortero reforzado. Teniendo como resultado una idea mas clara de la interacción entre estos dos materiales y aportando un granito de arena para las próximas investigaciones en este

campo, para obtener un artículo completo de este nuevo material, ya que puede ser una posibilidad de desarrollo para poblaciones vulnerables. Concluyeron que:

La fibra de fique es un material que tiene alta resistencia a la tensión, soportando esfuerzos a tensión de hasta 1400 Mpa, lo cual permite afirmar que es un excelente aditivo para el concreto y el mortero, pues resulta un material compuesto con alta resistencia a la tensión y flexión. La resistencia a la tensión de la fibra de fique varía sustancialmente con el diámetro promedio de la fibra, obteniendo como resultado que las fibras de mayor diámetro promedio soportan mayor carga, entonces se recomienda utilizar las fibras de concreto.

La fibra mejora las propiedades mecánicas del mortero, principalmente la resistencia a la tensión, dando soluciones a problemas tan frecuentes en el concreto y mortero como lo es la retracción del fraguado, problemas de microfisuración en elementos sometidos a flexión y tensión.

Así mismo se revisó la investigación de Pinzón (2013) quien realizó la investigación en el laboratorio de la Universidad Piloto de Colombia, a una temperatura aproximada de 33 °C. La fibra de fique utilizada en la investigación fue adquirida en Rionegro (Antioquia), se cortó en fracciones de 6 cm. tomando las recomendaciones del subgrupo de fibras de la Secretaría Técnica del Comité de Concreto del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Con base en la experiencia internacional se categoriza el fique como macrofibra y se recomiendan longitudes variables entre 13 mm y 70 mm y proporciones comprendidas entre 9 y 18 kg/m³, se decide utilizar cuatro porcentajes de adición de fibra de fique, 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% del peso del agregado fino, encontrándose dentro de este rango. El concreto se hizo a partir de mezclas especificadas para 14 MPa (2000 psi), 17.5 MPa (2500 psi), 21 MPa (3000 psi), 24.5 MPa (3500 psi) y 28 MPa (4000 psi). Llegaron a las siguientes conclusiones:

La resistencia a compresión se determinó mediante las pruebas realizadas en la investigación que un porcentaje óptimo para la adición de fibra de fique al concreto es de un valor cercano a 3.3 Kg/m³ de concreto o 0.3% de peso con respecto al agregado fino.

En la resistencia a la tensión los contenidos de fibra de fique adicionados al concreto no causaron aumento en la resistencia a la flexión.

La adición de 1.5%, redujo considerablemente el Módulo de Rotura. Para el caso de 14 MPa con un módulo de rotura de 29.1 Kg/cm² el módulo de rotura con 1.5% de adición de fibra fue de 11.6 Kg/cm².

De acuerdo a lo revisado en los antecedentes se justifica la presente investigación en los aspectos social y del conocimiento.

El aporte teórico del trabajo, permitirá determinar el efecto de la adición de 5% y 10% de fibra de agave en la resistencia a la tracción de un concreto $f'_c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huaraz - 2017 con el fin de encontrar alternativas de materiales para su aplicación en el campo de la ingeniería civil.

En el campo de la investigación servirá para continuar la línea de indagación referida al uso de fibras naturales como marco de referencia teórica, metodológica y operativa. Se justifica en lo social porque demanda el uso de material no convencional disponible, prescindido en la zona, y orientado a resolver los problemas de la sociedad en el campo de la ingeniería civil.

El concreto ha sido estudiado a nivel internacional en sus diversas formas de presentación estructural, se ha estudiado la resistencia del concreto cuando en sus componentes se han añadido diversos cuerpos con finalidad de determinar en qué medida estos cuerpos aumentan o disminuyen la resistencia a la compresión y tracción, los resultados obtenidos han sido diferentes, así mismo se ha buscado con esta adición aminorar los costos de producción del concreto y por ende bajar los costos de los presupuestos sin disminuir significativamente la resistencia del concreto.

La determinación de las resistencias del concreto ante la adición de porcentajes de materiales adicionados ha constituido siempre un problema para los diseñadores de concreto. La adición de fibra de agave en el concreto en porcentajes es un tipo de diseño de concreto que no se ha aplicado con mucha frecuencia a nivel internacional y nacional, los escasos estudios han obtenido resultados diversos, por lo tanto, la determinación de la resistencia a la compresión del concreto ha constituido una

necesidad de cálculo con la finalidad de si el concreto puede ser usado sin alterar las características mínima de fuerza de compresión y tracción del concreto.

En la ciudad de Huaraz se ha indagado que la fibra de agave en años anteriores era usada como aditivo para la elaboración adobe reemplazando a la paja de trigo, también se usaba para la elaboración de soguillas de gran resistencia, las pencas eran usados para proteger los muros como tejado, también se emplea para elaborar estatuas de yeso porque presenta mayor adhesión con sus demás componentes. En la actualidad no se emplea este material en el entorno constructivo por desconocimiento de sus beneficios, más al contrario son desechados y usados como cercos de terrenos colindantes.

Al investigar las problemáticas estructurales y medio-ambientales generales existentes en la localidad, en búsqueda de la solución más factible, se logró investigar que la fibra de agave es improductiva, desperdiciando sus propiedades y desconociendo los múltiples usos que se puede dar a esta biomasa. Mediante el análisis de cómo se llevan los procesos con respecto a la fibra de agave, surgieron muchos cuestionamientos, los cuales llevaron a analizar una considerable cantidad de alternativas en posibles soluciones sobre cómo aprovechar la materia prima.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es el efecto de la adición de 5% y 10% de fibra de agave en la resistencia a la tracción de un concreto $f'_c=210$ kg/cm² en la ciudad de Huaraz - 2017?

Cemento:

Rivva, (1999) en su libro de “*Diseño de mezclas*” definió al cemento: Son minerales pulverizados que tienen la propiedad que, por acción de una cantidad de agua, forma una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como en el aire, produciendo compuestos estables. Las materias primas fundamentales del cemento son las rocas calcáreas, las arcillas que se extraen de los yacimientos a cielo abierto (canteras) y el yeso que se incorpora en el proceso de la molienda para regular el tiempo de fraguado.

Abanto, (2000) en su libro “*Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería*” la definió como: El proceso de fabricación consiste en obtener una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio que se obtienen mediante un proceso de cocción a altas temperaturas de las calizas y arcillas calcinados en hornos giratorios, donde se posteriormente se combinan entre sí a una temperatura de 850-1500°C y este producto produce la descomposición de las materias primas (arcilla y caliza) en óxidos que sale del horno giratorio se denomina Clinker.

La composición química cemento portland, son:

Los silicatos y los aluminatos de calcio, estos compuestos se forman por la asociación química de diferentes óxidos como el óxido de calcio (CaO) entre 60-67%, el óxido de silicio (SiO₂) entre 17-25%, el trióxido de aluminio (Al₂O₃) entre 3-8% y el óxido de hierro (Fe₂O₃) entre 0.5-6%. (Ruiz, 2009).

El Agave

El Agave también es conocida con los nombres pita, maguey, cabuya, mezcal y fique, pertenece a la familia Agavacea; es una planta con hojas agrupadas en forma de rosetas, es oriundo del continente americano, con una distribución que se extiende desde el sur de Estados Unidos hasta Colombia y Venezuela, incluyendo todas las islas del Caribe, ha sido utilizado desde la antigüedad para satisfacer y complementar una serie de necesidades básicas: alimento, forraje, medicamento y construcción, entre otros. Davoli (2001).

La composición química del agave:

Presenta un alto contenido de sólidos (33%). Los fructanos representaron aproximadamente el 70% de los sólidos solubles, estos compuestos son de gran importancia para la obtención de jarabes: Humedad 67%, Sólidos solubles 33% (Celulosa 36.20%, Fructano 69.75% , Lignina 17.02%), El porcentaje total de los azúcares está formado por: 75 Partes de Fructosa (índice glucémico bajo por lo que es apropiado para diabéticos), 25 Partes de Glucosa, 5 Partes de Inulina (índice "0"), el aguamiel de agave es un líquido dulce, 100 gr.

Contienen 5,30 gr. de extracto no nitrogenado, 0,4% de proteínas, esta última cantidad que aunque parece baja, es interesante por su composición en aminoácidos esenciales como: lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, leucina, tirosina, metionina, valina y arginina. Contiene vitaminas del complejo B, niacina, tiamina, riboflavina y vitamina C. Minerales como hierro, calcio y fósforo. Inkanatura (2008)

Asimismo, las Propiedades del agave, son:

El Agave es la planta de la cual se elabora la bebida alcohólica más popular de México, el Tequila, que forma parte de la cultura de este país y que antiguamente era muy utilizado además como un poderoso desinfectante, entre los pobres y los combatientes de las distintas guerras a través de la historia. Gastritis y úlceras. La savia del Agave tiene propiedades antisépticas externas e internas, siendo utilizado en este último caso para tratar desordenes digestivos causados por el crecimiento de bacterias en el estómago y el intestino, en particular la causante de úlceras como el helicobacter pilori, lo cual ayuda a personas con gastritis. Prebiótico; es estimulante del crecimiento de la flora intestinal (García, 2010).

Usos y aplicaciones del agave, son:

A través de los años, han tenido una gran importancia para numerosos pueblos indígenas y mestizos, quienes los han aprovechado durante siglos como fuente de alimento, bebidas, medicina, combustible, cobijo, ornato, fibras duras extraídas de las hojas (ixtle), abono, construcción de viviendas y elaboración de implementos agrícolas, entre otros usos (García, 2010). Actualmente este recurso, aunque con

problemas en su uso y manejo, recobra vigencia desde el punto de vista socioeconómico y agroecológico por los beneficios que trae a los pobladores del medio rural y al medio ambiente donde se desarrolla. (García, 2010).

Fibra de agave o maguey

Las fibras están situadas longitudinalmente en las hojas, siendo más abundantes cerca de la superficie de la hoja. Las hojas contienen alrededor de un 90% de humedad, pero la pulpa carnosa es muy firme, y las hojas son rígidas. La fibra tiene que ser extraída de las hojas apenas cortadas, para evitar el riesgo de que se produzcan daños durante el proceso de limpieza una vez secas. La extracción de la fibra se hace raspando el material pulposo, generalmente mediante un proceso de descortezado mecánico, y arrancándolo manualmente. (FAO, 2007)

Características de la fibra de agave

Fibra brillante y de un blanco cremoso, mide cerca de 1 metro de longitud, con un diámetro de 200 a 400 micras, es una fibra basta, dura e inadecuada para textiles o telas. Pero es fuerte, durable, no absorbe humedad fácilmente, resiste el deterioro del agua salada, tiene una textura superficial fina que acepta una amplia gama de teñidos. (FAO, 2007)

Uso en la construcción

Se usan para vigas, garrochas, cercas para delimitar, techos o tejados, canales para conectar agua de lluvia, bateas para mezclas. El agave no tiene desperdicio, el quiote seco por ejemplo se utiliza en la construcción de casas, con él se elaboran vigas, cercas para delimitar terrenos, garrochas, con los quiotes ahuecados y las pencas frescas se construyen canales para la recolección del agua de lluvia y los techos de las casas. El aguamiel también sirve como pegamento de muros y hasta las púas pueden fungir como clavos. (SinembargoMx, 2011)

Uso en artículos de uso diario

La fibra del maguey se obtiene de las pencas. A la vieja usanza, la penca era triturada con un mazo para retirar la pulpa, después, con una pieza filosa, jade u obsidiana era

tallaba hasta dejar las fibras descubiertas. Hoy, una máquina hace el proceso más rápido. Una vez que se han obtenido las fibras se ponen a secar para elaborar, a través de la técnica del hilado, una tira con tal resistencia que se pueden fabricar costales, bolsas, mantas, telas, tapetes, lazos, ayates finos para ropa o incluso adornos, huipiles. Y no sólo sirve para el vestido, sino también para elaborar herramientas de trabajo u artículos de uso cotidiano: redes de pesca, sogas, reatas, petates, hamacas, morrales, incluso hasta cuerdas para instrumentos musicales, entre otros. La fibra es tan fuerte que se utiliza para amarrar los armazones de madera de las casas. (Sinembargo.Mx, 2011)

Uso en la Industria

El agave no tiene desperdicio, el quiote seco por ejemplo se utiliza en la construcción de casas, con él se elaboran vigas, cercas para delimitar terrenos, garrochas, con los quiotes ahuecados y las pencas frescas se construyen canales para la recolección del agua de lluvia y los techos de las casas. El aguamiel también sirve como pegamento de muros y hasta las púas pueden fungir como clavos. Las mujeres también saben cómo aprovechar todas las bondades de la planta: del xité (residuos de la penca) se obtiene jabón para lavarse cuerpo y cabello; lejía para lavar trastes, se obtienen también estropajos, cepillos y escobas, recipientes para agua, tapas para recipientes, cunas para los bebés, banquitos. El sector agrícola también puede obtener un gran beneficio, pues el material restante del proceso para obtener la fibra del maguey, se puede ocupar para crear una especie de composta. (Sinembargo.Mx, 2011)

Caracterización mecánica de la fibra de agave

Esta caracterización mecánica de la fibra de agave contiene la resistencia última a tensión, esfuerzos últimos a tensión y el módulo de elasticidad de la fibra de agave, estos son los parámetros mecánicos más importantes que se determinaran a continuación, mediante la recopilación de datos obtenidos experimentalmente. (Mina, 2012)

Tabla 1:

Resistencia mecánica a tensión del TPS y las fibras de fique nativas y alcalinizadas.

MATERIAL	Resistencia Máxima (Mpa)	Deformación de rotura (mm/mm)	Módulo de elasticidad (Mpa)
Almidón termoplástico	1.418 +- 0.01	0.261 +- 0.05	42.5 +- 5.5
Fibra de fique natural	21.82 +- 31.93	0.063 +- 0.02	8390 +- 1540
Fibra de fique alcalinizada	340.31 +- 52.32	0.080 +- 0.03	12500 +- 4410

Fuente: Mina, J. H. (2012). Caracterización físico-mecánica de un almidón termoplástico (tps) de yuca y análisis interfacial con fibras de fique. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 99-109.

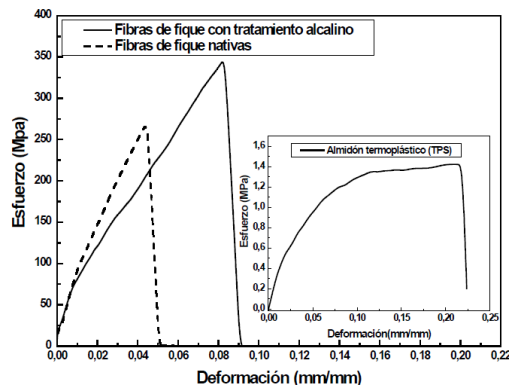


Figura 1: Curvas esfuerzo vs deformación para el TPS y las fibras de fique nativas y alcalinizadas.

Fuente: Mina, J. H. (2012). Caracterización físico-mecánica de un almidón termoplástico (tps) de yuca y análisis interfacial con fibras de fique. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 99-109.

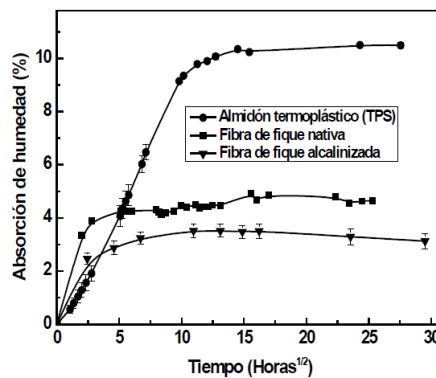


Figura 2: Isotermas de absorción del TPS y las fibras de fique con y sin tratamiento.

Fuente: Mina, J. H. (2012). Caracterización físico-mecánica de un almidón termoplástico (tps) de yuca y análisis interfacial con fibras de fique. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 99-109.

Concreto reforzado con fibras naturales

Desde que las fibras de asbesto fueron relacionadas con potenciales peligros para la salud (Coutts, 1998), se inició la búsqueda de posibles sustitutos que le proporcionan al concreto las propiedades tan favorables que el asbesto le daba, y que además fuesen competitivos en calidad y precio. Las fibras de acero, de vidrio y más recientemente las de polipropileno, con alternativas viables para reforzar el concreto. Existe otro grupo conocido como las Fibras Naturales o vegetales que han sido motivo de diversos estudios para su posible aplicación en este propósito. Materiales reforzados con fibras naturales se pueden obtener a un bajo costo usando la mano de obra disponible en la localidad y las técnicas adecuadas para su obtención. A finales de los años 60, se llevó a cabo en varios países una evaluación sistemática de las propiedades ingenieriles de las fibras naturales y de los compuestos formados por estas fibras con el cemento. Los resultados de las investigaciones indicaron que algunas fibras naturales pueden ser usadas con éxito para fabricar materiales de construcción. (Juárez, Valdez, & Alejandro, 2004)

Materiales compuestos reforzados con fibras.

Tecnológicamente, los materiales compuestos con fases dispersas en forma de fibras son los más importantes. A menudo se diseñan materiales compuestos reforzados con fibras con la finalidad de conseguir elevada resistencia y rigidez a baja densidad. Estas características se expresan mediante los parámetros de resistencia específica y módulo específico, que corresponden, respectivamente, a las relaciones entre la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad y el peso específico. Utilizando materiales de baja densidad, tanto para la matriz como para las fibras, se fabrican compuestos reforzados con fibras que tienen resistencias y módulos específicos excepcionalmente elevados. (Tino, 2010)

Influencia de la longitud de la fibra

Las características mecánicas de los compuestos reforzados con fibras no sólo dependen de las propiedades de la fibra, también dependen de la forma en que una carga se transmite a la fibra por medio de la fase matriz. En este proceso de transmisión de carga es muy importante que la fuerza de adhesión entre la interfaz fase matriz y

fibra sea suficiente para soportar los esfuerzos de tracción. Al aplicar un esfuerzo de tracción, la unión fibra-matriz cesa en los extremos de la fibra y en la matriz se forma un patrón de deformación, en otras palabras, en los extremos de la fibra no hay transmisión de carga. (Callister, 2007)

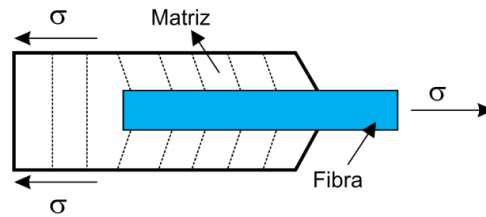


Figura 3: Patrón de deformación en una matriz que rodea a una fibra sometida a un esfuerzo de tracción.

Fuente: Callister, W. (2007). Ciencia e Ingeniería de los materiales. Barcelona. España: REVERTE.

Influencia de la orientación y de la concentración de la fibra

La disposición u orientación relativa de las fibras, su concentración y distribución influyen radicalmente en la resistencia y en otras propiedades de los materiales compuestos reforzados con fibras. Con respecto a la orientación existen dos situaciones extremas: (1) alineación paralela de los ejes longitudinales de las fibras y (2) alineación al azar. Las fibras continuas normalmente se alinean, mientras que las fibras discontinuas se pueden alinear, orientar al azar o alinearse parcialmente. (Tino, 2010)

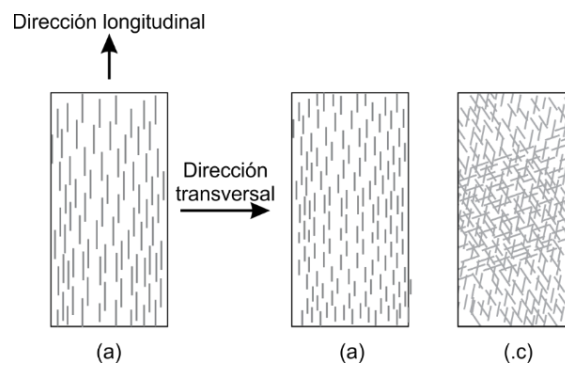


Figura 4: Representaciones esquemáticas de compuestos reforzados con fibras (a) continuas y alineadas, continuas y alineadas, (b) discontinuas y alineadas y (c) discontinuas y orientadas al azar.

Fuente: Callister, W. (2007). Ciencia e Ingeniería de los materiales. Barcelona. España: REVERTE.

Ventajas y desventajas del uso de fibra

Debido al mezclado, la distribución de las fibras en la sección transversal del concreto es aleatoria y no todas llegan a trabajar como refuerzo ante los esfuerzos de tensión provocados por las cargas. Aunque la orientación depende mucho del método de fabricación del concreto ya que puede ser bidimensional (2D) o tridimensional (3D). El método de rociado promueve una orientación 2D, mientras que el método de fabricación con mezcladora promueve la orientación en 3D. Además, es común que las -fibras atraviesen las fisuras con un ángulo que no favorece para evitar el agrietamiento, o su anclaje no es el suficiente para obtener la perfecta unión fibra-matriz. Debido a esto, el porcentaje de fibras que ayudan a absorber las tensiones de tracción (esfuerzos de tensión) es reducido. Por tales motivos, la eficiencia de un sistema con fibras no es tan eficiente, y se puede decir que un sistema así no mejora en gran medida la resistencia del compuesto.

Los concretos con fibra son más adecuados para secciones delgadas de concreto, donde la armadura de refuerzo tiene una difícil colocación. Se puede reducir el peso usando secciones más delgadas de concreto reforzado con fibra que posea una resistencia equivalente a la de secciones más gruesas reforzadas con la armadura convencional.

Asimismo, sus propiedades mecánicas de la fibra de agave, son:

Mecánica de materiales

El estudio de las relaciones entre los esfuerzos, deformaciones unitarias, y propiedades de los materiales es llamado mecánica de materiales. Entre las propiedades mecánicas más comunes que se evalúan en los materiales están: módulo de elasticidad, resistencia a la tensión, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia al desgaste, resistencia al impacto y dureza. El ensayo de tensión es un método de prueba importante en el cual una carga uniáxial es aplicada a un material para determinar su comportamiento característico ante dicha fuerza. (Cortés C. M., 2009)

Diagrama esfuerzo - deformación unitaria

El diagrama esfuerzo-deformación unitaria, es una representación gráfica de un ensayo de tensión. Describe el comportamiento mecánico del espécimen desde el inicio de la carga hasta el punto de rotura, lo que determina que el esfuerzo σ sea medido como una función de la deformación unitaria ϵ .

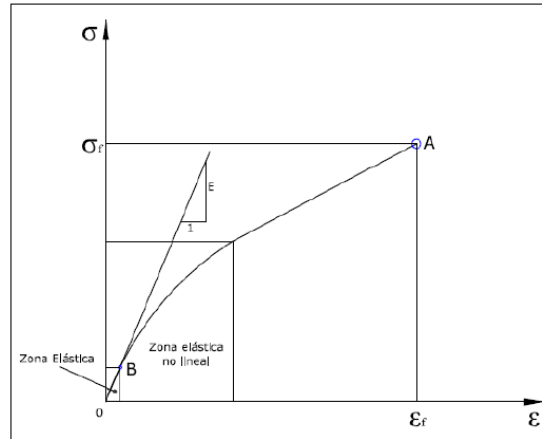


Figura 5: Diagrama esfuerzo deformación unitaria.

Fuente: Cortés, C. M. (2009). “Propiedades mecánicas a tensión de las fibras del bagazo del Agave angustifolia Haw, residuo proveniente de la producción artesanal del mezcal”. México: Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca.

El mayor valor práctico de los ensayos de tensión reside en la obtención de datos para determinar propiedades mecánicas, como el límite elástico, el alargamiento porcentual, el módulo de elasticidad E, la resistencia en el punto de rompimiento, el punto de biocedencia, el rango plástico, el estudio de las curvas esfuerzo-deformación registradas y el análisis comparativo de los comportamientos mecánicos que ellas representan (Moshenin, 1970). Por tales motivos, un estudio de las propiedades mecánicas resulta de suma importancia. (Cortés C. M., 2009)

Esfuerzo

El esfuerzo σ es una medida de la fuerza perpendicular a la superficie (F) dividida por su área (A) y se expresa en MPa (N/mm²) como unidad de medida, ec. (1); por lo que, el esfuerzo se estima con el área de sección original sin tener en cuenta los cambios en el área debido a la carga aplicada a un material.

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots (1)$$

Deformación unitaria

La deformación unitaria ε es el desplazamiento axial o transversal entre dos puntos originado por la aplicación de una fuerza sobre un material. Dividido entre la longitud original de la probeta, obtenida por la ec. (2).

$$\varepsilon = \frac{L_f - L_i}{L_i} \dots (2)$$

Donde:

Lf : Longitud final

Li : Longitud inicial.

Cuando una fibra textil es sujeta a una carga de tensión sufre tres clases de deformación:

- Deformación elástica, estrechamente proporcionada por la carga y completa e instantáneamente recuperable una vez removida la carga.
- Arrastre primario, que aumenta a una tasa decreciente con el tiempo y la cual es completa, pero no instantáneamente recuperable una vez removida la carga.
- Arrastre secundario, que varía con el tiempo y carga, y es completamente irre recuperable una vez removida la carga. Las cantidades relativas de estos tres componentes actuando para producir la deformación total varía con distintas fibras. Los dos componentes inelásticos dan lugar a la histéresis mecánica en carga y descarga. (Avallone, Baumeister, & Ali, 1994)

Resistencia a la última tensión (RUT)

Es el valor de la carga específica bajo la cual la fibra se rompe y se expresa en MPa (N/mm²) en el Sistema Internacional. Llamada también carga de rotura y con frecuencia, denominada “resistencia última a la tensión” en el campo de las propiedades mecánicas de las fibras naturales y se localiza en el Punto A del diagrama en la figura 5.

La resistencia última de tensión (RUT) es una medida de la carga máxima que puede soportar un material bajo condiciones de carga uniaxial. Se determina tomando la

magnitud de la carga máxima que se obtuvo durante la prueba y dividiendo la entre el área de la sección transversal original. (Conocimientosweb, 2013)

Módulo de elasticidad

Es una medida del esfuerzo necesario para producir un pequeño alargamiento del orden de $L = 1 \%$, definido como la tangente del ángulo entre la parte inicial de la curva cercana al origen y el eje horizontal, correspondiente a la zona de elasticidad de la curva esfuerzo-deformación unitaria. Esta razón es llamada también como módulo de Young y se expresa en GPa (N/mm²).

Los módulos elásticos de tensión y compresión son aproximadamente iguales. Como medida de rigidez, un alto módulo indica inextensibilidad y uno bajo corresponde a la flexibilidad (Cortés C. M., 2009)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \text{Tg}\alpha \quad \dots (3)$$

Factores que afectan las propiedades a tensión de las fibras

Comparados con los procedimientos de ensayo para materiales clásicos, la medición de las propiedades de productos como hilos o fibras que son comúnmente utilizados como componentes de refuerzo requiere de una forma particular de abordaje, pues la dependencia de un gran número de variables, como por ejemplo: la temperatura, humedad, el tiempo de prueba y la velocidad de deformación, o la poca uniformidad interior y exterior en la morfología complica la medición de las propiedades de la fibra, lo que plantea problemas adicionales durante la experimentación.

Influencia del diámetro

Teóricamente, en un ensayo de deformación uniaxial, la relación tensión-deformación es independiente de las dimensiones del espécimen por definición, en la práctica no es así para las fibras naturales, pues la medición del diámetro y la longitud refleja poca uniformidad en la morfología, como se muestra en la tabla 4, que presenta un comparativo de las características geométricas de algunas fibras vegetales.

Tabla 2:
Propiedades físicas de algunas fibras vegetales.

Fibra	Longitud (cm)	Diámetro (µm)	Densidad lineal (tex)
Caña de azúcar	2.5 - 20	-	6.5 - 14
Kenaf	7 - 15	-	1.5 - 4.5
Ramie	20 - 140	-	0.19 - 1.98
Jute	40 - 100	-	0.51 - 0.71
Flax	150 - 360	16	1.4 - 3.0
Agave tequilana Weber	0 - 158	25	-
Henequén (Fibra de la base de la hoja)	-	51	-
Henequén (Fibra del Tronco)	-	35	-

Fuente: Lulius, O. (2004), Balam-Cocom et al., (2006).

Las fibras vegetales

Las principales fibras naturales obtenidas de las plantas tropicales son: yute, sisal, ramia, espartos, cáñamo y las fibras de coco, etc. Ellas son comúnmente usadas para el tejido de telas para muy diferentes usos. Sin embargo, el desarrollo de tejidos a base de fibras sintéticas a más bajos costos ha generado una reducción de las áreas de cultivos de las plantas cultivadas por sus fibras. Ahora bien, desde hace un cierto tiempo se ha experimentado en la producción de componentes constructivos reforzados con fibras. La mayoría de ellos han sido desarrollados con fibras. La mayoría de ellos han sido desarrollados para reemplazar el asbesto cemento. Estos nuevos productos son esencialmente compuestos de una matriz hidráulica mineral o de un silicato de calcio formado por la reacción química entre materia a base de sílice o de una materia calcárea reforzado con la ayuda de fibras orgánicas o inorgánicas. Ellas se reparten multidireccionalmente oponiéndose a las exigencias de tracción y a la propagación de fisuras.

Las fibras han sido utilizadas con objeto de mejorar el comportamiento de la matriz aumentándole la resistencia a la tracción y a los impactos además de incidir beneficiosamente sobre otras características dependientes del tipo de la base y de las fibras, así como de los porcentajes de cada uno de los compuestos. A menudo, se mezclan diversos tipos de fibras, ello con el objeto de facilitar su fabricación o bien para utilizar las propiedades específicas ofrecidas por las diferentes fibras y así optimizar las respuestas técnicas del producto. Las investigaciones llevadas a cabo han permitido determinar las propiedades físico-mecánicas de algunas fibras, éstas se pueden observar en la tabla 3. (Guimaraes, 1987)

Tabla 3:*Propiedades físicas y mecánicas de algunas fibras*

Fibra	Módulo de elasticidad	Resistencia a la tracción (103mpa)	Alargamiento y Roptura	Relaciones entre dimensiones (l/d)
Coco	2.8	180	29.2	35.0
Sisal	15.2	458	4.3	152.6
Bambú	28.8	575	3.2	170.5
Bagazo	5.0	181	5.11	66.1
Fibra de vidrio	55.6	1328	3.77	-
Acero	200	100 - 300	3 - 4	-

Fuente: Sosa, M. (1998). Uso de materias primas vegetales para la producción de materiales de construcción. Caracas: IDEC.

Resistencia a la compresión del concreto $F'c = 201 \text{ Kgr/cm}^2$

Concreto

Es el material constituido por la mezcla de ciertas proporciones o porcentajes de cemento, agua y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material resistente e ideal para la construcción (Díaz, 2016)

(Díaz, 2016), sostiene que el concreto a la mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia. El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo.

Resistencia del concreto

Se han hecho numerosos intentos de establecer expresiones para estimaciones cuantitativas de resistencia en función de la composición. Normalmente, esos intentos se han basado en métodos estadísticos, como análisis de regresión múltiple, que resultan en expresiones de la siguiente forma: (Torrado & Porras, 2009).

$$\sigma_t = a_{0,t} + \sum_i a_{i,t} X_{i,t}$$

Dónde:

t = Resistencia medida después de t días de endurecimiento.

$X_{i,t}$ = Variables independientes, que normalmente incluyen uno o más de los minerales de clinker.

$a_{0,t}$, y $a_{i,t}$ = Constantes de regresión, determinados por el análisis estadístico.

Propiedades del concreto endurecido

En la etapa de endurecimiento del concreto, es cuando la mezcla adquiere la resistencia para la cual fue diseñada (Torrado & Porras, 2009).

Las propiedades mecánicas que comúnmente se evalúan al concreto en estado endurecido son la resistencia a la compresión, la flexión, el módulo de elasticidad estático y dinámico entre otros aspectos, siendo la más común la prueba a compresión. Existen diversas técnicas invasivas y no invasivas, para medir la Resistencia de un concreto siendo las no invasivas más ventajosas por cuanto la estructura endurecida no se ve afectada tanto como la invasiva que puede deteriorar las caras del concreto. Dentro de las pruebas no invasivas utilizadas para medir la resistencia del concreto están (Serrano, 2010).

Curado del Concreto

Harmsem (2005) en su libro “Diseño de estructuras de concreto”, afirma que el curado es el proceso por el cual se busca mantener saturado el concreto hasta que los espacios de cemento fresco, originalmente llenos de agua sean reemplazados por los productos de la hidratación del cemento. El curado pretende controlar el movimiento de temperatura y humedad hacia dentro y hacia afuera del concreto. Busca también, evitar la contracción de fragua hasta que el concreto alcance una resistencia mínima que le permita soportar los esfuerzos inducidos por ésta. La falta de curado del concreto reduce drásticamente su resistencia. Es el procedimiento que se utiliza para promover la hidratación del cemento, y consiste en mantener un control del movimiento de temperatura y humedad hacia dentro del concreto y hacia afuera del concreto. Tiene como objetivo mantener el concreto saturado, ya que la hidratación del cemento solo se logra en capilares llenos de agua, por lo que debe evitarse la evaporación excesiva

de ésta. Además, debe controlarse la temperatura, puesto que la rapidez de hidratación es más lenta a bajas temperaturas y más rápida a temperaturas elevadas (100 °C.). Existen diversos métodos de curado: curado con agua, con materiales sellantes y curado al vapor. El primero puede ser de cuatro tipos: por inmersión, haciendo uso de rociadores, utilizando coberturas húmedas como yute y utilizando tierra, arena o aserrín sobre el concreto recién vaciado.

Diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm² propuesto por ACI

El diseño de concreto es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, se denomina también diseño de mezcla, se define como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en estado no endurecido tenga las propiedades, especialmente trabajabilidad y consistencia, deseadas, y que en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y especificaciones de obra (Abanto, 2000). La selección de las proporciones de la mezcla está determinada por:

- ✓ Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, que son requerimientos del diseñador o que se encuentran indicadas en las especificaciones de obra.
- ✓ Las propiedades del concreto en estado no endurecido, que dependen del tipo y característica de la obra y de las técnicas empleadas en la colocación del concreto.
- ✓ El costo de la unidad cúbica de concreto.

Resistencia a la compresión

Algunas propiedades del concreto endurecido están relacionadas con esta resistencia, como son: densidad, impermeabilidad, durabilidad, resistencia a la abrasión, resistencia al impacto, resistencia a la tensión, resistencia a los sulfatos. Esto no quiere decir que estas propiedades sean una función simple y única de la resistencia a la compresión, sino que, un concreto de mayor resistencia a la compresión tendrá mejores propiedades (Neville, 1999).

Los principales factores que gobiernan la resistencia del concreto son los siguientes: relación agua/materiales cementantes, condiciones de curado (humedad y

temperatura), edad, características y cantidad del material cementante, características y cantidad de los agregados, tiempo de mezclado, grado de compactación y el contenido de aire (Práctica estándar para el curado del concreto, ACI 308).

Cualquier tipo de vacíos llenos de aire reduce la resistencia del concreto en una proporción de 5% de reducción de resistencia por cada 1% de aumento en el volumen de los vacíos llenos de aire. (Mather & Ozyildirim, 2004)

“La resistencia del concreto es fundamentalmente una función de su volumen de vacíos. La influencia del volumen de poros sobre la resistencia puede expresarse por la ecuación exponencial del tipo (3)”. (Grudemo, 1975)

$$f_c = f'_{c,0}(1 - p)^2$$

Dónde:

p = porosidad, es decir, el volumen de huecos expresado como una fracción del volumen total del concreto.

f'_c = resistencia del concreto con porosidad p

$f'_{c,0}$ = resistencia a porosidad cero

Existe una relación inversa fundamental entre la porosidad y la resistencia de los sólidos que, para los materiales homogéneos simples, puede expresarse por la fórmula:

$$S = S_0 e^{-kp}$$

En donde S es la resistencia del material que tiene una porosidad dada p ; S_0 es la resistencia intrínseca a porosidad cero; y k es una constante (Mehta & Monteiro, 1998).

Resistencia a la tracción del concreto

La resistencia a la tracción del concreto es una forma de comportamiento de gran interés para el diseño y control de calidad en todo tipo de obras y en especial las estructuras hidráulicas y de pavimentación. Sin embargo, en razón de que los métodos de ensayo a la tracción aparecen tardíamente, en la década de los cincuenta, la resistencia a la compresión mantiene su hegemonía como indicador de la calidad, principalmente por el largo tiempo de aplicación que ha permitido acumular valiosa experiencia. Inicialmente la determinación de la resistencia a la tracción del concreto se efectuó por ensayos de flexo tracción. Posteriormente, se han desarrollado dos

métodos de prueba conocidos como ensayos de tracción directa por hendimiento, también denominado de compresión diametral. (Sensico, 2011)

El método de ensayo de tracción directa consiste en someter a una sollicitación de tracción axial un espécimen, cilíndrico o prismático, de relación de h/d , entre 1.6 a 1.8 resultante del aserrado de las extremidades de una probeta moldeada, para eliminar las zonas de mayor heterogeneidad. Los especímenes se pagan por sus extremos, mediante resinas epóxicas, a dos placas de acero que contienen varillas de tracción, centradas y articuladas mediante rótula, las mismas que se sujetan a los cabezales de una máquina de ensayos de tracción convencional. (Sensico, 2011)

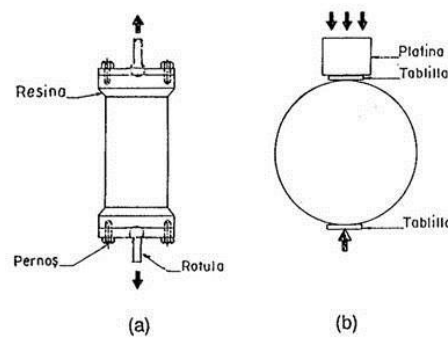


Figura 6: Tracción directa y por compresión diametral, en caso de requerir platina interpuesta en un solo cabezal.

Fuente: (Sensico, 2011) Ciencia e Ingeniería de los materiales. Barcelona. España: REVERTE.

El método de tracción directa si bien es representativo del comportamiento del concreto, requiere una operación compleja, por lo que se ha firmado únicamente en el ámbito de los laboratorios. El ensayo de tracción por hendimiento consiste en romper un cilindro de concreto, del tipo normalizado para el ensayo de compresión, entre los cabezales de una prensa, según generatrices opuestas. Este método fue desarrollado con Lobo Carneiro y Barceles en Brasil en 1943, cuando verificaban el comportamiento del concreto, destinado a rellenar cilindros de acero a utilizarse en el desplazamiento de una antigua iglesia. En el mismo año en Japón T. Azakawa, realizó una tesis de doctorado desarrollando el método. (Sensico, 2011).

Ensayo para determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral simple.

NTP 339.084 2012

Establece el procedimiento para la determinación de la resistencia a la tracción indirecta de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados y testigos diamantinos. (Inacal, 2016)

Hormigón (concreto). “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del hormigón, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.” (Millones Prado, 2008)

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para la determinación de la resistencia a la tracción por compresión diametral de especímenes cilíndricos de hormigón (concreto), tales como cilindros moldeados y testigos diamantinos. (Millones Prado, 2008). Resumen del Método, este método de ensayo consiste en aplicar una fuerza de compresión diametral a toda la longitud de un espécimen cilíndrico de hormigón (concreto), a una velocidad prescrita, hasta que ocurra la falla. (Millones Prado, 2008). Velocidad de Carga, la carga se aplicará en forma continua y evitando impactos, a una velocidad constante dentro del rango de 689 kPa/min a 1380 kPa/min hasta que falle el espécimen por el esfuerzo de tracción por compresión diametral. (Millones Prado, 2008). Expresión de Resultados, la resistencia a la tracción por compresión diametral de la probeta se calcula con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{T = 2P / \pi l d}$$

Donde:

T = Resistencia a la tracción por compresión diametral, kPa.

P = Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo, kN.

l = longitud, m.

d = Diámetro, m.

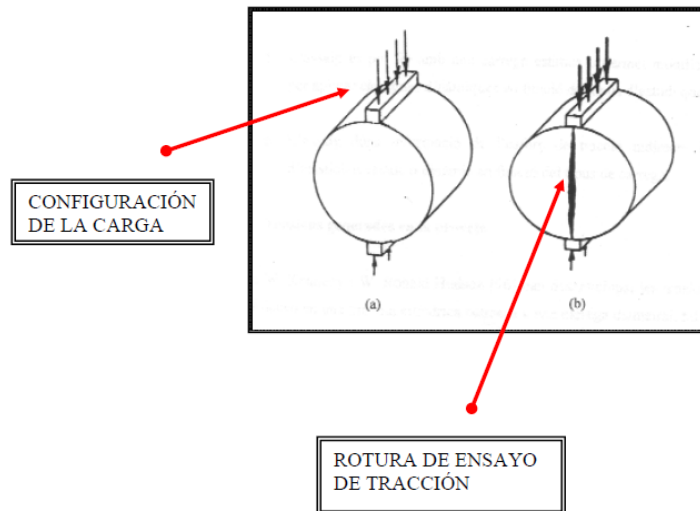


Figura 7: Ensayo de resistencia a la tracción por Compresión diametral

Fuente: (Millones Prado, 2008) Millones Prado, M. A. (2008). Concreto de alta densidad con super plastificante. *Universidad Ricardo Palma*, 216-255.



Figura 8: Resistencia a la tracción por compresión diametral

Fuente: (Millones Prado, 2008) Millones Prado, M. A. (2008). Concreto de alta densidad con super plastificante. *Universidad Ricardo Palma*, 216-255.

Ensayo de tracción indirecta

El ensayo de tracción indirecta, destaca por ser un método simple y representativo, que permite imitar la respuesta de un pavimento flexible y obtener la carga máxima que aguanta una mezcla antes de romper.

Hasta 1965 sólo se utilizaba para determinar la resistencia a tracción indirecta, pero desde entonces se ha ido profundizando en su estudio llegando a ser un ensayo con grandes perspectivas de futuro. Estados Unidos destaca como pionero en el avance de su estudio en la década de los 90, donde se realizan un gran número de

investigaciones, muchas de ellas quedan recogidas en el 4º Internacional Symposium de la RILEM. (Garrote, 2017)

Actualmente es un ensayo ampliamente utilizado para medir la resistencia a tracción de las mezclas bituminosas, además es un procedimiento muy simple y está especificado en la norma NLT-346/90 “Resistencia a compresión diametral (ensayo brasileño) de mezclas bituminosas”.

Este es un factor muy valorado por todas aquellas instituciones que necesitan caracterizar de una forma rápida, fiable y económica los pavimentos que gestionan.

Estos son las principales ventajas del ensayo:

- Presenta similitud con otro tipo de ensayos como el Marshall.
- El tipo de muestra y el equipo son los mismos que los utilizados para otro tipo de ensayos.
- La rotura no se ve afectada por las condiciones de la superficie de la probeta.
- La rotura se inicia en una región relativamente uniforme de tensiones de tracción.
- El coeficiente de variación de los resultados del ensayo es relativamente bajo comparado con otros métodos. Tesoriere, en sus estudios habla de dispersiones inferiores al 10% en comparación con el de Marshall que pueden ser del 15-20%.
- El ensayo puede utilizarse bajo carga estática o dinámica, modificando la prensa en función del tipo de estudio que se realice.
- El ensayo de tracción indirecta no sólo da información de la resistencia a tracción indirecta, sino que también nos informa sobre propiedades elásticas resilientes (módulo de elasticidad estático o dinámico en función del tipo de carga aplicada), fisuración térmica, fisuración por fatiga, deformación permanente y puede utilizarse para evaluar el efecto de la humedad en mezclas bituminosas. (Garrote, 2017)

Descripción del ensayo

Este ensayo consiste en someter a compresión diametral una probeta cilíndrica, igual a la definida en el ensayo Marshall, aplicando una carga de manera uniforme a lo largo de dos líneas o generatrices opuestas hasta alcanzar la rotura

Distribución teórica de tensiones

La solución teórica de la distribución de tensiones dentro de una probeta cilíndrica está basada en el análisis de un material de comportamiento elástico y lineal. Cuando una probeta cilíndrica es sometida a compresión diametral desarrolla un estado de tensiones bidimensional en su interior. La carga aplicada a lo largo de dos generatrices diametralmente opuestas describe planos principales de tensiones, uno horizontal y otro vertical. Particularmente en el plano vertical se produce una tensión variable de compresión y una tensión teóricamente uniforme de tracción. (Garrote, 2017)

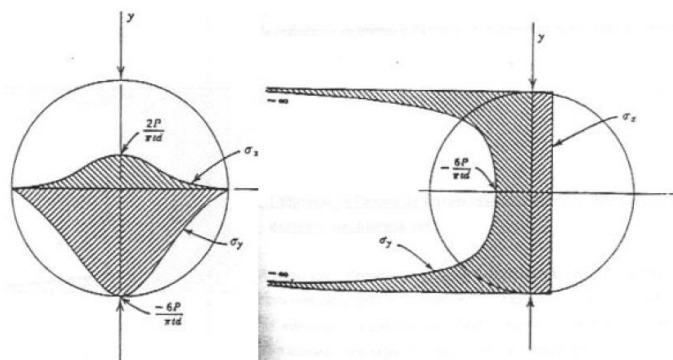


Figura 9: Distribución de tensiones teórica sobre los planos diametral y vertical para el ensayo de tracción indirecta.

Fuente: (Millones Prado, 2008) Millones Prado, M. A. (2008). Concreto de alta densidad con superplastificante. *Universidad Ricardo Palma*, 216-255.

Resistencia del concreto a tracción

La resistencia del concreto a la tracción es mucho menor que su resistencia a la compresión constituyendo aproximadamente entre un 8% y 15% de ésta. Para la determinación de este parámetro no se suele usar ensayos directos debido a las dificultades que se presentan sobre todo por los efectos secundarios que generan los dispositivos de carga. Para estimarlo se ha diseñado dos métodos indirectos. (Harsem, 2005)

El primero llamado prueba brasilera o Split-test consiste en cargar lateralmente el cilindro estándar, a lo largo de uno de sus diámetros hasta que se rompa. El procedimiento está especificado en la norma ASTM c-496-96. En la figura 9 se muestra los esfuerzos que generan a lo largo del diámetro cargado. La resistencia a la tensión es igual:

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi h d}$$

Donde:

- F_{ct} : Resistencia a la tracción del concreto
- P : Carga de rotura
- h: Longitud de cilindro
- d: Diámetro del cilindro

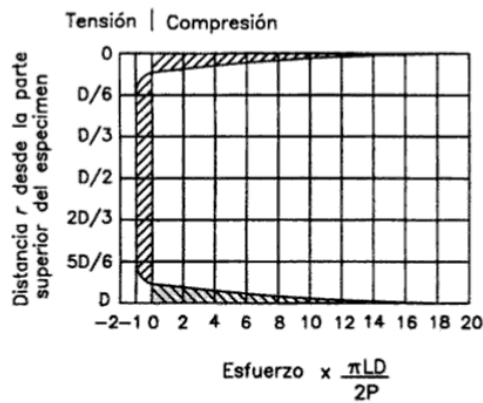
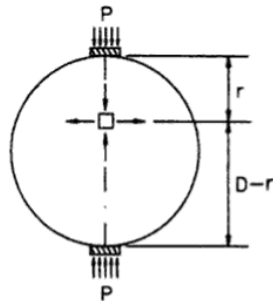


Figura 10: Distribución del esfuerzo horizontal en un cilindro cargado sobre un ancho igual a 1/12 del diámetro.

Fuente: Zerbino, R. (2013). Evaluacion de la resistencia en materiales fragiles. La Plata: L. K. Kennedy.

El valor de F_{ct} oscila entre $1.59\sqrt{f'_c}$ y $2.2\sqrt{f'_c}$, para concretos normales. Generalmente se toma: $F_{ct} = 1.6\sqrt{f'_c}$

Tabla 4:

Rango de variación de la resistencia a tracción del hormigón para distintos métodos de ensayo (valores típicos)

Método de evaluación	Porcentajes referidos a la resistencia a compresión
Tracción directa	6 al 11 %
Tracción por compresión diametral	8 al 15 %
Flexión en tres puntos	15 al 25 %
Flexión a los tercios	12 al 20 %

Fuente: Zerbino, R. (2013). Evaluacion de la resistencia en materiales fragiles. La Plata: L. K. Kennedy.

La Figura 11, muestra ejemplos de la variación de la resistencia a tracción con la resistencia a compresión en el ensayo de flexión y de tracción por compresión diametral. Es característico en estos materiales que el valor porcentual de la resistencia a tracción con respecto a la de compresión decrece en la medida que aumenta el nivel de resistencia del material.

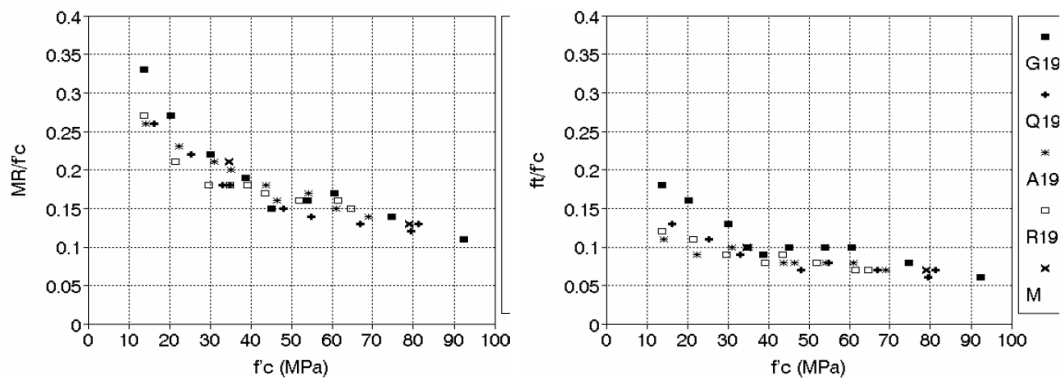


Figura 11: Variación de la resistencia a tracción con la resistencia a compresión en el ensayo de flexión y de tracción por compresión diametral.

Fuente: Zerbino, R. (2013). *Evaluación de la resistencia en materiales frágiles*. La Plata: L. K. Kennedy.

Operacionalización de variable:

Variable dependiente: “Resistencia a la tracción de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”

Tabla 5:

Variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Resistencia a la tracción de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.	Es el máximo esfuerzo de tracción que un cuerpo puede soportar antes de romperse. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.	Kg/cm^2

Fuente: Elaboración propia

Variable Independiente: “Adición de 5 y 10% de fibra de agave”

Tabla 6:
Variable Independiente

Variable	Definición operacional	Indicador
Adición de 5% y 10% de fibra de agave.	Adición de un porcentaje de cemento por la combinación de fibra de agave en comparación a un diseño convencional de $f'c=210$ kg/cm ² .	5% y 10% de fibra de agave.

Fuente: Elaboración propia

En la presente tesis se formuló la siguiente hipótesis, La adición de 5% y 10% de fibra de agave incrementaría la resistencia a la tracción de un concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Huaraz - 2017.

El objetivo General del presente estudio es: Determinar la resistencia a la tracción de un concreto de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Huaraz - 2017, después de la adición en peso de 5% y 10% de fibra de agave por cemento. Y como objetivos específicos:
Seleccionar la fibra de agave.

Caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de las fibras de agave.

Determinar la relación A/C de la probeta patrón y de la experimental adicionando 5% y 10% de fibra de agave.

Determinar la resistencia a la tracción de un concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días de curado y comparar sus resultados.










II. METODOLOGÍA

El tipo de la presente investigación, según el proceso es aplicada, porque la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer el efecto de la adición de 5% y 10% de fibra de agave en la resistencia a la tracción por compresión diametral simple de un concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Huaraz – 2017.

En coherencia con el fin de la ciencia es explicativa porque los datos de la investigación serán obtenidos por observación de los fenómenos condicionados por el investigador. Se utiliza la experimentación.

Tabla 7.

Diseño en bloque cantidad de probetas según días de curado y porcentaje de adición de fibra de agave.

DÍAS DE CURADO	PROBETAS DE CONCRETO CON PORCENTAJES DE ADICIÓN DE FIBRA DE AGAVE.		
	0%	5%	10%
07			
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
14			
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
28			
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}

\bar{x} : Promedio de Resistencia

Fuente: Elaboración propia

La población está conformada por probetas que fueron elaboradas en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro y la muestra es un subconjunto de casos o individuos de una población estadística, que en esta investigación se trabajó

con 27 probetas de concreto, 9 sin adición de fibra de agave, 9 con adición en 5% de fibra de agave y 9 con adición en 10% de fibra de agave.

En esta etapa de diseño los tratamientos serán asignados en forma aleatoria dentro de cada bloque, se va evaluar dos tratamientos con tres repeticiones cada uno durante 7, 14 y 28 días.

Para la interpretación del proceso del proyecto se hará usando el siguiente esquema para el diseño experimental que se realizará en la investigación.

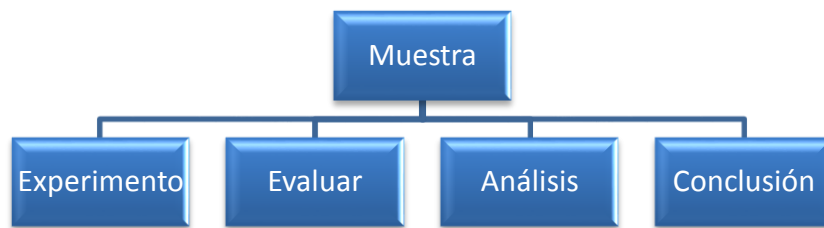


Figura 12: Interpretación de los procesos a realizar.

Fuente: Elaboración Propia

Las técnicas e instrumentos de investigación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8:

Técnicas de Recolección de Información

Técnicas de Recolección de Información	Instrumentos
La Observación	Ficha de observación del Laboratorio de Mecánica de suelo y ensayo de materiales

Fuente: Elaboración Propia

Se aplicará como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible. Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel y el SPSS.

Para realizar el análisis de los datos se tendrá presente:

La selección y extracción de fibra de agave proveniente del barrio de Shancayan distrito de Independencia Huaraz, Agregado grueso y fino de la cantera de Tacllan de la chancadora “ROLAN” de la cuenca del Rio Santa.

Localización en Ancash

Los agregados grueso y fino fueron extraídos de la cantera Tacllan específicamente de ubicado entre las coordenadas: Este: 221615.52 - Norte: 8943635.03 a una altura: 3051 msnm.

En el análisis de los materiales para determinar propiedades físicas y mecánicas de la fibra de agave, en primer lugar, se extrajo la fibra de agave de las pencas de mayor espesor por contener mayor cantidad de fibras y resistencia en estado húmedo y seco. Toda la extracción se realizó en forma manual usando herramientas caseras de bajo costo, después de haber sido curado y resecado se obtuvo un promedio de 100gr de fibra de agave y se procedió a seleccionar al azar 100 muestras de fibra seca y se envió al laboratorio de la UNI “LABICER” (Laboratorio N° 12) ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN, y se realice el análisis correspondiente como Resistencia a la última tensión (RUT), Módulo de elasticidad (ME), Deformación unitaria (DU), Dimensionado, Identificación de la forma de la sección transversal, para los ensayos se usó equipos de Máquina de tracción universal ZWICK ROELL Z010, Vernier Digital marca MITUTOYO aproximación 0,01 mm, Microscopio trinocular de reflexión. Marca: ZEISS Modelo: Axioscope A1. El análisis de caracterización de la fibra de agave servirá para tener un sustento científico de este al momento de realizar los ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral.

Los ensayos de los agregados se realizaron en el laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad San Pedro SAD Huaraz, como son contenido de humedad según ASTM D2216-71, Análisis granulométricos, Peso específico y absorción según ASTM C29, NTP 400.022, Pesos unitarios suelto y compactado según ASTM C29/C29M NTP 400.017. Módulo de fineza según NTP 400.037. Los datos obtenidos sirvieron para desarrollar el diseño de mezcla de concreto patrón y experimental.

Se hizo el cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de los Especímenes de concreto patrón y experimental.

Teniendo la dosificación de los materiales utilizados se buscó la relación A/C del concreto experimental y patrón con una relación A/C de 0.68, según lo indicado en la NTP 339.033, dicho ensayo se hizo en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro.

Para la elaboración de las probetas de concreto se utilizaron moldes cilíndricos de lámina rígida con dimensiones de 15cm de diámetro y 30cm de altura, se limpiaron de tal forma que se les quitara los residuos para evitar la contaminación del concreto, así, como las imperfecciones que puedan generar en las probetas. Prosiguiendo con la preparación de los moldes se le aplica una película de petróleo en el interior del molde para facilitar el desmolde de las probetas, el cual va a evitar la adherencia entre la lámina y el concreto.

La mezcla fue realizada en una mezcladora. Primero se agregaron los agregados finos y gruesos, posteriormente se agregó el cemento y luego las fibras de agave. Se mezcló durante 1 minuto, para la relación A/C de 0.65. para el concreto patrón, A/C de 0.66 para la adición de 5% de fibra de agave y A/C de 0.67 para la adición de 10% de fibra de agave. Las fibras se adicionaron aleatoriamente durante el tiempo de mezclado. La mezcla se vació en moldes metálicos, el vaciado fue realizado en tres capas. Se compactó con una varilla de acero punta de bala diámetro de 6.35 mm (L/4") dando 25 golpes por capa distribuidos en toda el área, aproximadamente 1 golpe cada pulgada cuadrada. Así como 15 golpes al molde metálico por capa con un martillo de goma. Alrededor del diámetro del molde cilíndrico. Todos los especímenes se mantuvieron en sus moldes durante 24 h protegiéndolos de la pérdida de humedad y posteriormente fueron curados en forma estándar. El procedimiento de mezclado, colado y curado. utilizando agua potable de acuerdo a la Norma E.060.

La prueba de revenimiento o también conocida como de asentamiento, tiene la finalidad de proporcionar un procedimiento para determinar el revenimiento de los concretos plásticos hechos a base de cemento hidráulico.

Los procedimientos realizados fueron, Humedecer el molde y el piso o placa base, ejecutar sobre una superficie rígida no absorbente. Apoyar fijamente el molde sobre la base colocando y presionando con los dos pies los estribos del molde. Por ningún motivo debe moverse los pies durante el llenado del molde. Utilizamos una base construida de un material liso y no absorbente, varilla de 24" de largo por 1 /4" de diámetro que deberá tener uno o ambos extremos redondeados semiesféricamente.

El molde en forma de cono truncado se llena con la mezcla en 3 capas de la misma altura, compactando con 25 golpes de varilla por vez, acto seguido se levanta el molde y se mide cuanto ha descendido la mezcla en el punto central. El valor obtenido, es la medida de la consistencia de la mezcla. Se la denomina también asentamiento, puede variar entre 3" y 4", según sea el tipo de estructura y los procedimientos de encofrado, colocación y compactación.

Para el concreto experimental con adición de 5% y 10% de fibra de agave se empleó la relación A/C de 0.66 y 0.67 respectivamente para mejorar la trabajabilidad al momento de elaborar las probetas.

El ensayo de tracción por compresión diametral simple compresión según NTP 339.084:2012 equivalente a ASTM C496/C496M – 11 de los especímenes cilíndricos de concreto a edades de 7, 14 y 28 días se hicieron en el laboratorio de materiales de la Universidad San Pedro SAD Huaraz.

Se utilizaron los datos para poder representarlos en tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y prueba de hipótesis ANOVA.

III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en diversos laboratorios, se muestran a continuación:

Resultados de la selección de fibra de agave

Se seleccionó pencas de mayor espesor porque presentan mayor cantidad de fibras, también presentan mayor resistencia tanto en estado húmedo y seco, en total se acumuló un total de 100 pencas de agave el cual arrojó un total de 3kg de fibra en estado seco procesado de forma manual empleando herramientas al alcance y bajo costo como son: barrote de 60cm, tabla de 0.25 x 1.2 x 0.03, peine metálico, mazo de madera, lima, cuchillo, tina mediana. Para la extracción se empleó mascarillas, lentes, guantes. Para la muestra de fibra a ser analizado se escogió al azar un promedio de 100 fibras de longitud 1.20m con un peso aproximado de 100gr. en estado natural.

Localización en Ancash

La fibra de agave se puede obtener durante todo el año del barrio de Shancayan distrito de Independencia – Huaraz, situada al norte de la ciudad de Huaraz, entre las coordenadas: Este 222610.52 - Norte 8947636.82 a 3104 msnm, Ancash, Perú. Además de los diferentes sectores del barrio.

Resultados de Características de la fibra de agave:

En el siguiente cuadro de muestran los resultados de las determinaciones de la caracterización de las propiedades físicas y mecánicas de las fibras de agave.

Resistencia a la última tensión (RUT)

Tabla 9:

Comparación de la resistencia a la última tensión de la fibra de agave

Probetas	Densidad lineal (tex)	Fuerza máxima de tracción (cN)	Tenacidad de ruptura (cN/tex)	NORMA TÉCNICA DE REFERENCIA
1	44.8	677	15.11	ASTM D 3822
2	18.75	507	27.04	
3	39.15	515	13.15	
Promedio	34.23	566.33	18.44	

Fuente: Interpretación del laboratorio LABICER – Facultad de Ciencias – UNI

El resultado de la RUT muestra de 3 probetas ensayadas de la cual se promedia y se conoce que la Densidad Lineal es 34.23tex, La fuerza máxima de tracción es 566.33cN, Tenacidad de ruptura 18.44 cN/tex. Lo ensayos están reglamentados según ASTM D 3822. Propiedades de Tracción de Fibras Textiles Simples. Datos obtenidos mediante la Máquina de tracción universal ZWICK ROELL Z010.

Módulo de elasticidad (ME)

Tabla 10:

Comparación del módulo de elasticidad de la fibra de agave

Probetas	Módulo de elasticidad (N/mm)	NORMA TÉCNICA DE REFERENCIA
1	132.5	ASTM D 3822
2	125.0	
3	105.0	
Promedio	120.83	

Fuente: Interpretación del laboratorio LABICER – Facultad de Ciencias – UNI

La tabla 10 muestra el ensayo de 3 muestras de fibra también se promedia y se conoce que el módulo de elasticidad igual a 120.83 N/mm. reglamentados según ASTM D 3822. Datos obtenidos mediante la Máquina de tracción universal ZWICK ROELL Z010.

Deformación Unitaria (DU)

Tabla 11:

Comparación de la deformación unitaria de la fibra de agave

Probetas	Deformación unitaria, %	NORMA TÉCNICA DE REFERENCIA
1	18.9	ASTM D 3822
2	20.3	
3	27.7	
Promedio	22.3	

Fuente: Interpretación del laboratorio LABICER – Facultad de Ciencias – UNI

La tabla 11 muestra el ensayo de 3 probetas también se promedia y se conoce que la deformación unitaria es 22.3% según ASTM D 3822. Datos obtenidos mediante la Máquina de tracción universal ZWICK ROELL Z010.

Dimensionado

Tabla 12:

Comparación de las dimensiones de la fibra de agave

Probetas	Longitud (cm)	Diámetro aparente (mm)	EQUIPO UTILIZADO
1	95.5	0.06	Vernier y regla calibrada
2	105	0.06	
3	109	0.05	
Promedio	103.17	0.057	

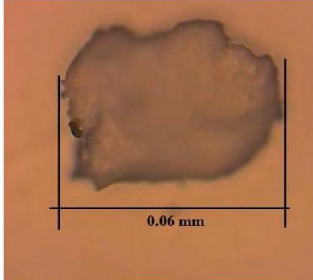
Fuente: Interpretación del laboratorio LABICER – Facultad de Ciencias – UNI

La tabla 12 muestra el ensayo de 3 probetas también se promedia y se conoce que las dimensiones de las 3 fibras son variables y el promedio es 103.17cm. Datos obtenidos mediante el Vernier y regla calibrada.

Identificación de la forma de la sección transversal

Tabla 13:

Identificación de la forma de la sección transversal de la fibra de agave

Muestra	Forma de la sección transversal	Área de la sección transversal (mm ²)	Micrografía
Fibra de agave	Irregular Ovalada	0.003	

Fuente: Interpretación del laboratorio LABICER – Facultad de Ciencias – UNI

La tabla 13 muestra la forma de la sección transversal de la fibra de agave de forma irregular ovalada con un área de sección transversal de 0.003mm². Datos obtenidos mediante el Microscopio trinocular de reflexión. Marca: ZEISS. Modelo: Axioscope A1.

Observación

Se observó que las dimensiones de las fibras son irregulares, de las cuales se escogieron en forma aleatoria para realizar los ensayos, obteniendo los resultados como promedio.

Propiedades de los materiales:

Los ensayos realizados a los agregados fino y grueso, son:

Contenido de humedad

El presente modo operativo establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de agregado fino y grueso.

El contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de agregado fino y grueso.

Tabla 14:

Ensayo de contenido de humedad de agregado fino.

AGREGADO GRUESO		
Recipiente N°	N° 21	N° 45
1. Peso Recipiente + Agregado Húmedo	1258.40	1165.30
2. Peso Recipiente + Agregado Seco	1251.50	1159.00
3. Peso Recipiente (gr)	167.70	172.70
4. Peso del agua (1) - (2)	6.90	6.30
5. Peso Suelo Seco (2) - (3)	1083.80	986.30
6. Humedad (4/5) x 100%	0.64	0.64
HUMEDAD PROMEDIO	0.6	

Tabla 15:

Ensayo de contenido de humedad de agregado grueso.

AGREGADO FINO		
Recipiente N°	N° 20	N° 25
1. Peso Recipiente + Agregado Húmedo	851.30	896.10
2. Peso Recipiente + Agregado Seco	837.00	862.00
3. Peso Recipiente (gr)	165.60	165.50
4. Peso del agua (1) - (2)	14.30	34.10
5. Peso Suelo Seco (2) - (3)	671.40	696.50
6. Humedad (4/5) x 100%	2.13	4.90
HUMEDAD PROMEDIO	3.5	

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Huaraz

Análisis granulométrico de agregado fino

Los agregados finos comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 5 mm. Los agregados finos deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: Deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos,

recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento.

Los resultados del análisis de contenido de humedad según ASTM D2216-71 se obtuvo la humedad promedio 0.6% para el agregado grueso y 3.5% el agregado fino.

Análisis granulométrico del agregado fino

Tabla 16:

Ensayo de análisis granulométrico de arena

Peso seco inicial:		2644.50 gr			
Peso seco lavado:		2576.30 gr			
Peso perdido por lavado:		68.20 gr			
AGREGADO FINO					
N°	TAMIZ ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0	0	0	
2 1/2"	62.500	0	0	0	
2"	50.000	0	0	0	
1 1/2"	38.100	0	0	0	
1"	25.000	0	0	0	
3/4"	19.000	0	0	0	
1/2"	12.500	0	0	0	
3/8"	9.500	0	0	0	
N° 4	4.750	158.90	6.01	6.01	93.99
N°8	2.360	334.20	12.64	18.65	81.35
N° 16	1.180	326.10	12.33	30.98	69.02
N° 30	0.600	524.50	19.83	50.81	49.19
N° 50	0.300	617.30	23.34	74.15	25.85
N° 100	0.150	465.70	17.61	91.76	8.24
N° 200	0.075	149.60	5.66	97.42	2.58
PLATO		68.20	2.58	100.00	0.00
TOTAL		2576.30 gr	100		
Módulo de finura					2.72

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Huaraz

De la tabla 16 del Análisis granulométrico del agregado fino se obtuvo un módulo de finura igual 2.72, tamaño máximo nominal n° 4, por el proceso de lavado hubo una diferencia de 68.20gr del peso inicial seco. El agregado se encuentra dentro del límite permisible.

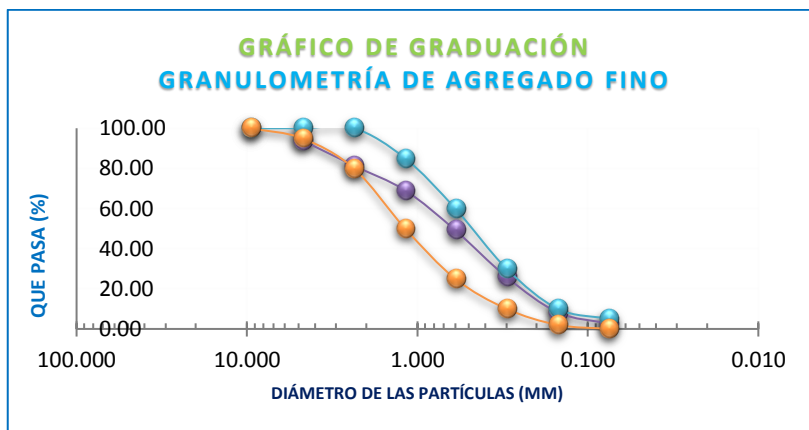


Figura 13: Curva granulométrica del agregado fino

Análisis granulométrico de agregado grueso:

Tabla 17:

Ensayo de análisis granulométrico de grava

PESO SECO INICIAL:	12424.30 gr
PESO SECO LAVADO:	12424.30 gr
PESO PERDIDO POR LAVADO:	0.00 gr

AGREGADO GRUESO

N°	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
	ABERTURA (mm)				
2"	50.000	0	0	0	100
1"	25.000	0	0	0	100
3/4"	19.000	4625.30	37.228	37.228	62.772
1/2"	12.500	4672.40	37.607	74.835	25.165
3/8"	9.500	1298.00	10.447	85.282	14.718
N° 4	4.750	1426.30	11.480	96.762	3.238
PLATO		402.30	3.238	100.000	0.000
TOTAL		12424.30 gr	100		

Módulo de finura 7.19

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Huaraz

De la tabla 17 del Análisis granulométrico del agregado grueso se obtuvo un módulo de finura igual 7.19, tamaño máximo nominal 3/4", el agregado se encuentra dentro del límite permisible.

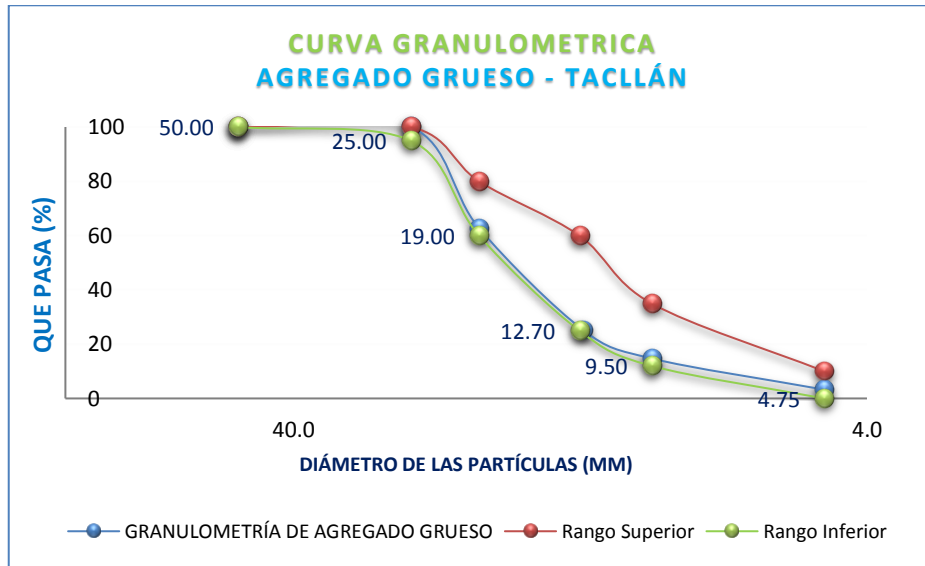


Figura 14: Curva granulométrica del agregado grueso

Peso específico y absorción de los agregados

Tabla 18:

Ensayo del Peso específico y absorción de agregado grueso.

AGREGADO GRUESO

IDENTIFICACIÓN	N° 17	N° 24	N° 36
A. Peso Material Saturado Superficialmente seca (en Aire) (gr)	1006.80	941.50	1049.80
B. Peso Material Saturado Superficialmente seca (en Agua) (gr)	624.50	584.00	649.50
C. Volumen de Masas / Volumen de vacíos = A - B	382.30	357.50	400.30
D. Peso Material Seco en Estufa (105° C)	1003.50	936.50	1047.00
E. Volumen de Masa = C - (A - D)	379.00	352.50	397.50
Pe Bulk (Base Seca) = D / C	2.62	2.62	2.62
Pe Bulk (Base Saturada) = A / C	2.63	2.63	2.62
Pe Aparente (Base Seca) = D / E	2.65	2.66	2.63
% de Absorción = ((A - D) / D) x 100	0.33	0.53	0.27
% Pe Bulk (Base Saturada)		2.63	
% de Absorción		0.38	

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Huaraz

De la tabla 18 del Ensayo del Peso específico y absorción de agregado grueso se obtuvo un porcentaje de peso específico (base saturadas) 2.63% y un porcentaje de absorción igual a 0.38%.

Tabla 19:

Ensayo del Peso específico y absorción de agregado grueso

IDENTIFICACIÓN	N° 23
A. Peso Material Saturado Superficialmente seca (en Aire) (gr)	300.00
B. Peso Frasco	665.80
C. Peso Frasco + H ₂ O = A + B	965.80
D. Peso del Material + H ₂ O en el Frasco	858.50
E. Volumen de Masa + Volumen de Vacío = C -D	107.30
F. Peso del Material Seco en Estufa (105° C)	292.30
G. Volumen de Masa = E - (A - F)	99.60
Pe Bulk (Base Seca) = F / E	2.724
Pe Bulk (Base Saturada) = A / E	2.796
Pe Aparente (Base Seca) = F / G	2.935
% de Absorción = ((A - F) / F) x 100)	2.634
% Pe Bulk (Base Saturada)	2.80
% de Absorción	2.63

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Huaraz

De la tabla 19 del Ensayo del Peso específico y absorción de agregado fino se obtuvo un peso específico (base saturadas) 2.68% y un porcentaje de absorción igual a 2.38%.

Peso Unitario

Tabla 20:

Ensayo de peso unitario suelto y compactado de agregado grueso.

TIPO DE PESO UNITARIO	AGREGADO GRUESO					
	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
Muestra N°	1	2	3	1	2	3
Peso Material + Molde (Kg)	19.203	19.195	19.105	20.017	20.025	20.012
Peso del Molde (Kg)	5.310	5.310	5.310	5.310	5.310	5.310
Peso del Material (Kg)	13.893	13.885	13.795	14.707	14.715	14.702
Volumen del Molde (m ³)	9.341	9.341	9.341	9.341	9.341	9.341
Peso Unitario (kg/m ³)	1.487	1.486	1.477	1.574	1.575	1.574
Peso Unitario Promedio	1.48			1.57		

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Huaraz

De la tabla 20 se obtuvo un peso unitario suelto igual a 1480 kg/m³ y compactado 1574.6 kg/m³ grueso.

Tabla 21:

Ensayo peso unitario suelto y compactado de agregado fino.

TIPO DE PESO UNITARIO	AGREGADO FINO					
	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
Muestra N°	1	2	3	1	2	3
Peso Material + Molde (Kg)	7.590	7.605	7.615	8.060	8.041	8.055
Peso del Molde (Kg)	3.426	3.426	3.426	3.426	3.426	3.426
Peso del Material (Kg)	4.164	4.179	4.189	4.634	4.615	4.629
Volumen del Molde (m ³)	2.776	2.776	2.776	2.776	2.776	2.776
Peso Unitario (kg/m ³)	1.500	1.505	1.509	1.669	1.662	1.668
Peso Unitario Promedio	1.50			1.67		

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Huaraz

De la tabla 21 se obtuvo un peso unitario suelto igual a 1505 kg/m³ y compactado 1483.5 kg/m³ grueso

Datos finales obtenidos:

Tabla 22:

Datos obtenidos de los ensayos en el laboratorio de los agregados fino y grueso

AGREGADOS:	FINO	GRUESO
Perfil:		Angular
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1505.0	1483.5
Peso unitario compactado (Kg/m ³)	1666.0	1574.6
Peso específico (Kg/m ³)	2796.0	2633.5
Módulo de fineza	2.72	7.94
TMN		3/4"
% Absorción	2.63%	0.38%
% Humedad	3.50%	0.60%

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Huaraz

Los resultados del análisis granulométrico del agregado fino para el diseño de mezclas de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ del laboratorio se muestran en los Anexos adjuntos.

Diseño de mezcla

Piedra chancada y agregado fino $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

El método utilizado para el diseño de mezclas de concreto es el ACI 211, la piedra chancada se obtuvo por trituración artificial de rocas de la cantera de Tacllan procesado por la chancadora “Rolan” para el diseño de mezcla correspondiente.

Como se trata de un concreto natural, según especificación de la Norma Técnica Peruana; el resultado obtenido de acuerdo a los datos técnicos en cantidad de materiales por metro cubico de concreto y las proporciones corresponden a un concreto normal utilizado en la actualidad.

Datos obtenidos en los ensayos anteriores:

- Contenido de humedad
- Análisis granulométrico de agregado fino
- Análisis granulométrico de agregado grueso
- Gravedad específica y absorción
- Peso unitario

Datos:

Tabla 23:

Valores de diseño de materiales para la mezcla de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Cemento:	Tipo I	
Peso	42.5	Kg
Resistencia:	210	Kg/cm ²
Peso específico del cemento:	3.15	Gr/cm ³
Slump:	3-4.	"
Peso específico del agua:	1000	Kg/m ³

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales y concreto de la USP- Huaraz

De la tabla 23 se puede apreciar que el tipo de cemento a usar es portland I marca Sol de 42.5kg, con peso específico de 3.15 gr/cm³. El Slump está en el rango de 3 a 4”.

Datos de los materiales ensayados

Tabla 24:

Datos obtenidos de los ensayos de los agregados

AGREGADOS:	FINO	GRUESO
Perfil:		Angular
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1505.0	1483.5
Peso unitario compactado (Kg/m ³)	1666.0	1574.6
Peso específico (Kg/m ³)	2796.0	2633.5
Módulo de fineza	2.72	7.94
TMN		3/4"
% Absorción	2.63%	0.38%
% Humedad	3.50%	0.60%

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Huaraz

Los datos obtenidos de la tabla 24, los agregados son adecuados para realizar el cálculo del diseño de mezcla para obtener un concreto de $f'c=210$ kg/cm². Para comparar con el diseño según la norma técnica peruana de la parte teórica.

Cálculo del CONTENIDO DEL AIRE:

Tamaño Máximo Nominal (TMN): Agregado Grueso 1.90 cm

De la tabla 22:

Entonces Aire atrapado: 2 %

El contenido de aire está establecido según el tamaño máximo nominal igual 3/4".

Tabla 25:

Contenido de aire atrapado

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Aire Atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2 "	1
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Cálculo del CONTENIDO DE AGUA:

Tamaño Máximo Nominal (TMN): Agregado Grueso 1.90 cm

De la tabla 26:

Sabemos que el Slump, es: 3-4.

El T.M.N del agregado grueso, es: 1.90 cm

Entonces Contenido de agua es:

a = 205 Lt.

El contenido de agua se realiza mediante la intersección del asentamiento por tamaño máximo nominal.

Tabla 26:

Volumen unitario de agua

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Agua en L/m ³ , para los tamaños Máximos Nominales de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Cálculo de la RELACIÓN AGUA CEMENTO: por resistencia F'cr

Sabemos que el F'cr, es:

$$F'cr = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, calculamos interpolando los datos según la resistencia obtenida:

De la tabla 27:

200	0.7
210	x
250	0.62

$$\text{Entonces } a/c = 0.68$$

Según la NTP la relación agua cemento para un concreto de F'c=210 kg/cm², es 0.68.

Tabla 27:

Relación agua cemento por resistencia

Relación agua / cemento en peso		
F'c Kg/cm ²	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	207
200	0.7	208
250	0.62	209
300	0.55	210
350	0.48	211
400	0.43	212
450	0.38	213

Cálculo de CONTENIDO DE CEMENTO:

Sabemos que:

$$a/c = 0.68$$

$$a = 205 \text{ Lt.}$$

Reemplazando:

$$\frac{205}{c} \text{ Entonces:}$$

$$c = 299.71 \text{ kg}$$

FACTOR CEMENTO: $\therefore C / \text{Peso cemento}$

Entonces:

$$\text{FACTOR C} = 7.05 \text{ bls}$$

Cálculo del PESO DEL AGREGADO GRUESO:

$$\text{Peso del agregado grueso} = \left(\frac{b}{b_o} \right) \times \text{Peso U.S.C}$$

Donde:

- b: Módulo de fineza del agregado fino
- bo: Tamaño Máximo Nominal de agregado fino
- u.s.c: Peso unitario seco compactado del agregado grueso

De la tabla 28

Sabemos que el módulo de fineza de A.f., es: **2.72**

El tamaño Máximo Nominal del agregado grueso, es: **3/4"**

$$\left(\frac{b}{b_o} \right) \quad \mathbf{0.63}$$

P. A.G = Entonces:

$$P. A. G = 988.85 \text{ kg}$$

2.6	0.64
2.72	x
2.8	0.62

Interpolando: Entonces b/bo 0.63

Tabla 28:

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

**PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD
DE VOLUMEN DEL CONCRETO**

Volumen de agregado grueso seco y compactado por unidad
de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza
del fino (b/bo)

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.50	0.48	0.48	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Cálculo del VOLUMEN ABSOLUTO:

Concreto total:	1.00 m3	Peso específico del agua:	1000
$\text{Cemento}_{(VA)} = \frac{c}{(\text{pe.cemento}) \text{gr} / \text{cm}^3 \times \text{pe.agua}}$		Cemento:	0.10 m3
$\text{Agua}_{(VA)} = \frac{a}{\text{pe.agua}}$		Agua:	0.21 m3
$\text{Aire}_{(VA)} = \frac{\text{aire atrapado}}{100}$		Aire:	0.02 m3
$\text{A.Gruoso}_{(VA)} = \frac{\text{P.A.G}}{\text{pe.A.G}}$	<i>r igual a 1m3 de concreto</i>	A. Gruoso	0.38 m3
<i>La suma de toda</i> $\sum (\text{cem} + \text{agua} + \text{aire} + \text{A.grueso})_{VA}$			0.70 m3
		A. Fino	0.30 m3
TOTAL DE CONCRETO =			1.00 m3

Para el diseño de mezcla se evalúa para un volumen de concreto igual a 1m3, peso específico de agua igual a 1000.

Cálculo del PESO DEL AGREGADO FINO:

$$= (\text{A.Fino})_{V,A} \times \text{pe.A.F}$$

A. Fino	851.01 kg
---------	-----------

Representación del DISEÑO EN ESTADO SECO

Tabla 29:

Diseño en estado seco

Cemento	210.00	Kg
A. Fino	851.01	Kg
A. Gruoso	988.85	Kg
Agua	205.00	Kg

Fuente: Elaboración propia

Agrupación de los datos calculados con anterioridad.

Cálculo por CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS:

$$= P.\text{seco} \times \left(\frac{\%w}{100} + 1 \right)$$

A. Fino corregido:	880.79 Kg
--------------------	------------------

$$= P.\text{seco} \times \left(\frac{\%w}{100} + 1 \right)$$

A. Gruoso corregido:	994.78 Kg
----------------------	------------------

Cálculo por APORTE DE AGUA A LA MEZCLA:

$$= \frac{(\%w - \%abs) \times P.seco_{\text{corregido}}}{100} \quad \text{A. Fino: } \boxed{7.66} \text{ Lt}$$

$$= \frac{(\%w - \%abs) \times P.seco_{\text{corregido}}}{100} \quad \text{A. Grueso: } \boxed{2.19} \text{ Lt}$$

$$\text{TOTAL: } \boxed{9.85} \text{ Lt}$$

Cálculo de AGUA EFECTIVA:

Tabla 30:

Cálculo de agua efectiva

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
C:	299.71	299.71 kg	880.79 kg	994.78 kg
				195.15 lt.

Fuente: Elaboración propia

Proporcionamiento dividiendo por el peso del cemento

Tabla 31:

Proporcionamiento de los materiales

1.00 Kg	2.94 Kg	3.32 Kg	27.67 Lt.
$= \frac{c}{c}$	$= \frac{(A.F)_{CH}}{c}$	$= \frac{(A.G)_{CH}}{c}$	$= a - (a)_{AM}$

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de cantidad de material por tanda:

Tabla 32:

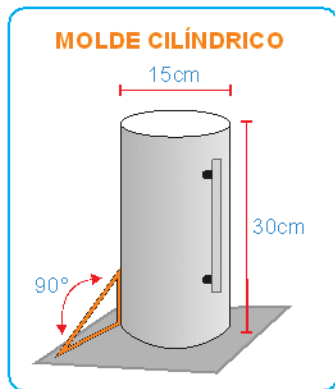
Cantidad de material por tanda

Cemento	42.50	Kg/bls
A. Fino	124.90	Kg/bls
A. Grueso	141.06	Kg/bls
Agua de diseño	27.67	Lt/bls

Fuente: Elaboración propia

Para calcular la cantidad de material por tanda se multiplica por el peso del cemento que es 42.5kg.

Cálculo de PROPORCIÓN POR PROBETA:



VOLUMEN DEL TESTIGO	
d =	<input type="text" value="0.15"/> m
h =	<input type="text" value="0.3"/> m
$V = \pi r^2 h$	
V =	<input type="text" value="0.0053"/> m ³

Cálculo de cantidad de material para una probeta

Tabla 33:

Cantidad de material para una probeta

DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL (Kg)
Cemento	1.91 Kg
Arena	5.60 Kg
Grava	6.33 Kg
Agua	1.24 Kg

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla experimental

En la investigación se adicionó 5% y 10% de fibra de agave por el peso del cemento. Por ello en el acápite “Cantidad de material por probeta” se procedió a multiplicar de acuerdo a la cantidad de muestra a usar, son 9 patrones, 9 experimentales con adición de 5% y 9 con 10% de fibra de agave.

Tabla 34: Cantidad de cemento para una probeta de concreto patrón.

DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL (Kg)
Cemento	1.91 Kg

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales y concreto de la USP- Huaraz

Tabla 35:

Adición 5% de fibra de agave en la mezcla de concreto por probeta

DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL (Kg)
Cemento	1.91 Kg
Fibra de agave 5%	0.095 Kg

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales y concreto de la USP- Huaraz

Para el concreto experimental de adición de 5% se agregó 0.095kg de fibra de agave por probeta.

Tabla 36:*Adición 10% de fibra de agave en la mezcla de concreto por probeta*

DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL (Kg)
Cemento	1.91 Kg
Fibra de agave 10%	0.191 Kg

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales y concreto de la USP- Huaraz

Para el concreto experimental de adición de 10% se agregará un total de 0.191kg de fibra de agave por probeta.

Cálculo de material por muestras y días de curado:

Se elaboró 27 probetas 9 patrones y 18 experimentales, el cual se procedió a calcular la cantidad de material a emplear en el diseño de mezcla.

Tabla 37:*Proporción de materiales para 9 probetas patrón*

CANTIDAD DE MATERIAL - 9 PROBETAS		
DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL (Kg)	TOTAL:
Cemento	1.91 Kg	17.16 Kg
Arena	5.60 Kg	50.43 Kg
Grava	6.33 Kg	56.96 Kg
Agua	1.24 Kg	11.17 Kg

Fuente: Elaboración propia**Tabla 38:***Proporción de materiales por 9 probetas experimental de 5%.*

CANTIDAD DE MATERIAL - 9 PROBETAS		
DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL (Kg)	TOTAL:
Cemento	1.91 Kg	17.16 Kg
Arena	5.60 Kg	50.43 Kg
Grava	6.33 Kg	56.96 Kg
Agua	1.24 Kg	11.17 Kg
Fibra de agave 5%	0.095 Kg	0.86 Kg

Fuente: Elaboración propia**Tabla 39:***Proporción de materiales por 9 probetas experimental de 10%.*

CANTIDAD DE MATERIAL - 9 PROBETAS		
DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL (Kg)	TOTAL:
Cemento	1.91 Kg	17.16 Kg
Arena	5.60 Kg	50.43 Kg
Grava	6.33 Kg	56.96 Kg
Agua	1.24 Kg	11.17 Kg
Fibra De Agave 10%	0.191 Kg	1.72 Kg

Fuente: Elaboración propia

TOTAL DE FIBRA DE AGAVE:

2.57 Kg

La cantidad de fibra usada fue 2.57 kilogramos para la mezcla de concreto experimental.

Tabla 40:

Proporción de material para 27 probetas.

DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL (Kg)	TOTAL:
CEMENTO	1.91 Kg	51.48 Kg
ARENA	5.60 Kg	151.29 Kg
GRAVA	6.33 Kg	170.87 Kg
AGUA	1.24 Kg	33.52 Kg
FIBRA DE AGAVE	0.191 Kg , 0.095 Kg	2.57 Kg

Fuente: Elaboración propia

Relación agua cemento:

Una relación agua/cemento baja, conduce a un hormigón de mayor resistencia que una relación agua/cemento alto. Pero entre más alta esta relación, el hormigón se vuelve más trabajable. La menor relación a/c para obtener una hidratación completa del cemento se considera igual a 0,42.

Tabla 41:

Relación agua cemento de concreto patrón vs experimental

DISEÑO F'C= 210 Kg/cm ²	Agua (Lt)	Adición de Agua por ensayo (Lt)	Agua Efectiva (Lt)	Cemento (Kg)	Relación a/c	Slump (cm)	Slump (")
Concreto Patrón	11.17	0.00	11.17	17.16	0.65	9.10	3.6
Concreto Exp 5%	11.17	0.15	11.32	17.16	0.66	8.30	3.3
Concreto Exp 10%	11.17	0.40	11.57	17.16	0.67	8.10	3.2

Fuente: Elaboración propia

Es necesario mencionar que se llevó diferentes diseños de mezcla de concreto para cada relación a/c para cada uno de ellos (0.65, 0.66, 0.67).

Se empleó para el diseño de mezclas el método del ACI – 211.1, además se tuvo en consideración lo establecido en la NTE 060.

Empleado para la compresión el neopreno.

$$\sigma = F/A \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Para obtener mejor trabajabilidad de concreto fresco y elaborar las probetas experimentales se trabajó en la práctica adicionando agua en porcentajes que se tomó

nota para calcular la nueva relación a/c teniendo como resultado que la mezcla de concreto con adición de 5% de fibra de agave la relación a/c es 0.66 y para la adición de 10% es 0.67.

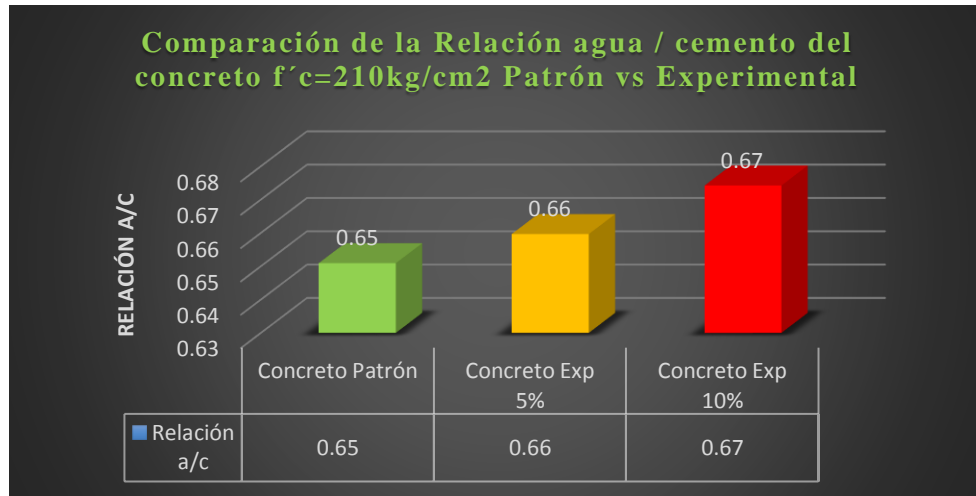


Figura 15: Comparación de la Relación agua / cemento del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Patrón vs Experimental.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 15 se resume la adición de agua a la mezcla de concreto experimental obteniéndose resultados de incremento de agua cuando se adiciona mayor porcentaje de fibra de agave.

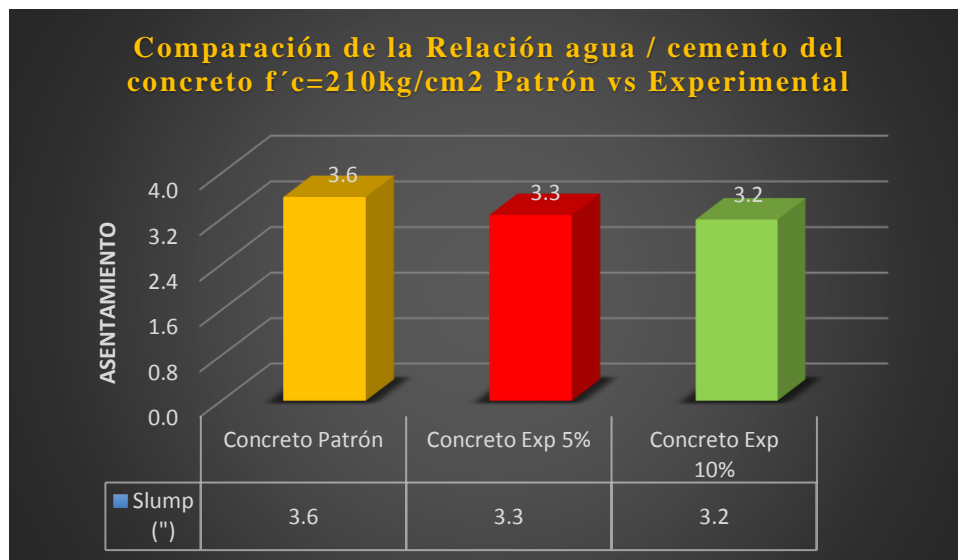


Figura 16: Comparación del asentamiento de la mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Patrón vs Experimental

Fuente: Elaboración propia cemento

En figura 16 se observa la comparación del asentamiento de la mezcla de concreto patrón de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y experimental con adición de 5% y 1% de fibra de agave ensayo realizado con el cono de Abrams.

Tabla 42:

Resumen de la resistencia promedio entre la relación a/c

Días de curado y Rotura	Relación (a/c) - 0.65		Relación (a/c) - 0.66		Relación (a/c) - 0.67	
	Esfuerzo Promedio	% Resist.	Esfuerzo Promedio	% Resist.	Esfuerzo Promedio	% Resist.
0	0	0	0	0	0	0
7	22.66	10.79	17.79	8.47	10.66	5.08
14	30.12	14.34	33.16	15.79	21.91	10.43
28	32.93	15.68	35.82	17.06	22.79	10.85

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 42 se observa que el mejor comportamiento de la relación a/c se obtuvo a los 14 y 28 días de curado siendo el concreto experimental de 5% de fibra de agave con una relación a/c igual a 0.66 superó al concreto patrón con un 8.8% y 10% respecto a la resistencia a la tracción por compresión diametral simple según NTP 339.084:2012 equivalente a ASTM C496/C496M – 11 de los especímenes cilíndricos de concreto a edades de 7, 14 y 28 días

Promedio de porcentaje de resistencia según su relación a/c = 0.65

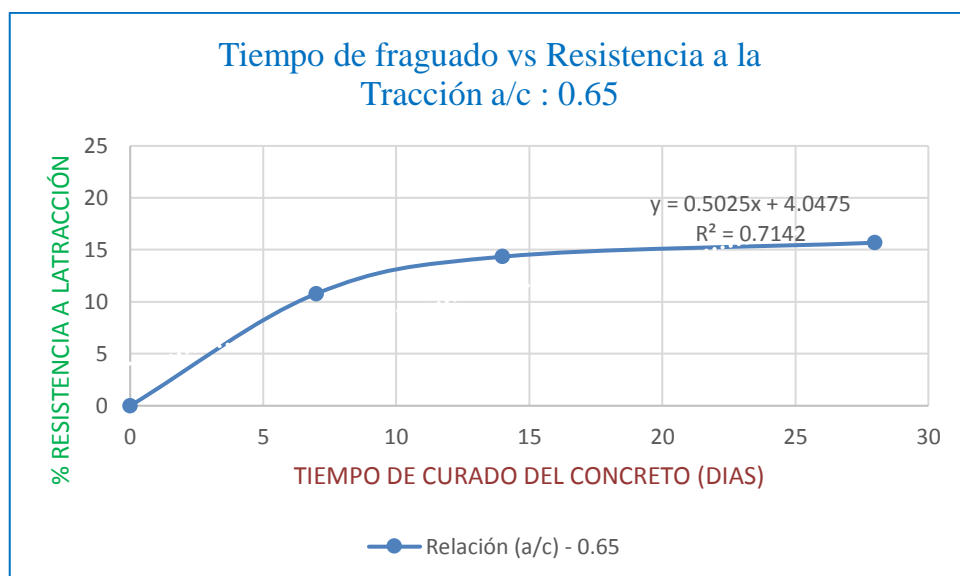


Figura 17: Promedio de porcentaje de resistencia según su relación a/c = 0.65

Fuente: Elaboración propia

Promedio de porcentaje de resistencia según su relación a/c = 0.66

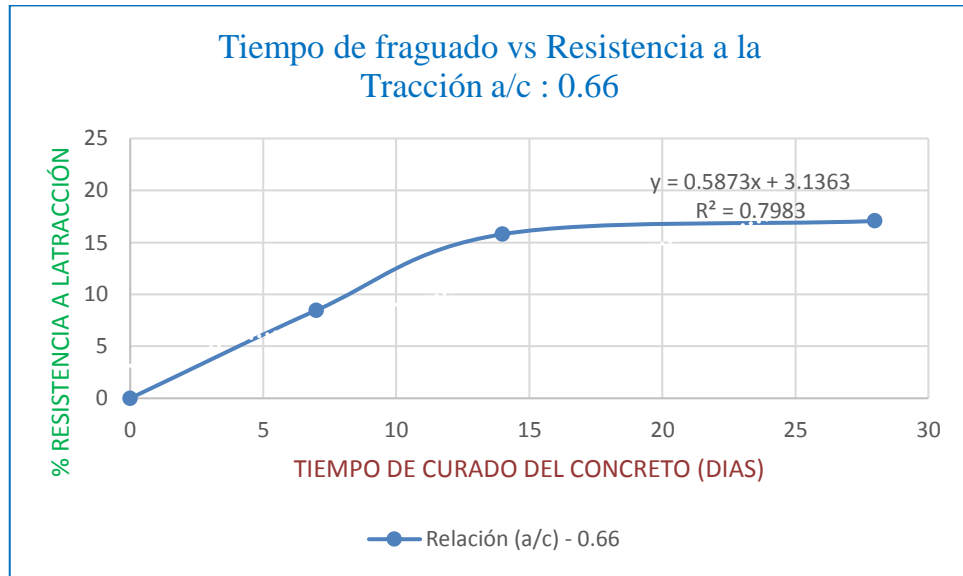


Figura 18: Promedio de porcentaje de resistencia según su relación a/c = 0.66

Fuente: Elaboración propia

Promedio de porcentaje de resistencia según su relación a/c = 0.67

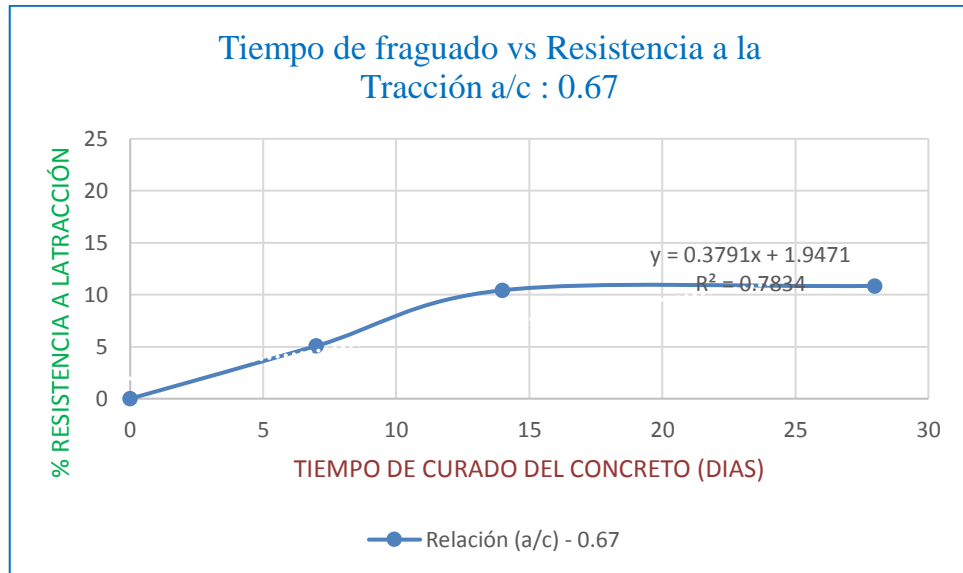


Figura 19: Promedio de porcentaje de resistencia según su relación a/c = 0.67

Fuente: Elaboración propia

Promedio de porcentaje de resistencia según su relación a/c entre el tiempo de fraguado vs la resistencia a la tracción.

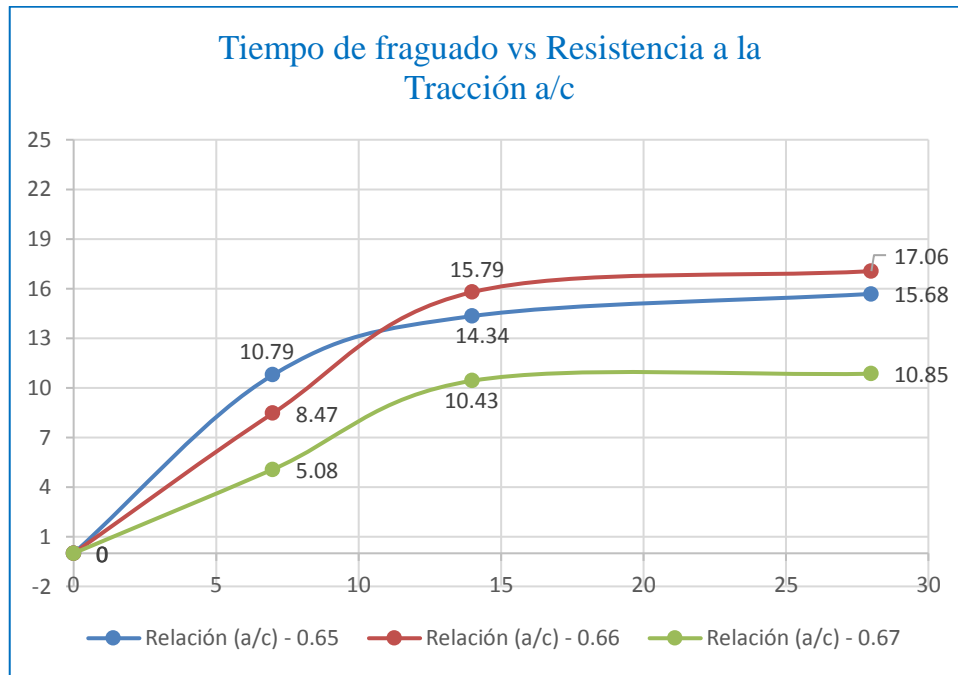


Figura 20: Comparación del porcentaje de resistencia a la tracción según su relación a/c

Fuente: Elaboración propia

Determinación de la resistencia a la tracción por compresión diametral con cemento portland (sol) tipo I

La resistencia a la tracción por compresión diametral de los cilindros se determina de acuerdo con la norma ASTM C 496 que consiste en aplicar una fuerza de compresión diametral a toda la longitud de un espécimen cilíndrico de concreto, a una velocidad prescrita, hasta que ocurra la falla.

Según la norma N.T.P. 339.084 la máxima carga soportada por el espécimen antes de la falla es dividida por un factor geométrico apropiado, para obtener la resistencia a la tracción por compresión diametral, expresado en kg/cm².

A continuación, se expone la siguiente fórmula para calcular la resistencia a la tracción por compresión diametral como así también se muestra los cuadros de resistencia correspondientes obtenidos en laboratorio

$$T = 2P / \pi L d$$

Donde:

C : Es la carga registrada, en kN.

P : Es la carga máxima de rotura, en Kg.

d : Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en cm.

L : Longitud, en cm.

T : Esfuerzo de tracción indirecta, en Kg/cm².

A continuación, mostraremos los ensayos realizados para cada tipo de probeta y para cada relación de agua cemento.

Informe

Registrar la siguiente información:

- Número de identificación.
- Diámetro y longitud, m.
- Carga máxima kN .
- Resistencia a la tracción por indirecta, con una precisión de 0.05Mpa.
- Proporción estimada del agregado grueso fracturado durante el ensayo.
- Edad del espécimen.
- Historia del curado.
- Defectos del espécimen.
- Tipo de fractura.
- Tipo de espécimen.

Para este ensayo se prepararon 27 probetas para ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días. Todas estas probetas se repitieron para el concreto patrón y de alta densidad para las relaciones a/c = 0.65, 0.66 y 0.67.

Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral

Cemento Pórtland Tipo I (Sol)

Probeta normalizada: 15cm x 30cm

Relación a/c: 0.65

Muestra: Patrón

Tabla 43:

Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto patrón

DISEÑO	EIDADES/ DÍAS	N°	PROBETA	ALTURA (cm)		DIÁMETRO (cm)		CARGA MAX. (Kgf)		ESFUERZO (Kg/cm2)		TIPO DE FALLA
				cm	Prom	cm	Prom	cm	Prom	Kg/cm2	Prom	
I: 0.0% FIBRA DE AGAVE	7	1	3	30.54	30.42	15.27	15.36	18460.00	16624.67	25.20	22.66	Diametral
		2		30.29		15.36		16214.00		22.19		
		3		30.43		15.45		15200.00		20.58		
	14	1	3	30.35	30.49	15.4	15.40	22820.00	22213.33	31.08	30.12	Diametral
		2		30.75		15.52		22240.00		29.67		
		3		30.37		15.28		21580.00		29.60		
	28	1	3	30.61	30.46	15.5	15.51	24108.00	24436.00	32.35	32.93	Diametral
		2		30.47		15.44		23850.00		32.27		
		3		30.29		15.59		25350.00		34.18		

Fuente: Elaboración propia

Probeta normalizada: 15cm x 30cm

Relación a/c: 0.66

Muestra: Experimental 5%

NTP 339.084:2012 equivalente a ASTM C496/C496M – 11

Tabla 44:

Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto experimental 5%

DISEÑO	EIDADES/ DÍAS	N°	PROBETA	ALTURA (cm)		DIÁMETRO (cm)		CARGA MAX. (Kgf)		ESFUERZO (Kg/cm2)		TIPO DE FALLA
				cm	Prom	cm	Prom	cm	Prom	Kg/cm2	Prom	
I: 5.0 % FIBRA DE AGAVE	7	1	3	30.54	30.42	15.27	15.36	12580.00	13058.67	17.17	17.79	Diametral
		2		30.29		15.36		13700.00		18.75		
		3		30.43		15.45		12896.00		17.46		
	14	1	3	30.35	30.49	15.4	15.40	23578.00	24463.33	32.11	33.16	Diametral
		2		30.75		15.52		25427.00		33.92		
		3		30.37		15.28		24385.00		33.45		
	28	1	3	30.05	30.15	15.03	15.12	25730.00	25645.00	36.27	35.82	Diametral
		2		30.27		15.13		26025.00		36.18		
		3		30.12		15.2		25180.00		35.01		

Fuente: Elaboración propia

Probeta normalizada: 15cm x 30cm
 Relación a/c: 0.67
 Muestra: Experimental 10%
 NTP 339.084:2012 equivalente a ASTM C496/C496M – 11

Tabla 45: Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto experimental 10%

DISEÑO	EIDADES/ DÍAS	N°	PROBETA	ALTURA (cm)		DIÁMETRO (cm)		CARGA MAX. (Kgf)		ESFUERZO (Kg/cm2)		TIPO DE FALLA
				cm	Prom	cm	Prom	cm	Prom	Kg/cm2	Prom	
				I: 10.0% FIBRA DE AGAVE	7	1	3	30.54	30.42	15.23	15.32	
30.29	15.41	7180.00	9.79									
30.43	15.33	7320.00	9.99									
14	1	3	30.35		30.49	15.34	15.31	15700.00	16066.67	21.47	21.91	Diametral
			30.75			15.22		16520.00		22.47		
			30.37			15.37		15980.00		21.79		
28	1	3	30.07		30.15	15.27	15.22	17200.00	16426.67	23.85	22.79	Diametral
			30.18			15.11		16560.00		23.12		
			30.21			15.27		15520.00		21.42		

Fuente: Elaboración propia

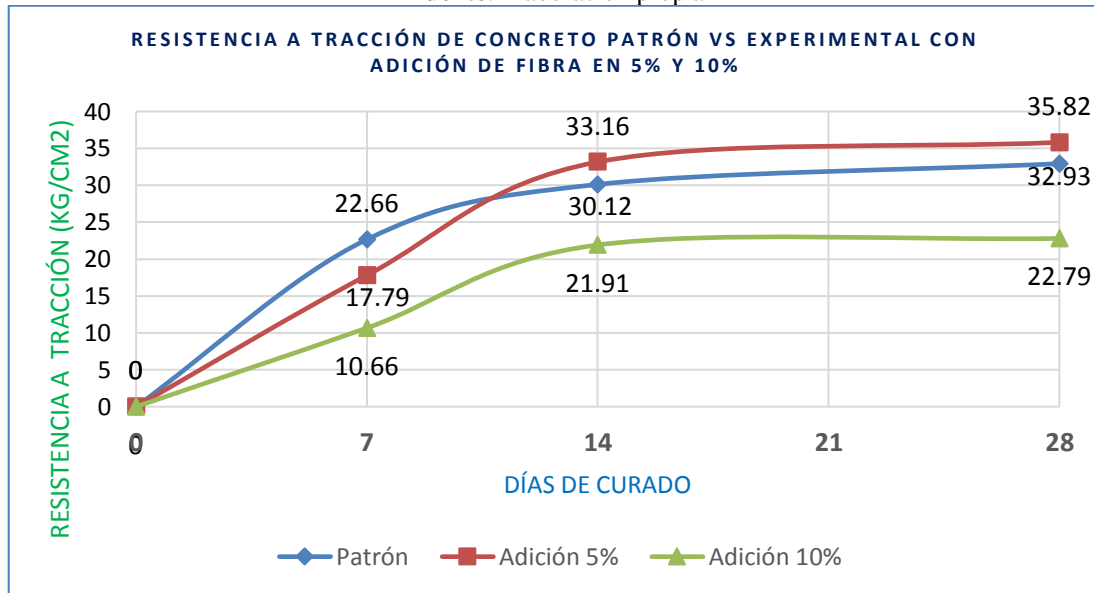


Figura 21: Comparación de la resistencia a tracción de un concreto patrón VS Experimental con adición de fibra de agave en 5% y 10%.

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de hipótesis Anova

Para el análisis de los datos se aplicó los métodos estadísticos, tanto descriptivos como inferenciales para la presentación, descripción, análisis e interpretación de datos obtenidos en la observación por cada indicador ensayado. Los datos fueron analizados con una tabla, gráfico, media, varianza, porcentajes y con una prueba de hipótesis anova.

Prueba de hipótesis con la varianza ANOVA

Análisis de varianza

Ho: Todas las medias son iguales

Hi: Al menos una media sea igual

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Datos:

Tabla 46:

Análisis de varianza con nivel de significancia 0.05

Edades	T1 (P)	T2 (E 5%)	T3 (E 10%)
7.00	22.66	17.79	10.66
14.00	30.12	33.16	21.91
28.00	32.93	35.82	22.79

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la prueba estadística:

Cálculo de la media de cada grupo:

28.57	28.93	18.46
\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_3

C:	Columnas	3
r :	Filas	3
n :	Muestra	9

Cálculo de la Gran Media:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3}{\# \bar{X}} \quad \boxed{25.32}$$

Suma de cuadrados totales:

$$SCT = \sum_r \sum_c (\bar{x}_{ij} - \bar{\bar{x}})^2 \quad \boxed{549.25}$$

Tabla 47:

Suma de cuadrados totales con nivel de significancia 0.05

T1	T2	T3	TOTAL
7.10	56.64	214.81	278.55
23.02	61.50	11.62	96.14
57.95	110.23	6.38	174.56
88.07	228.37	232.81	549.25

Fuente: Elaboración propia

Suma de cuadrados de tratamiento:

$$SCTR = \sum r_j (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2 \quad \boxed{1304.12}$$

T1	T2	T3	TOTAL
194.82	239.87	869.44	1304.12

Suma de cuadrados de error:

$$SCE = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \quad \boxed{337.26}$$

Tabla 48:*Suma de cuadrados de error con nivel de significancia 0.05*

T1	T2	T3	TOTAL
34.96	123.90	60.73	219.59
2.40	17.95	11.94	32.29
19.04	47.53	18.82	85.38
56.40	189.38	91.48	337.26

Fuente: Elaboración propia

Cuadrado media Total:

$$CMT = \frac{SCT}{n-1} \quad \mathbf{68.66}$$

Cuadrado media del tratamiento:

$$CMTR = \frac{SCTR}{C-1} \quad \mathbf{652.06}$$

Cuadrado media del error:

$$CME = \frac{SCE}{n-C} \quad \mathbf{56.21}$$

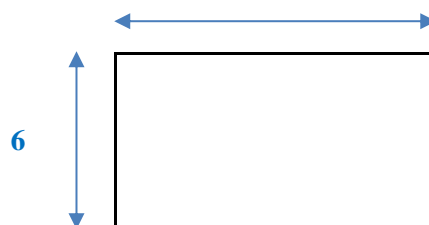
Prueba de Fisher:

$$f = \frac{CMTR}{CME} \quad \mathbf{11.60}$$

Analizando la tabla: Fisher

$$y' = \frac{C-1}{n-C} \quad \mathbf{1/3} \quad \text{Posición}$$

2



Según la tabla.

$$y' = \quad \mathbf{5.143}$$

Tabla 49: Análisis de la tabla de Fisher (valores de distribución F)

$\frac{n_1}{n_2}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	60	100	10000
1.00	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	248.02	252.20	253.04	254.30
2.00	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.39	19.40	19.45	19.48	19.49	19.50
3.00	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.66	8.57	8.55	8.53
4.00	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.80	5.69	5.66	5.63
5.00	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.56	4.43	4.41	4.37
6.00	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.87	3.74	3.71	3.67
7.00	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.44	3.30	3.27	3.23
8.00	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.15	3.01	2.97	2.93
9.00	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	2.94	2.79	2.76	2.71
10.00	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.77	2.62	2.59	2.54
11.00	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.65	2.49	2.46	2.41
12.00	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.54	2.38	2.35	2.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla de VALOR F DE LA DISTRIBUCIÓN F DE FISHER

1- a = 0.95

n_1 = grados de libertad del numerador

1- a = P(F δ f_{a,n_1,n_2})

n_2 = grados de libertad del denominador

Regla de decisión:

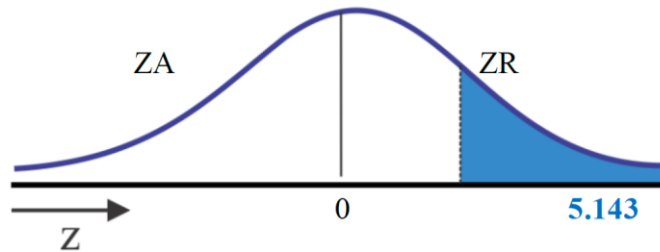


Figura 22: Regla de decisión según tabla de Fisher

Fuente: Elaboración propia

Condición:

Si $\int < =$ valor de la tabla, Entonces se acepta Ho. Rechaza

Si $\int >$ valor de la tabla, Entonces se rechaza Ho. Acepta

Aceptamos que:

Hi: Al menos una media es distinta

De la Prueba de hipótesis con la varianza ANOVA el resultado nos indica que al menos una media es distinta, esto significa que las 27 probetas analizadas no tienen promedios similares cuando se realizó el análisis de resistencia a la tracción por compresión diametral simple.

Tabla 50: Comparación de la resistencia de concreto patrón Vs experimental con adición 5% y 10% de fibra de agave.

Edades	T1 (P)	T2 (E 5%)	T3 (E 10%)
0	0	0	0
7.0	22.66	17.79	10.66
14.0	30.12	33.16	21.91
28.0	32.93	35.82	22.79

En la tabla 50 se observa que la comparación de la resistencia de las probetas por los días de curado. A los 7 días de curado predomina la resistencia del concreto patrón que posteriormente será superado por el experimental con adición de 5% de fibra de agave en los 14 y 28 días de curado.

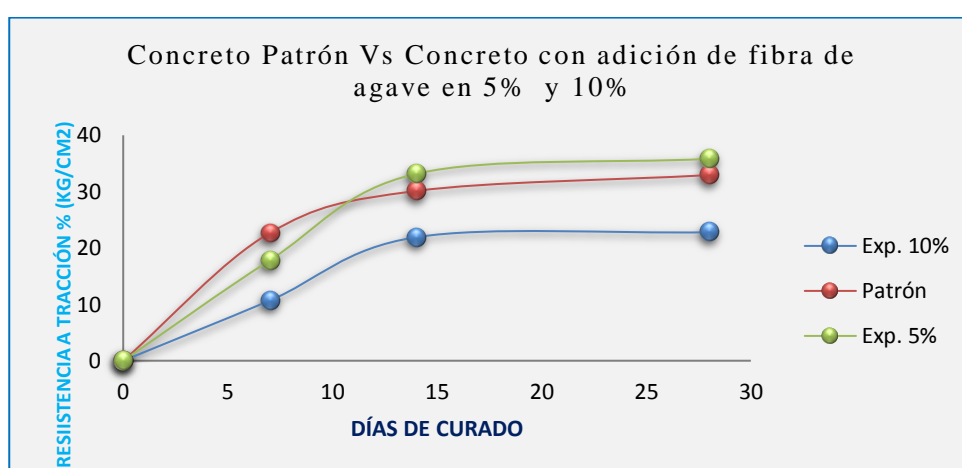


Figura 23: Comparación de la resistencia a tracción de concreto patrón Vs experimental con adición 5% y 10% de fibra de agave.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 24 se muestra el incremento de la resistencia a la tracción de la probeta experimental con porcentajes de 8% y 10% respecto al patrón.

Comparación de resistencia patrón y experimental

El coeficiente de variación de los resultados del ensayo es relativamente bajo comparado con otros métodos. Tesoriere, en sus estudios habla de dispersiones inferiores al 10% en comparación con el de Marshall que pueden ser del 15-20%.

Es un ensayo relativamente sencillo porque presenta similitud con otro tipo de ensayos como el Marshall. El tipo de muestra y el equipo son los mismos que los utilizados para otro tipo de ensayos. La rotura no se ve afectada por las condiciones de la superficie de la probeta. La rotura se inicia en una región relativamente uniforme de tensiones de tracción.

La resistencia a la tracción del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ se asigna el parámetro de porcentajes referidos a la resistencia a compresión del 8% al 15%, siendo 16.8 kg/cm^2 el 8% y 31.5 kg/cm^2 el 15% de la resistencia total 210 kg/cm^2 .

Parámetros de ensayo a tracción según porcentajes referidos a la resistencia a compresión

Tabla 51:

Porcentajes referidos a la resistencia a compresión

Días de curado	Relación (a/c) - 0.65		Relación (a/c) - 0.66		Relación (a/c) - 0.67	
	Esfuerzo Promedio Pat. 0%	% Resistencia	Esfuerzo Promedio Exp. .5%	% Resistencia	Esfuerzo Promedio Exp. 10%	% Resistencia
7	22.66	71%	17.79	56%	10.66	33%
14	30.12	94%	33.16	104%	21.91	69%
28	32.93	103%	35.82	112%	22.79	71%

De la tabla 51, se observa un incremento de la resistencia de un 3% de la probeta patrón respecto a la probeta normalizada igual a 32.93 kg/cm^2 vs 31.5 kg/cm^2 a los 28 días de curado, un incremento de 12% de la probeta experimental con adición de 5% de fibra de agave 35.82 kg/cm^2 vs 31.5 kg/cm^2 respecto a la probeta normalizada.

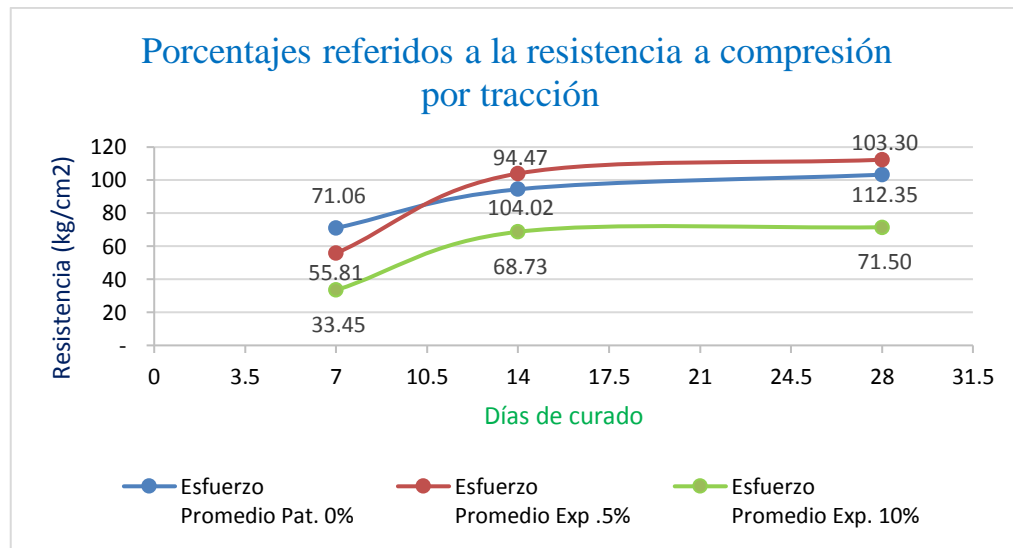


Figura 24: Porcentajes referidos a la resistencia a compresión por tracción.

Fuente: Elaboración propia

Cuadros comparativos del ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral.

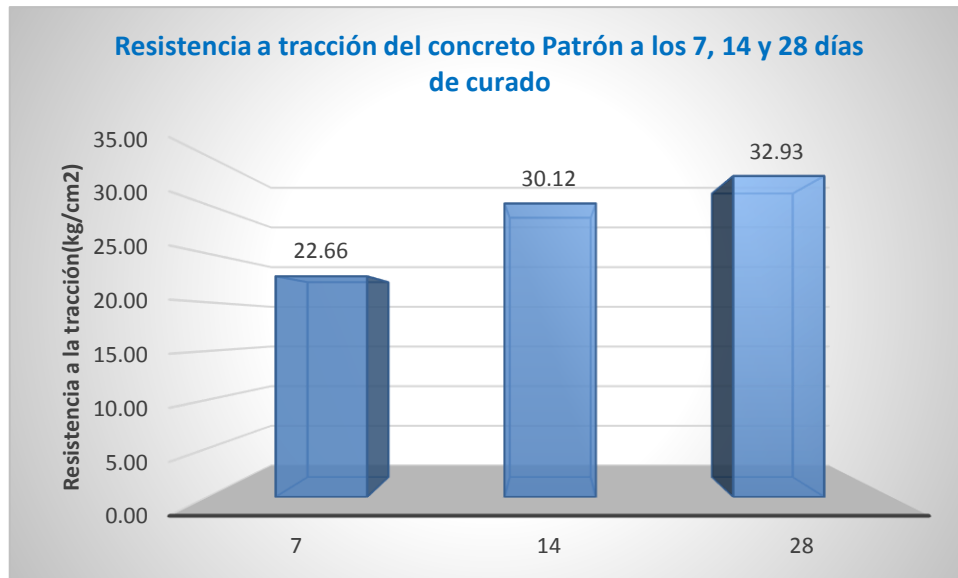


Figura 25: Cuadros comparativos del ensayo de resistencia a la tracción de la probeta patrón según días de curado.

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 25, se observa que el concreto patrón a los 7 días de curado obtuvo una resistencia de 22.66 kg/cm², a los 14 días obtuvo 30.12 kg/cm² y a los 28 días obtuvo 32.93 kg/cm², cumpliendo con lo establecido en las normas del RNE.

Comparación de resistencia con adición de 5% y 10%

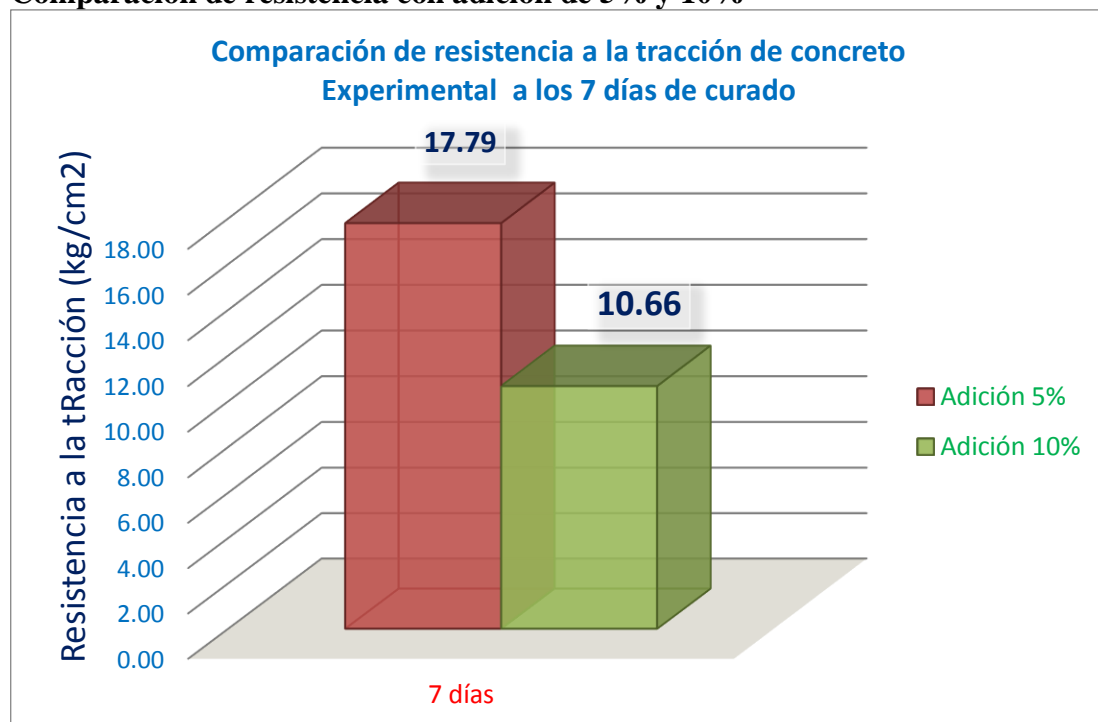


Figura 26: Comparación de resistencia a tracción con adición de 5% y 10%

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 26, se observa que el concreto con adición de fibra de agave a los 7 días de curado al 5% obtuvo una resistencia de 17.79 kg/cm² y el 10% obtuvo una resistencia de 19.66 kg/cm².

Comparación de resistencia a la tracción de concreto con adición de 5% y 10% - 14 días

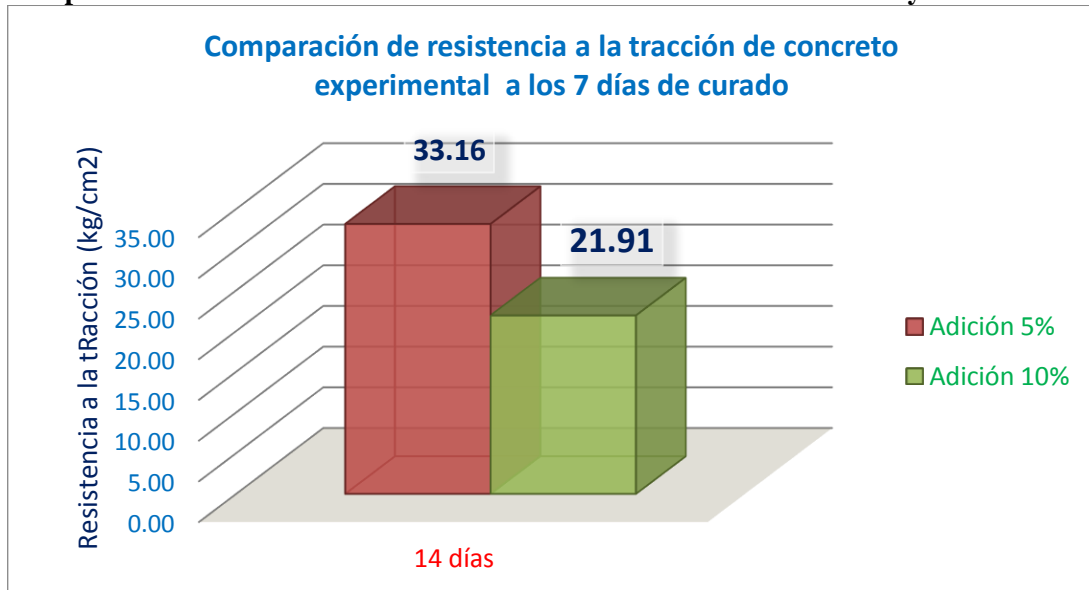


Figura 27: Comparación de resistencia a tracción con adición de 5% y 10% a los 14 días

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 27, se observa que el concreto con adición de fibra de agave a los 14 días de curado al 5% obtuvo una resistencia de 33.16 kg/cm² y el 10% obtuvo una resistencia de 21.91 kg/cm².

Comparación de resistencia con adición de 5% y 10% - 28 días

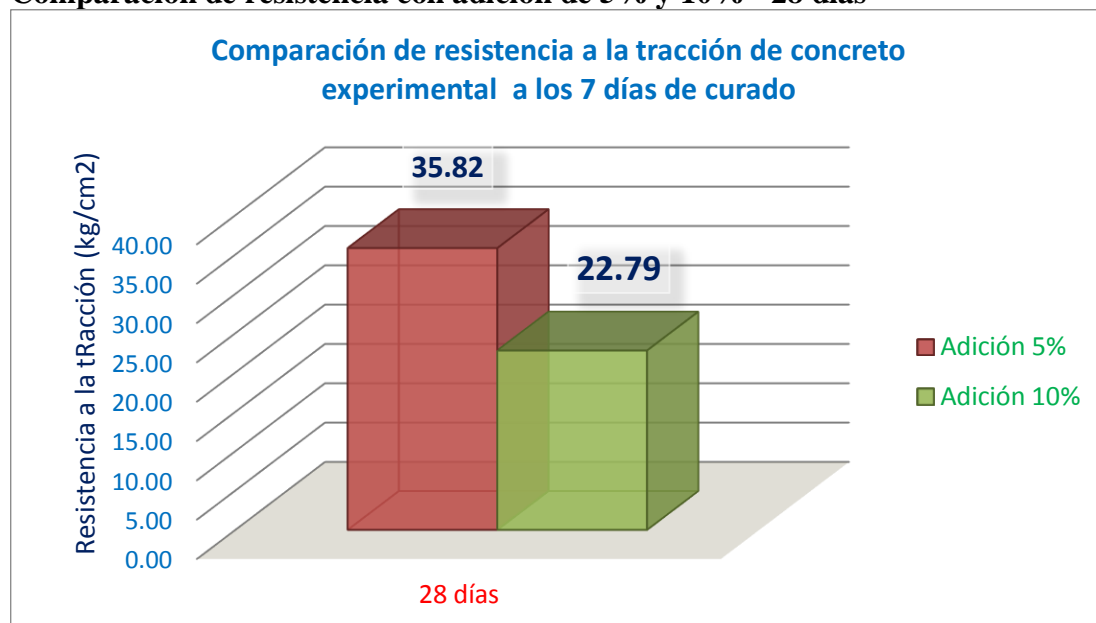


Figura 28: Comparación de resistencia a tracción con adición de 5% y 10% a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 28, se observa que el concreto con adición de fibra de agave a los 28 días de curado al 5% obtuvo una resistencia de 35.82 kg/cm² y el 10% obtuvo una resistencia de 22.79 kg/cm².

Comparación de resistencia a la tracción del concreto experimental con adición de 5% y 10% por días de curado

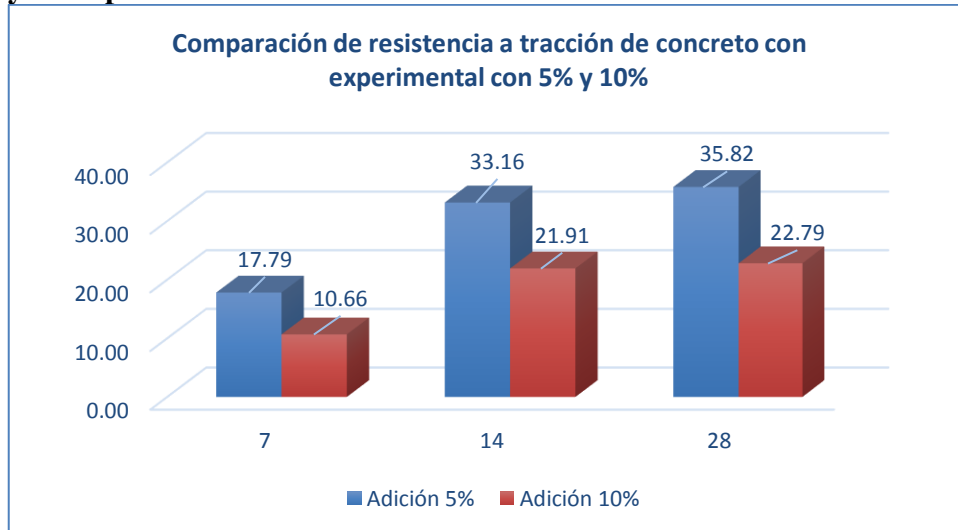


Figura 29: Comparación de resistencia a la tracción con adición de 5% y 10% por días de curado
Fuente: Elaboración propia

Según la figura 29, se observa que la resistencia de probetas con adición de 5% de fibra de agave tiene mayor resistencia a la tracción por compresión diametral que la adición de 10%, lo que significa que a menor porcentaje de fibra mayor resistencia adquiere el concreto.

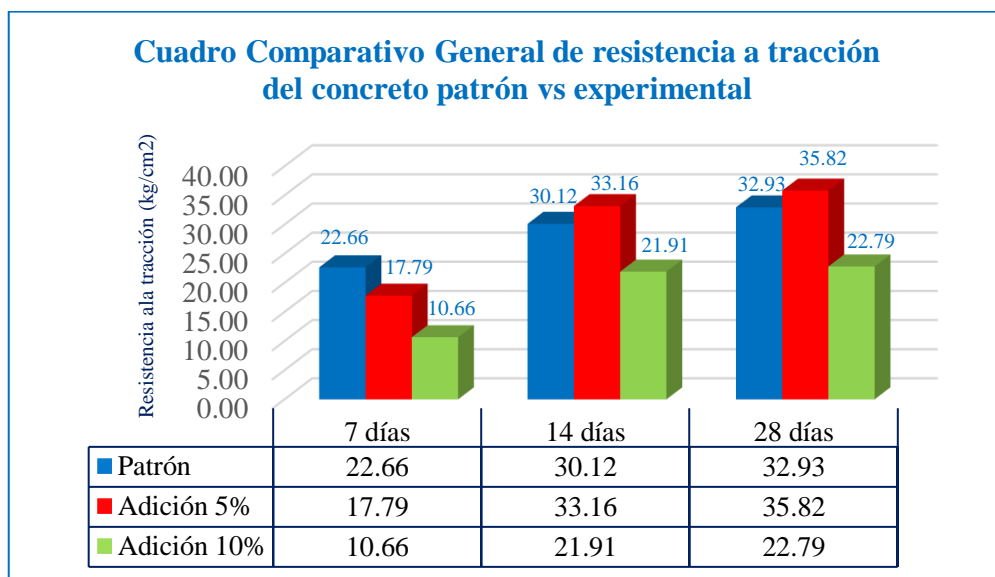


Figura 30: Comparación de resistencia del concreto patrón vs experimental con adición de 5% y 10% por días de curado
Fuente: Elaboración propia

Según la figura 30, se observa que el concreto con adición del 5% de fibra de agave obtiene mayor resistencia a la tracción por compresión diametral que el concreto patrón y el concreto con adición de 10%.

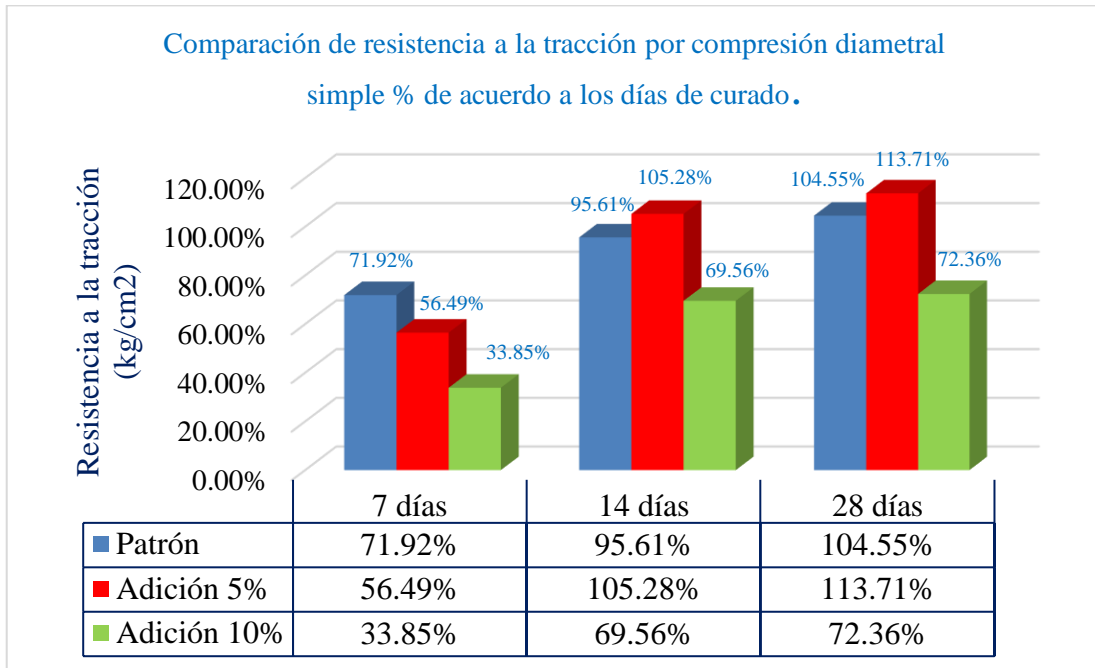


Figura 31: Comparación del % de la resistencia a la tracción por compresión diametral simple de acuerdo a los días de curado.

Fuente: Elaboración propia

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En la relación con antecedentes, lo siguiente:

Juárez, Rodríguez, Raymundo, & Rechy (2003) quienes estudiaron en el programa que consistió en pruebas a las fibras y ensayos en los especímenes de concreto reforzado con fibras naturales (CRFN). Para la caracterización de las fibras se obtuvo su diámetro, longitud promedio, % de absorción de agua, densidad absoluta y porosidad. Las propiedades mecánicas obtenidas fueron el esfuerzo último a la tensión y la elongación a la ruptura, obtuvieron las siguientes conclusiones.

Las fibras de lechuguilla tienen significativas propiedades físico-mecánicas, tal como su resistencia última a tensión, que les permite ser consideradas como posible refuerzo en el concreto.

Los resultados de la tabla 9 de la determinación de la caracterización de las propiedades físicas y mecánicas de las fibras de agave, el resultado de la RUT muestra de 3 probetas ensayadas de la cual se promedia y se conoce que la Densidad Lineal es 34.23tex, La fuerza máxima de tracción es 566.33cN, Tenacidad de ruptura 18.44 cN/tex. Lo ensayos están reglamentados según ASTM D 3822. Propiedades de Tracción de Fibras Textiles Simples. Para este ensayo se llevó muestras seleccionadas aleatoriamente.

De los ensayos realizados, se puede mencionar:

De la tabla 10 del analisis del Módulo de elasticidad (ME) se obtuvo 120.83 N/mm.

De la tabla 11 de la deformación unitaria (DU) se obtuvo 120.83%.

De la tabla 12 el Dimensionado se conoce que las dimensiones de las 3 fibras ensayadas son variables y el promedio es 103.17cm. Datos obtenidos mediante el Vernier y regla calibrada.

De la tabla 13 de la identificación de la forma de la sección transversal de la fibra de agave es de forma irregular ovalada con un área de sección transversal de 0.003mm². Datos obtenidos mediante el Microscopio trinocular de reflexión. Marca: ZEISS. Modelo: Axioscope A1.

Se puede observar que las dimensiones de las fibras son irregulares, de las cuales se escogieron en forma aleatoria para realizar los ensayos, obteniendo los resultados como promedio.

Quintero & González (2006) Estudiaron el Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, determinando mejorar las propiedades mecánicas del concreto usando fibra de estopa de coco. Concluyeron que: las más bajas deformaciones se obtuvieron en mezclas con longitud de fibra 5 cm, siendo inferior para un volumen de adición de 1.5%. La resistencia a la compresión más elevada se obtuvo con los compuestos reforzados con volumen de fibra 1.5%, siendo superior para la longitud 2 cm. La única mezcla que presentó resistencia a la tracción indirecta mayor que el concreto fue la que contenía fibra de 5 cm, en un volumen de 0.5%. La adición de fibra afectó positivamente la resistencia a la flexión; el mayor valor de resistencia a la flexión lo presentó el concreto de V0.5% y L5 cm.

Las fibras largas adicionadas en bajas cantidades, es decir, con porcentajes bajos del volumen total de la mezcla proporcionan al concreto la capacidad para soportar mayores cargas de flexión en comparación con el concreto simple.

Si comparamos los resultados de las fibras largas adicionadas, en esta investigación se adiciono fibras de 10cm de longitud en porcentaje de 5% y 10%, teniendo buen comportamiento las fibras largas adicionadas en bajas cantidades porque aumento la resistencia a la tracción por compresión diametral.

Las fibras de agave adicionado en 5% y 10% a la mezcla de concreto de $f'c=210$ kg/cm² fueron aleatoriamente durante el tiempo de mezclado.

Parra & Parra (2007) Estudiaron la caracterización de la fibra de fique, determinando sus propiedades mecánicas tales como la resistencia a la tensión y el modulo de elasticidad, posteriormente se determina la fuerza de adhesión que existe entre la fibra de fique y el mortero, por ultimo se realizan unos modelos de probetas a compresión con mortero normal, tensión con mortero normal y mortero reforzado, flexión con mortero normal y mortero reforzado. Concluyeron que: La fibra mejora las propiedades mecánicas del mortero, principalmente la resistencia a la tensión, dando soluciones a problemas tan frecuentes en el concreto y mortero como lo es la retracción del fraguado, problemas de microfisuración en elementos sometidos a flexión y tensión.

Comparando con lo obtenido en la tabla 43 versus tabla 44, se puede afirmar que la fibra de agave mejoro las propiedades mecánicas del mortero con respecto a la resistencia a la tracción por compresión diametral comparando los especimenes patrones y experimentales de 5% de 22.66kg/cm² a 17.79 kg/cm² a los 7 días de curado; 30.12 kg/cm² a 33.16 kg/cm² a los 14 días de curado y 32.93 kg/cm² a 35.82 kg/cm² a los 28 días. El incremento de la resistencia se dio a los 14 días de curado superando al concreto patrón.

De la tabla 41, Relación agua cemento de concreto patrón vs experimental. Para obtener mejor trabajabilidad de concreto fresco y elaborar las probetas experimentales se trabajó en la práctica adicionando agua en porcentajes que se tomó nota para calcular la nueva relación a/c teniendo como resultado que para la adición de 5% de fibra de agave la relación a/c es 0.66 para ello se adicionó agua igual a 0.15 Lts y para la adición de 10% es 0.67 se adicionó 0.40 Lts.

De la figura 15 se puede apreciar los resultados obtenidos de la Relación agua/ cemento del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Patrón vs Experimental, 0.65 para el patrón mientras que 0.66 para la adición de 5% y 0.67 para la adición 10% de fibra de agave.

De la figura 16 muestra los resultados del ensayo de revenimiento de la mezcla de concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ realizado con el cono de Abrams en 3 mezclas, uno para el concreto patrón y dos para el concreto experimental con adición de 5% y 10% de fibra de agave. Los valores obtenidos, es la medida de la consistencia de la mezcla, para el concreto patrón se obtuvo un slump de 3.6", la adición de 5% igual a 3.3" y la adición de 10% igual a 3.2" valor obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro – SAD Huaraz. También se le denomina asentamiento, puede variar entre 3" y 4", según sea el tipo de estructura y los procedimientos de encofrado, colocación y compactación.

También comparando los valores de la tabla 43 y 44, se puede que observar que el concreto adicionado con 10% de fibra de agave no tuvo mejoras respecto al patrón, teniendo como resultado 10.66 kg/cm² a 22.66 kg/cm², 21.91 kg/cm². a 30.12 kg/cm², 22.79 kg/cm² a 32.93 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado.

En la tabla 42, se observa que el mejor comportamiento de la relación a/c se obtuvo a los 14 y 28 días de curado siendo el concreto experimental de 5% de fibra de agave con una relación a/c igual a 0.66 superó al concreto patrón con un 8.8% y 10% respecto a la resistencia a la tracción por compresión diametral simple según NTP 339.084:2012 equivalente a ASTM C496/C496M – 11 de los especímenes cilíndricos de concreto a edades de 7, 14 y 28 días.

De la tabla 43 se analiza los resultados en porcentaje de la resistencia a la tracción por compresión diametral simple de un concreto de $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, considerando el 15% de la resistencia a la compresión para los 7, 14 y 28 días de curado, habiendo obtenido resultados favorables a los 14 días, el concreto adicionado con 5% de fibra de agave obtuvo una resistencia de 105.28% sobre el patrón con 95.61%, y a los 28 días de curado el concreto adicionado con 5% de fibra de agave obtuvo 113.71% vs 104.55% del patrón.

También se puede analizar que la adición de fibra de agave en porcentaje de 10% obtuvo resultados inferiores al patrón, a los 14 días se obtuvo 69.56% vs 95.61% del patrón, y a los 28 días se obtuvo 72.36% vs 104.55% del patrón. Se puede afirmar que las fibras largas adicionadas en bajas cantidades, es decir, con porcentajes bajos del volumen total de la mezcla proporcionan al concreto la capacidad para soportar mayores cargas de flexión en comparación con el concreto simple.

De la tabla 49, referido a la Porcentajes referidos a la resistencia a compresión por tracción, se observa un incremento de la resistencia de un 3% de la probeta patrón respecto a la probeta normalizada igual a 32.93kg/cm^2 vs 31.5kg/cm^2 a los 28 días de curado, un incremento de 12% de la probeta experimental con adición de 5% de fibra de agave 35.82 kg/cm^2 vs 31.5kg/cm^2 respecto a la probeta normalizada.

Para el análisis de los datos se aplicó los métodos estadísticos, tanto descriptivos como inferenciales para la presentación, descripción, análisis e interpretación de datos obtenidos en la observación por cada indicador ensayado. Los datos fueron analizados con una tabla, gráfico, media, varianza, porcentajes y con una prueba de hipótesis anova.

Teniendo como resultado se acepta: H_1 : Al menos una media es distinta

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La selección de la penca de agave y la extracción de la fibra de manera adecuada permitió obtener fibras de mayor resistencia en estado húmedo y seco siguiendo los procesos de curado y resecado durante 24 horas.
- La caracterización de la fibra de agave arrojó una densidad lineal de 34.23(tex), Fuerza máxima de tracción (cN) 566.33, Tenacidad de ruptura (cN/tex) 18.44. de acuerdo a la norma técnica de referencia ASTM D 3822, Módulo de elasticidad (N/mm) 120.83, Deformación unitaria, % 22.3, la dimensión de la longitud promedio fueron 103.17, Diámetro aparente (mm) 0.057, Forma de la sección transversal es irregular ovalada, Área de la sección transversal (mm²) 0.003, las muestras fueron seleccionadas en forma aleatoria para realizar los ensayos, obteniendo los resultados promedios.
- El resultado de análisis de Ph de la fibra de agave a floró 5.39, se encuentra dentro del límite permisible según NTP 339.088, se considera aptas para la preparación y curado del concreto.
- La adición de fibra de agave en la mezcla de concreto se realizó después de haber adicionado la arena, grava, cemento y el agua. La mezcla de concreto presentaba grumos, por ello efectuó un sub mezclado adicional, se deshizo con la mano para homogenizar la distribución de la fibra a agave; para de evitar la formación de grumos en el concreto se procedió a mezclar los ingredientes en estado seco, al final se le adicionó el agua, este proceso consintió una mayor dispersión de la fibra.
- Se determinó la relación a/c = 0.65 para el diseño patrón, a/c = 0.66, para el experimental con adición de 5% se agregó 0.15 lts. de agua y la relación a/c=0.67 para el experimental de 10% se agregó 0.40 lts de agua.
- La relación a/c = 0.65 con adición de 5% de fibra de agave tuvo mejor resistencia a los 14 y 28 días de curado respecto al concreto patrón y adición de 10%.

- La prueba de revenimiento, se realizó 3 ensayos arrojando 3.6” para el concreto patrón, 3.32” para la adición de 5% y 3.2” para la adición de 10% de fibra de agave, varió entre el rango de 3" y 4".
- El resultado de las pruebas de resistencia a la tracción por compresión diametral simple según NTP 339.084:2012 equivalente a ASTM C496/C496M-11 arrojó mayor resistencia las probetas experimentales adicionadas con 5% de fibra de agave con 35.82 kg/cm² sobre un 33.16 kg/cm² del concreto patrón.
- El diseño experimental con adición de 10% de fibra de agave no cubrió las expectativas requeridas porque disminuyó la resistencia comparando con el patrón y adición de 5%.
- El método ensayado no establece la desviación debido a que la resistencia a la tracción puede ser definida solamente por este procedimiento.

RECOMENDACIONES

- Para la extracción de las pencas de agave se recomienda tener los equipos implementos necesarios para tanto para recortar y procesar manualmente y así se obtendrá mejores especies de fibra de agave.
- Seleccionar las pencas de mayor espesor porque contienen mayor cantidad de fibra y son más resistentes en estado húmedo y seco.
- Tomar precauciones al momento de procesar la penca para extraer la fibra de agave, ya que este contiene una sustancia acida que irrita la piel y causa alergia.
- La caracterización de la fibra natural es importante, para así tener un fundamento científico en el comportamiento en la resistencia del concreto, por la adición de dicho elemento. Porque así se aprovecharía al máximo sus propiedades mecánicas por tener buena resistencia a la tensión, y elasticidad.
- Para mejorar la calidad y resistencia del concreto al adicionar fibra de agave debería realizarse más análisis con mayores parámetros.

- Adicionar fibras de mayor longitud en bajas cantidades, es decir, con porcentajes bajos del volumen total de la mezcla ya que proporcionan al concreto la capacidad para soportar mayores cargas de flexión en comparación con el concreto simple.
- Para la preparación de la mezcla de concreto con adición de fibra de agave debemos preparar en estado seco los ingredientes para obtener una distribución homogénea.
- Respecto a la relación agua cemento, se sugiere realizar varias pruebas de asentamiento a la hora de desarrollar la mezcla de concreto para mejorar la trabajabilidad y conservar la resistencia, que estén dentro de los límites permisibles según el tipo de estructura a desarrollar.
- Se debe realizar métodos de homogenización en el proceso de mezclado de concreto al momento de adicionar fibras naturales para obtener una distribución que mejore la resistencia a la tracción del concreto.
- Para obtener resultados más resaltantes de resistencia a la tracción de concreto por el método indirecto empleando fibras naturales se debe realizar más estudios de esta especie porque presenta buenas condiciones a la flexión.
- Considerar adicionar menor proporción de fibras naturales porque en los antecedentes de estudio estudiados de la fibra de agave se llegó a la conclusión de que a menor porcentaje mejora la calidad del concreto.
- Se debe realizar estudios estadísticos de desviación y otros para dar mayor credibilidad de los resultados obtenidos de las probetas de concreto experimentales y patrones.

VI. AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por condescenderme llegar a este paraje en mi vida, en el cual termino una etapa de formación profesional.

En segundo lugar, agradezco a mi madre, esposa, hija, hermanos y demás familiares que siempre estuvieron a mi lado para darme aliento y seguir adelante sin flaquear y llegar a la meta trazada.

A mi Asesor, por su apoyo incondicional que siempre estuvo pendiente de mis avances en esta investigación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. C. (2000). *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería*. Lima: Editorial San Marcos.
- Avallone, E. A., Baumeister, T., & Ali, S. M. (1994). *Materials of Engineering, Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers* (. New York,: The McGraw-Hill Companies.
- Bayer, J. R. (2013). *Valoración de materiales compuestos de hdpe reforzados con fibras de agave sisalana. aproximacion a un paradigma de geometría fractal para las fibras*.
- Callister, W. (2007). *Ciencia e Ingeniería de los materiales*. Barcelona. España: Reverte.
- Castillo, D. Q., Sáenz, T. R., Narcia, M. V., & Vázquez, J. R. (2012). Propiedades físico-mecánicas de la fibra de agave lechuguilla torr. de cinco procedencias bajo. *INIFAP*, 78-91.
- Cobrerros, C. R. (2008). *Uso de fibras vegetales procedentes de explotaciones agrícolas en la edificación sostenible*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Conocimientosweb. (13 de Junio de 2013). *Conocimientosweb*;. Recuperado de: <http://www.conocimientosweb.net/dcmt/ficha5471.html>
- Cortés, C. M. (2009). “*Propiedades mecánicas a tensión de las fibras del bagazo del Agave angustifolia Haw, residuo proveniente de la producción artesanal del mezcal*”. México: Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca.
- Cortés, C. M. (2009). “*Propiedades mecánicas a tensión de las fibras del bagazo del Agave angustifolia Haw, Residuo proveniente de la producción artesanal del mezcal*”. México.
- Davoli, M. (2001). Agave Propiedades y Usos Tradicionales. *Elicriso.it*, 1-8.
- Diaz, P. C. (2016). Concreto reforzado con fibra natural de origen animal (plumas de aves). *Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación VOL 3/Nº 2 – ISSN 2313-1926/Setiembre 2016*, 92-95.

- Fao, f. (2007). Fao. *futurefibres*, 1-3. Recuperado de: <http://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/sisal/es/>
- García, J. H. (2010). *La importancia del uso del maguey se remonta a la época prehispánica*. México: No. 5-2010.
- Garrote, E. V. (20 de 03 de 2017). Capítulo 2 ensayo de tracción indirecta . Valencia, Valencia , España.
- Gómez, J. (2009). *Diseño de un material Compuesto con fibra natural para sustituir la utilización de la fibra de vidrio*. Medellín: Universidad eafit departamento de ingeniería de diseño de producto proyecto de grado.
- Grudemo. (1975). *CEMBUREAU*. España: Revista IDIEM.
- Guimaraes, S. S. (1987). Fibra vegetal cimiento resultados de algunas experiencias realizadas no Thaba/ceped. Brasil: Hahitec .
- Harsem, T. E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Inacal. (2016). Normas Técnicas. En I. N. Calidad, *Normas Técnicas*. Lima: Inacal.
- Inkanatural. (24 de 08 de 2008). Inkanat. 1-4. Recupero de: <http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=agave>:
- Juarez, C. A. (2002). *Concretos base cemento portland reforzados con fibras naturales (agave lechuguilla), como materiales para construccion en mexico*. México: Universidad Autonoma de Nueva León.
- Juárez, C. A., Rodríguez, P. L., Raymundo, R. V., & Rechy, M. D. (2003). Uso de las fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en el concreto. *Ciencia Uanl / Vol. Vi, No.*, 465-476.
- Juárez, C., Valdez, P., & Alejandro, D. (2004). Uso de fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en concreto. *Departamento de Tecnología de la Madera, FCF-UANL.*, 7-19.
- Mather, B., & Ozyildirim, H. (2004). *Cartilla del concreto*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. (1998). *Estructura, propiedades y materiales*. Méxic: IMCYC.
- Millones Prado, M. A. (2008). Concreto de alta densidad con super plastificante. *Universidad Ricardo Palma*, 216-255.

- Mina, J. H. (2012). Caracterización físico-mecánica de un almidón termoplástico (tps) de yuca y análisis interfacial con fibras de fique. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 99-109.
- Neville, A. (1999). *Tecnología del Concreto 1ª edición*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.,.
- Parra, A. L., & Parra, M. M. (2007). *comportamiento del concreto hidraulico con adiciones*. Bucaramanga - Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Pinzón, S. G. (2013). Análisis de la resistencia a compresión y flexión del concreto modificado con fibra de fique. *Ingenierías en línea*, 27-37.
- Quintero, G.S., & González S.L. (2006). *Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto*. Cali - Colombia: Universidad del Norte
- Rivas, L. T. (2009). "Gestión Ambiental en México". *En: Efectos de la teoría de la complejidad en la gestión ambiental en México*. México.
- Rivva, E. (1999). *Diseño de Mezclas*. Perú: Hozlo S.C.R.L.
- Sensico, S. (2011). La resistencia a la tracción del concreto. *Civilgeeks*, 1-3.
- Serrano, M. (2010). *Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga.
- Sinembargo. (10 de 12 de 2011). sinembargo. 1-4. Recuperado de: <http://www.sinembargo.mx/10-12-2011/91854>:
- Sosa, M. (1998). *Uso de materias primas vegetales para la producción de materiales de construcción*. Caracas: IDEC.
- Tino, R. (2010). *Materiales Compuestos de Matriz Polimérica*. España: Artículos técnicos.
- Torrado, L. M., & Porras, A. (2009). *Determinación de las ecuaciones del módulo de elasticidad estático y dinámico del concreto producido en Bucaramanga y su Área Metropolitana*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga.
- Vilaseca, F. M., & Espinach, F. O. (2013). *Valoración de materiales compuestos de HDPE reforzados con fibras de Agave sisalana. Aproximación a un paradigma de geometría fractal para las fibras*. Gerona, España: Jordi Bayer Resplandis.
- Zerbino, R. (2013). *Evaluación de la resistencia en materiales frágiles*. La Plata: L. K. Kennedy.

VIII. ANEXOS Y APÉNDICE

ANEXO N° 01: Análisis de agregados

Análisis de contenido de humedad de agregados

Análisis granulométrico de la arena

Análisis granulométrico de la grava

Análisis de peso específico y absorción del agregado fino

Análisis de peso específico y absorción del agregado grueso.

Análisis de pesos unitarios del agregado grueso.

Análisis de pesos unitarios del agregado fino.

Fichas de laboratorio – USP - Huaraz

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS : " Adicion de 5% y 10% de Fibra de Agave en la Resistencia a la Traccion de un Concreto de F'C= 210 KG/Cm2 - 2017"					
SOLICITA : Bach. Chavez Quiñonez, Antonio Sergio.					
DISTRITO : HUARAZ			HECHO EN : USP -HUARAZ		
PROVINCIA : HUARAZ			FECHA 08/09/2017		
PROG.(KM.) :			ASESOR		
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA :					
MUESTRA : AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO					
PROF. (m) :					
AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		21	45		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1258.4	1165.3		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1251.5	1159.0		
PESO DE AGUA	(g)	6.90	6.30		
PESO DEL TARRO	(g)	167.70	172.7		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1083.80	986.3		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.64	0.64		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0,6	
AGEGRADO FINO					
Nº TARRO		20	25		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	851.3	896.1		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	837.0	862.0		
PESO DE AGUA	(g)	14.30	34.10		
PESO DEL TARRO	(g)	165.60	165.5		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	671.40	696.5		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.13	4.9		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			3,5	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
[Signature]
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

Figura 32: Análisis de contenido de humedad ASTM D – 2216-71
Fuente: Elaboración propia

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

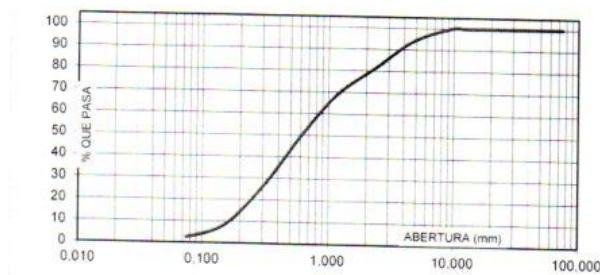
SOLICITA : **Bach. Chavez Quiñonez, Antonio Sergio.**
 TESIS : " Adicion de 5% y 10% de Fibra de Agave en la Resistencia a la Traccion de un Concreto de F'C= 210 KG/Cm2 - 2017"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 08/09/2017 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2644.5
PESO SECO LAVADO	2576.30
PESO PERDIDO POR LAVADO	68.20

TAMIZ	ABERT (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No					
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 4	4,750	158,90	6,01	6,01	93,99
Nº 8	2,360	334,20	12,64	18,65	81,35
Nº 16	1,180	326,10	12,33	30,98	69,02
Nº 30	0,600	524,50	19,83	50,81	49,19
Nº 50	0,300	617,30	23,34	74,15	25,85
Nº 100	0,150	465,70	17,61	91,76	8,24
Nº 200	0,075	149,60	5,66	97,42	2,58
PLATO		68,20	2,58	100,00	0,00
TOTAL		2644,50	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 4
 MODULO DE FINEZA : 2.72
 HUMEDAD : 3.50%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUÁRAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

Figura 33: Análisis granulométrico de agregado fino.
Fuente: Elaboración propia

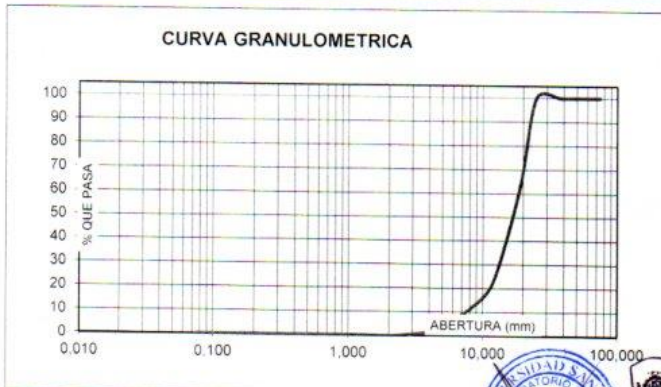
ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITA : **Bach. Chavez Quiñonez, Antonio Sergio.**
 TESIS : " Adicion de 5% y 10% de Fibra de Agave en la Resistencia a la Traccion de un Concreto de F'C= 210 KG/Cm2 - 2017"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 08/09/2017 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	12424.3
PESO SECO LAVADO	12424.30
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	4625.30	37.23	37.23	62.77
1/2"	12.500	4672.40	37.61	74.83	25.17
3/8"	9.500	1298.00	10.45	85.28	14.72
Nº 4	4.750	1426.30	11.48	96.76	3.24
Nº 8	2.360	402.30	3.24	100.00	0.00
Nº 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		12424.30	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 7.19
 HUMEDAD : 0.60%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 PESOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

Figura 34: Análisis granulométrico de agregado grueso.
Fuente: Elaboración propia

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : Bach. Chavez Quiñonez, Antonio Sergio.
 TESIS : " Adicion de 5% y 10% de Fibra de Agave en la Resistencia a la Traccion de un Concreto de F'c= 210 KG/Cm2 - 2017"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 08/09/2017

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de frasco+ agua
 C = A + B : Peso frasco + agua +material
 D : Peso de material+agua en el frasco
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
 F : Peso Material seco en horno
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-F/F) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

300,0		
665,8		
965,8		
858,5		
107,3		
292,3		
-99,6		
2,63		
2,63		

PROMEDIO

2,72		
2,80		
-2,93		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,72		
2,80		
-2,93		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosie
 CIP: 116544
 JEFE

Figura 35: Análisis de peso específico y absorción del agregado fino.
Fuente: Elaboración propia

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : Bach. Chavez Quiñonez, Antonio Sergio.
 TESIS : " Adicion de 5% y 10% de Fibra de Agave en la Resistencia a la Traccion de un Concreto de F' C= 210 KG/Cm2 - 2017"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 08/09/2017

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-D)/D) \times 100$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

1006,8	941,5	1049,8
624,5	584,0	649,5
382,3	357,5	400,3
1003,5	936,5	1047,0
379,0	352,5	397,5
0,33	0,53	0,27
0,38		

PROMEDIO

2,62	2,62	2,62
2,63	2,63	2,62
2,65	2,66	2,63

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,62
2,63
2,65



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ - HUAYLA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

Figura 36: Análisis de peso específico y absorción del agregado grueso.
Fuente: Elaboración propia

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Chavez Quiñonez, Antonio Sergio.
TESIS : " Adicion de 5% y 10% de Fibra de Agave en la Resistencia a la Traccion de un Concreto de F'C= 210 KG/Cm2 - 2017"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 08/09/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7590	7605	7615
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4164	4179	4189
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1500	1505	1509
Peso unitario prom.	1505 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8060	8041	8055
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4634	4615	4629
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1669	1662	1668
Peso unitario prom.	1666 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

Figura 37: Análisis de pesos unitarios de agregado fino.
Fuente: Elaboración propia

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Chavez Quiñonez, Antonio Sergio.

TESIS : " Adicion de 5% y 10% de Fibra de Agave en la Resistencia a la Traccion de un Concreto de F'c= 210 KG/Cm2 - 2017"

LUGAR : HUARAZ
CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 08/09/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19203	19195	19105
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	13893	13885	13795
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1487	1486	1477
Peso unitario prom.	1484 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20017	20025	20012
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	14707	14715	14702
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1574	1575	1574
Peso unitario prom.	1575 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
ESCUELA DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE LOS MATERIALES

Beth Maza Ambrogi
CIP: 116544
JEFE

Figura 38: Análisis de pesos unitarios de agregado grueso.
Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 02: Análisis de ensayo en fibra de agave

Fichas de laboratorio – LABICER - Lima



INFORME TÉCNICO N° 1038 – 17 – LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ANTONIO SERGIO CHÁVEZ QUIÑONEZ
 - 1.2 D.N.I : 41998281
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE ENSAYO : 17 / 07 / 2017
 - 2.2 FECHA DE EMISIÓN : 19 / 07 / 2017
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ENSAYO EN FIBRA DE AGAVE
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA PROPORCIONADO POR EL CLIENTE
 - 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE FIBRA DE AGAVE
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 25 °C; Humedad relativa: 65%
7. EQUIPOS UTILIZADOS : Máquina de tracción universal ZWICK ROELL Z010 .
Vernier Digital marca MITUTOYO aproximación 0,01 mm
Microscopio trínocular de reflexión. Marca: ZEISS.
Modelo: Axioscope A1.

8. RESULTADOS

8.1. RESISTENCIA A LA ÚLTIMA TENSIÓN (RUT)

Probetas	Densidad lineal (tex)	Fuerza máxima de tracción (cN)	Tenacidad de ruptura (cN/tex)	NORMA TÉCNICA DE REFERENCIA
1	44.8	677	15.11	ASTM D 3822
2	18.75	507	27.04	
3	39.15	515	13.15	
Promedio	34.23	566.33	18.44	

8.2. MÓDULO DE ELASTICIDAD (ME)

Probetas	Módulo de elasticidad (N/mm)	NORMA TÉCNICA DE REFERENCIA
1	132.5	ASTM D 3822
2	125.0	
3	105.0	
Promedio	120.83	



Figura 39: Análisis a la última tensión (RUT) – Módulo de elasticidad (ME)
Fuente: LABICER (Laboratorio N° 12) - UNI

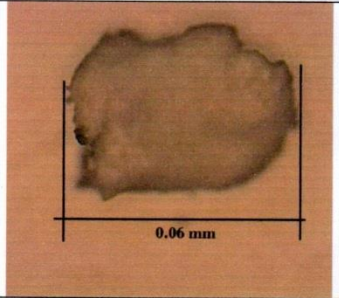
8.3. DEFORMACIÓN UNITARIA (DU)

Probetas	Deformación unitaria, %	NORMA TÉCNICA DE REFERENCIA
1	18.9	ASTM D 3822
2	20.3	
3	27.7	
Promedio	22.3	

8.4. DIMENSIONADO

Probetas	Longitud (cm)	Diámetro aparente (mm)	EQUIPO UTILIZADO
1	95.5	0.06	Vernier y regla calibrada
2	105	0.06	
3	109	0.05	
Promedio	103.17	0.057	

8.5. IDENTIFICACIÓN DE LA FORMA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL


Muestra	Forma de la sección transversal	Área de la sección transversal (mm ²)	Micrografía
Fibra de agave	Irregular Ovalada	0.003	

9. OBSERVACIÓN

Se observa que las dimensiones de las fibras son irregulares, de las cuales se escogieron en forma aleatoria para realizar los ensayos, obteniendo los resultados como promedio.

10. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


Bach. Julio Barrios.
Analista
LABICER – UNI


M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

INFORME TÉCNICO N° 1038-17- LABICER

Página 2 de 2

Av. Túpac Amaru 210 Lima 31, Perú. Teléfono directo LABICER: 382 0500. E-mail: otilia@uni.edu.pe

Figura 40: Análisis de deformación unitaria (DU) – Dimensionado – Identificación de la forma de la sección transversal.

Fuente: LABICER (Laboratorio N° 12) - UNI

ANEXO N° 03: Análisis de PH de fibra de agave

Fichas de laboratorio – UNASAM – Huaraz



INFORME DE ENSAYO OT170153

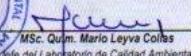
CLIENTE Razón Social : CHAVEZ QUIÑONEZ ANTONIO SERGIO
 Dirección : El Mirador Mz E Lte 1 - Shancayan
 Atención : Chavez Quiñonez Antonio Sergio
MUESTRA Producto declarado : Fibra de Agave
 Matriz : Otros
 Procedencia : Barrio de Shancayan, Distrito de Independencia
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170096
MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica
LABORATORIO Fecha de recepción : 02/Noviembre/2017
 Fecha de análisis : 02 - 06 de Noviembre/2017
 Cotización N° : CO170802

CÓD.	PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M - 01
					Fecha de muestreo ¹	29/10/2017
					Hora de muestreo ¹	16:20
					Código del Laboratorio	OT170153
METALES EN PLANTA						
MTP	FQPO6 pH (en laboratorio)	Unid. pH	NOM21-AS-02(*)			5.39

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA
¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 06 de Noviembre de 2017




 MSc. Quím. Mario Leyva Coltas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CCP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Telex 421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Figura 41: Análisis del PH de la fibra de agave.
Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental FCAM - UNASAM

ANEXO N° 04: Diseño de mezcla

Fichas de laboratorio – USP – Huaraz



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO POR EL METODO ACI

ADICIÓN DE 5% Y 10% DE FIBRA DE AGAVE EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE UN CONCRETO DE $F'c=210 \text{ KG/CM}^2$ - 2017

PATRÓN

DATOS:

Cemento:	Tipo I	
Peso	42.5	Kg
Resistencia:	210	Kg/cm ²
Peso específico del cemento:	3.15	Gr/cm ³
Slump:	3-4.	"
Peso específico del agua:	1000	Kg/m ³

AGREGADOS:	FINO	GRUESO
Perfil:		Angular
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1505.0	1483.5
Peso unitario compactado (Kg/m ³)	1666.0	1574.6
Peso específico (Kg/m ³)	2796.0	2633.5
Modulo de fineza	2.72	7.19
TMN		3/4"
% Absorción	2.63%	0.38%
% Humedad	3.50%	0.60%

01. Cálculo del CONTENIDO DEL AIRE:

Tamaño Máximo Nominal (TMN): Agregado Grueso 1.90 cm
 De la tabla 02: Entonces Aire atrapado: 2 %

02. Cálculo del CONTENIDO DE AGUA:

Tamaño Máximo Nominal (TMN): Agregado Grueso 1.90 cm
 De la tabla 01: Sabemos que el Slump, es: 3-4.
 El T.M.N del agregado grueso, es: 1.90 cm
 Entonces Contenido de agua es: a = 205 Lt.

03. Cálculo de la RELACIÓN AGUA CEMENTO: por resistencia $F'cr$:

Sabemos que el $F'cr$, es: $F'cr = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 Entonces, calculamos interpolando los datos según la resistencia obtenida:

De la tabla 05:

200	0.7
210	x
250	0.62

La relación a/c: Entonces a/c = 0.68



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

Figura 42: Diseño de mezcla por el método ACI (a).
 Fuente: Elaboración propia



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

04 Cálculo de CONTENIDO DE CEMENTO:

Sabemos que: $a/c = 0.68$
 $a = 205 \text{ Lt.}$

Reemplazando: $\frac{205}{c}$ Entonces:

$$c = 299.71 \text{ Kg}$$

FACTOR CEMENTO: $= C / \text{Peso cemento}$

Entonces:

$$\text{FACTOR C} = 7.05 \text{ bls}$$

05. Cálculo del PESO DEL AGREGADO GRUESO:

Peso del agregado grueso = $\left(\frac{b}{b_0}\right) \times \text{Peso U.S.C}$

Donde:

- b: Modulo de fineza del agregado fino
- b₀: Tamaño Máximo Nominal de agregado fino
- u.s.c: Peso unitario seco compactado del agregado grueso

De la tabla 04

Sabemos que el modulo de fineza de A.f., es: 2.72
El tamaño Máximo Nominal del agregado grueso, es: $3/4''$

$$\left(\frac{b}{b_0}\right) = 0.63$$

P. A.G =

Entonces:

$$P. A. G = 988.85 \text{ Kg}$$

2.6	0.64
2.72	x
2.8	0.62

Interpolando:

Entonces

$$b/b_0 = 0.63$$

06. Cálculo del VOLUMEN ABSOLUTO:

Concreto total: 1.00 m^3

Peso específico del agua: 1000

$$\text{Cemento}_{(VA)} = \frac{c}{(\text{pe.cemento})_{\text{gr}} / \text{cm}^3 \times \text{pe.agua}}$$

$$\text{Cemento: } 0.10 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua}_{(VA)} = \frac{a}{\text{pe.agua}}$$

$$\text{Agua: } 0.21 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire}_{(VA)} = \frac{\text{aire atrapado}}{100}$$

$$\text{Aire: } 0.02 \text{ m}^3$$

$$A. Grueso_{(VA)} = \frac{P. A. G}{\text{pe. A. G}}$$

$$A. Grueso \text{ } 0.38 \text{ m}^3$$

La suma de todos los materiales debe ser igual a 1m^3 de concreto

$$\sum (\text{cem} + \text{agua} + \text{aire} + A. \text{grueso})_{VA} = 0.70 \text{ m}^3$$

$$A. Fino \text{ } 0.30 \text{ m}^3$$

TOTAL DE CONCRETO =

$$1.00 \text{ m}^3$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - MTC 197
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MATERIALES DE SUELOS Y
ENSAJES DE MATERIALES
Ing. Elizabeth M. A. Atubrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

Figura 43: Diseño de mezcla por el método ACI (b).

Fuente: Elaboración propia



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

07. Cálculo del PESO DEL AGREGADO FINO:

$$= (A.Fino)_{VA} \times pe.A.F$$

A. Fino 851.01 Kg

08. Representación del DISEÑO EN ESTADO SECO

Cemento	210.00	Kg
A. Fino	851.01	Kg
A. Grueso	988.85	Kg
Agua	205.00	Kg

09. Cálculo por CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS:

$$= P.seco \times \left(\frac{\%w}{100} + 1 \right) \quad \text{A. fino corregido: } \mathbf{880.79} \quad \text{Kg}$$

$$= P.seco \times \left(\frac{\%w}{100} + 1 \right) \quad \text{A. Grueso corregido: } \mathbf{994.78} \quad \text{Kg}$$

10. Cálculo por APORTE DE AGUA A LA MEZCLA:

$$= \frac{(\%w - \%abs) \times P.seco_{corregido}}{100} \quad \text{A. Fino: } \mathbf{7.66} \quad \text{Lt}$$

$$= \frac{(\%w - \%abs) \times P.seco_{corregido}}{100} \quad \text{A. Grueso: } \mathbf{2.19} \quad \text{Lt}$$

TOTAL: 9.85 Lt

11. Cálculo de AGUA EFECTIVA:

$$A.e = a - \text{Aporte agua}$$

A.e = 195.15 Lt

12. Cálculo del PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO:

C: 299.71
Proporcionamiento dividiendo

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
299.71 Kg	880.79 Kg	994.78 Kg	195.15 Lt.
1.00 Kg	2.94 Kg	3.32 Kg	27.67 Lt.

$$= \frac{c}{c} = \frac{(A.F)_{CH}}{c} = \frac{(A.G)_{CH}}{c} = a - (a)_{AM}$$

13. Cantidad de material por tanda:

CEMENTO	42.50	Kg/bls
A. FINO	124.90	Kg/bls
A. GRUESO	141.06	Kg/bls
AGUA DE DISEÑO	27.67	Lt/bls



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAJO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

Figura 44: Diseño de mezcla por el método ACI (c).

Fuente: Elaboración propia



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

14. Proporción por una probeta:

VOLUMEN DEL TESTIGO



$$r = 0.075 \text{ m}$$

$$h = 0.3 \text{ m}$$

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 0.0053 \text{ m}^3$$

CANTIDAD DE MATERIAL PARA UNA PROBETA

DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL (Kg)
CEMENTO	1.91 Kg
ARENA	5.60 Kg
GRAVA	6.33 Kg
AGUA	1.24 Kg



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

Figura 45: Diseño de mezcla por el método ACI (d).

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N° 05: Ensayo de resistencia a la tracción por compresión
diametral simple**

Fichas de laboratorio – USP – Huaraz



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
SOLICITA: BACH. CHAVEZ QUINONEZ ANTONIO SERGIO

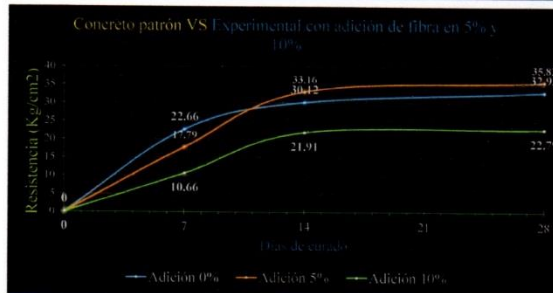
TESIS: ADICION DE 5% Y 10% DE FIBRA DE AGAVE EN LA RESISTENCIA A LA TRACCION DE UN CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2 - 2017 UN CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2 - 2017

LUGAR: HUARAZ - ANCASH - PERU
FECHA: 05/09/2017

ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL NTP 339.084:2012

Título: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica
Resumen: Establece el procedimiento para la determinación de la resistencia a la tracción indirecta de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados y testigos diamantinos.
Reemplaza a: NTP 339.084:2012
I.C.S: 91.100.30 Hormigón y productos de hormigón

DISEÑO	EDADES / DIAS	N°	PROBETA	ALTURA (cm)		DIÁMETRO (cm)		CARGA MAX. (Kgf)		ESFUERZO (Kg/cm2)		TIPO DE FALLA
				cm	Prom	cm	Prom	cm	Prom	Kg/cm2	Prom	
I: 0.0% FIBRA DE AGAVE	7	1	3	30.54	30.42	15.27	15.36	18460.00	16624.67	25.20	22.66	Diametral
		2		30.29		15.36		16214.00		22.19		
		3		30.43		15.45		15200.00		20.58		
	14	1	3	30.35	30.49	15.4	15.40	22820.00	22213.33	31.08	30.12	
		2		30.75		15.52		22240.00		29.67		
		3		30.37		15.28		21580.00		29.60		
	28	1	3	30.61	30.46	15.5	15.51	24108.00	24436.00	32.35	32.93	
		2		30.47		15.44		23850.00		32.27		
		3		30.29		15.59		25350.00		34.18		
I: 5.0% FIBRA DE AGAVE	7	1	3	30.54	30.42	15.27	15.36	12580.00	13058.67	17.17	17.79	Diametral
		2		30.29		15.36		13700.00		18.75		
		3		30.43		15.45		12896.00		17.46		
	14	1	3	30.35	30.49	15.4	15.40	23578.00	24463.33	32.11	33.16	
		2		30.75		15.52		25427.00		33.92		
		3		30.37		15.28		24385.00		33.45		
	28	1	3	30.05	30.15	15.03	15.12	25730.00	25645.00	36.27	35.82	
		2		30.27		15.13		26025.00		36.18		
		3		30.12		15.2		25180.00		35.01		
I: 10.0% FIBRA DE AGAVE	7	1	3	30.54	30.42	15.23	15.32	8920.00	7806.67	12.21	10.66	Diametral
		2		30.29		15.41		7180.00		9.79		
		3		30.43		15.33		7320.00		9.99		
	14	1	3	30.35	30.49	15.34	15.31	15700.00	16066.67	21.47	21.91	
		2		30.75		15.22		16520.00		22.47		
		3		30.37		15.37		15980.00		21.79		
	28	1	3	30.07	30.15	15.27	15.22	17200.00	16426.67	23.85	22.79	
		2		30.18		15.11		16560.00		23.12		
		3		30.21		15.27		15520.00		21.42		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
DISEÑO DE MATERIAL
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

Figura 46: Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral NTP 339.084:2012. (a)
Fuente: Elaboración Propia



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

SOLICITA: BACH. CHAVEZ QUIÑONEZ ANTONIO SERGIO

TESIS: ADICIÓN DE 5% Y 10% DE FIBRA DE AGAVE EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE UN CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2 - 2017 UN CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2 - 2017

LUGAR: HUARAZ - ANCASH - PERU

FECHA: 05/09/2017

ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL NTP 339.084:2012

Título: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica

Resumen: Establece el procedimiento para la determinación de la resistencia a la tracción indirecta de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados y testigos diamantinos.

Reemplaza a: NTP 339.084:2012

L.C.S: 91.100.30 Hormigón y productos de hormigón

DISEÑO	EDADES / DIAS	Nº	PROBETA	ALTURA (cm)		DIÁMETRO (cm)		CARGA MAX. (Kgf)		ESFUERZO (Kg/cm2)		TIPO DE FALLA
				cm	Prom	cm	Prom	cm	Prom	Kg/cm2	Prom	
I: 0.0% FIBRA DE AGAVE	7	1	3	30.54	30.42	15.27	15.36	18460.00	16624.67	25.20	22.66	Diametral
		2		30.29		15.36		16214.00		22.19		
		3		30.43		15.45		15200.00		20.58		
	14	1	3	30.35	30.49	15.4	15.40	22820.00	22213.33	31.08	30.12	Diametral
		2		30.75		15.52		22240.00		29.67		
		3		30.37		15.28		21580.00		29.60		
	28	1	3	30.61	30.46	15.5	15.51	24108.00	24436.00	32.35	32.93	Diametral
		2		30.47		15.44		23850.00		32.27		
		3		30.29		15.59		25350.00		34.18		
I: 5.0 % FIBRA DE AGAVE	7	1	3	30.54	30.42	15.27	15.36	12580.00	13058.67	17.17	17.79	Diametral
		2		30.29		15.36		13700.00		18.75		
		3		30.43		15.45		12896.00		17.46		
	14	1	3	30.35	30.49	15.4	15.40	23578.00	24463.33	32.11	33.16	Diametral
		2		30.75		15.52		25427.00		33.92		
		3		30.37		15.28		24385.00		33.45		
	28	1	3	30.05	30.15	15.03	15.12	25730.00	25645.00	36.27	35.82	Diametral
		2		30.27		15.13		26025.00		36.18		
		3		30.12		15.2		25180.00		35.01		
I: 10.0% FIBRA DE AGAVE	7	1	3	30.54	30.42	15.23	15.32	8920.00	7806.67	12.21	10.66	Diametral
		2		30.29		15.41		7180.00		9.79		
		3		30.43		15.33		7320.00		9.99		
	14	1	3	30.35	30.49	15.34	15.31	15700.00	16066.67	21.47	21.91	Diametral
		2		30.75		15.22		16520.00		22.47		
		3		30.37		15.37		15980.00		21.79		
	28	1	3	30.07	30.15	15.27	15.22	17200.00	16426.67	23.85	22.79	Diametral
		2		30.18		15.11		16560.00		23.12		
		3		30.21		15.27		15520.00		21.42		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Foo. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

Figura 47: Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral NTP 339.084:2012. (b)
Fuente: Elaboración Propia

SOLICITA: BACH. CHAVEZ QUIÑONEZ ANTONIO SERGIO

TESIS: ADICIÓN DE 5% Y 10% DE FIBRA DE AGAVE EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE UN CONCRETO DE F' C=210 KG/CM2 - 2017 UN CONCRETO DE F' C=210 KG/CM2 - 2017

LUGAR: HUARAZ-ANCASH - PERU

FECHA: 05/09/2017

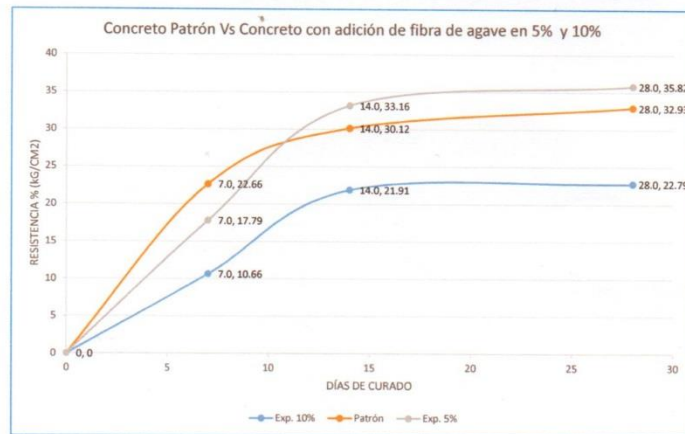
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

Título: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica

Resumen: Establece el procedimiento para la determinación de la resistencia a la tracción indirecta de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados y testigos diamantinos.

Reemplaza a: NTP 339.084:2012

I.C.S: 91.100.30 Hormigón y productos de hormigón



Edades	T1 - P	T2 - E 5%	T3 - E 10%
0	0	0	0
7.0	22.66	17.79	10.66
14.0	30.12	33.16	21.91
28.0	32.93	35.82	22.79



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

Figura 48: Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral NTP 339.084:2012. (c)
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 06: Panel Fotográfico



Figura 49: Extracción de las pencas de agave

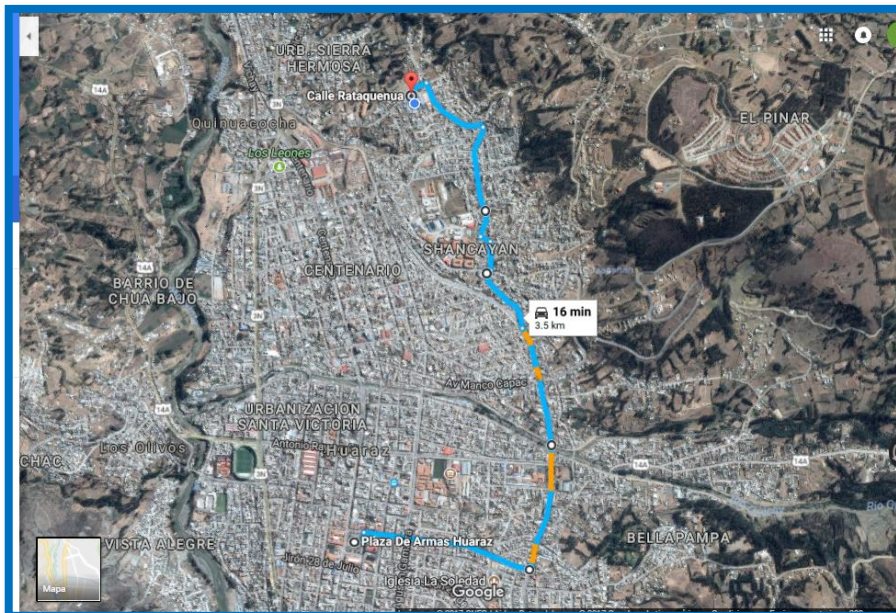


Figura 50: Ubicación geográfica del barrio de Shancayan – Huaraz.



Figura 51: Extracción de la fibra de agave..



Figura 52: Obtención de la fibra de agave.



Figura 53: Curado de la fibra de agave.



Figura 54: Secado de la fibra de agave



Figura 55: Muestras de fibras de agave secas.



Figura 56: Corte y medición de la fibra de agave con longitud de 10cm.



Figura 57: Muestra de fibra de 10cm de longitud.



Figura 58: Extracción de los agregados.



Figura 59: Ubicación de la cantera Tacllan “Rolan” - Huaraz



Figura 60: Tamizado de los agregados.



Figura 61: Secado de las muestras de agregado en el horno durante 24 horas.



Figura 62: Ensayo de Absorción y peso específico de los agregados.



Figura 63: Proporción de los materiales



Figura 64: Preparación de la mezcla de concreto



Figura 65: Adición de fibra de agave a la mezcla de concreto



Figura 66: Ensayo de asentamiento del concreto “Slump”



Figura 67: Elaboración de las probetas de concreto



Figura 68: Curado de especímenes de concreto



Figura 69: Dimensionado de los especímenes de concreto.

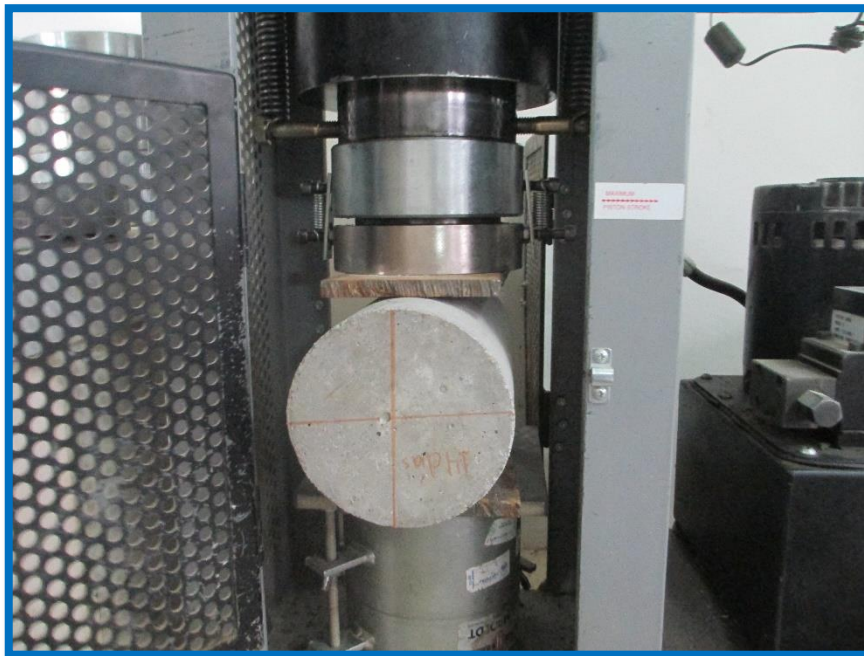


Figura 70: Realización de ensayo de tracción por compresión diametral simple espécimen experimental con 5% de fibra de agave - Laboratorio de la USP – Huaraz



Figura 71: Falla por tracción diametral de la probeta experimental con 5% de fibra de agave.



Figura 72: Realización de ensayo de tracción por compresión diametral simple espécimen experimental con 10% de fibra de agave - Laboratorio de la USP – Huaraz



Figura 73: Falla por tracción diametral de la probeta experimental con 5% de fibra de agave.



Figura 74: Muestra de los especímenes ensayados a tracción por compresión diametral simple.