

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia a tracción de un concreto $f'_c=210$ kg/cm² con
adición de 4% y 8% de fibra de nopal**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Quiroz Ramírez, Elizabeth Moreli

Asesor

Miguel Ángel, Solar Jara

Huaraz – Perú
2019

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
	<ul style="list-style-type: none">• Construcción y gestión de la construcción

**RESISTENCIA A TRACCION DE UN CONCRETO
F´C=210 KG/CM2 CON ADICION DE 4% Y 8% DE
FIBRA DE NOPAL**

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue determinar fortaleza y tensión alcanzada del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con la adición del 4% y 8% de fibra de nopal del peso del cemento, en la ciudad de Huaraz en el año (2018 – 2019).

Esta investigación es lo suficientemente experimental y descriptiva para obtener resultados con fines prácticos. El diseño incluye instrucciones detalladas para concreto estándar y experimental y agrega 4% y 8% de fibras. Cada proyecto (probeta) se rompió en 7, 14 y 28 días, lo que facilita el control del predominio de la fibra de nopal.

También se efectuó la precisión de la fibra nopal comprobando su pertenencias física y químicas tales como: el potencial de hidrogeno (PH) 5.95, análisis de fluorescencia de rayos X; Ca 8.942%, Al 5.178%, k 3.017%, resistencia a la tracción 4.39 kg y la deformación unitaria 3.00%.

La forma experimental comenzó con la elaboración, muestra y verificación de 09 muestras estándar de hormigón a 210 kg / cm²; relativo a w / c de 0.68, 09 modelos de hormigón experimental así que se agregó 4% de nopal a w / c de 0.69 y 09

La muestra de concreto experimental con un 8% de napol agregada, la relación a / c fue de 0.70 al final, se llevó a cabo el ensayo de resistencia a la tracción por compresión de diámetro único NTP 339.084: 2012 es similar a ASTM C496 / C496M, en la cual se agrega 4% del concreto experimental, el contenido de fibra de carmín supera el 0.8% del estándar de concreto.

ABSTRACT

The purpose of this dissertation was to determine the strength of concrete $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ with the addition of 4% and 8% of the weight of nopal cement fiber in the city of Huaraz 2018-2019.

The research was experimental and descriptive, leading to results for practical purposes. The design consisted in the elaboration of the standard and experimental concrete with the addition of 4% and 8% of nopal fiber; Each of the designs (briquettes) was broken at 7, 14 and 28 days, which has made it easier to determine the influence of the addition of the nopal fibers.

The characterization of the prickly pear fiber was also determined by determining its physical and chemical properties such as: hydrogen potential (PH) 5.95, X-ray fluorescence analysis; Ca 8,942%, At 5,178%, 3,017% k, tensile strength 4.39 kg and unit deformation 3.00%.

The experimental procedure began with the preparation, sampling and control of 09 concrete test specimens $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$; in relation to a / c of 0.68 for the standard concrete, 09 experimental concrete specimens with the addition of 4% of nopal fiber; the a / c ratio for the concrete in question is 0.69 and 09 experimental concrete specimens with the addition of 8% nopal fiber; the a / c ratio for the concrete in question is 0.70. And finally it was carried out in a tensile strength test by simple diametral compression according to NTP 339.084: 2012 equivalent to ASTM C496 / C496M, where the experimental concrete with the addition of 4% of nopal fiber exceeded 0.8% of the standard concrete.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

Palabras clave - Keywords – Línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Lista de tablas	vi
Lista de figuras	vii
Introducción	1
Metodología	33
Resultados	37
Análisis y discusión	69
Conclusiones y Recomendaciones	72
Agradecimientos	74
Referencias bibliográficas	75
Anexos y apéndices	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Componentes químicos del cemento.....	12
Tabla 2: Composición química de 100g de Nopal fresco.	13
Tabla 3: Composición química de cladodios de distintas edades (Porcentaje materia seca). 14	
Tabla 4: Resistencia mecánica a tensión del TPS y las fibras de fique nativas y alcalinizadas.	16
Tabla 5: Propiedades físicas de algunas fibras vegetales.	25
Tabla 6: Propiedades físicas y mecánicas de algunas fibras.	26
Tabla 7: Requisitos para agua de mezcla-NTP 339.088	29
Tabla 8: Rango de variación de la resistencia a tracción del hormigón para distintos métodos de ensayo (valores típicos).....	39
Tabla 9: Variable dependiente.	40
Tabla 10: Variable Independiente.	40
Tabla 11: Diseño en bloque cantidad de briquetas según días de curado y porcentaje de adición de fibra de Nopal.....	42
Tabla 12: Técnicas de Recolección de Información.	44
Tabla 13: Espectro de FRXDE de fibras secas de Nopal.	46
Tabla 14: Composición elemental de polvo de fibras secas en % de masa.....	47
Tabla 15: Análisis fisicoquímicos de la fibra de nopal.	47
Tabla 16: Resistencia a la tracción de la fibra de nopal	48
Tabla 17: Deformación unitaria de la fibra de nopal	48
Tabla 18: Ensayo de contenido de humedad de agregado fino.	49
Tabla 19: Ensayo de contenido de humedad de agregado grueso.	49
Tabla 20: Ensayo de análisis granulométrico de arena.	50
Tabla 21: Ensayo de análisis granulométrico de grava.	51
Tabla 22: Ensayo del Peso específico y absorción de agregado grueso.....	52
Tabla 23: Ensayo del Peso específico y absorción de agregado fino.	53
Tabla 24: Ensayo de peso unitario suelto y compactado de agregado grueso.	53
Tabla 25: Ensayo peso unitario suelto y compactado de agregado fino.	54
Tabla 26: Datos obtenidos de los ensayos en el laboratorio de los agregados fino y grueso. 54	
Tabla 27: Valores de diseño de materiales para la mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	55
Tabla 28: Datos obtenidos de los ensayos de los agregados.	55
Tabla 29: Contenido de aire atrapado.	56
Tabla 30: Volumen unitario de agua.	57
Tabla 31: Relación agua cemento por resistencia.	57

Tabla 32: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.	58
Tabla 33: Diseño en estado seco.	59
Tabla 34: Cálculo de agua efectiva.	60
Tabla 35: Proporcionamiento de los materiales.	60
Tabla 36: Cantidad de material por tanda.	60
Tabla 37: Cantidad de material para una probeta.....	61
Tabla 38: Cantidad de cemento para una probeta de concreto patrón.....	61
Tabla 39: Adición 4% de fibra de nopal en la mezcla de concreto por probeta.....	61
Tabla 40: Adición 8% de fibra de nopal en la mezcla de concreto por probeta.....	62
Tabla 41: Proporción de materiales para 9 probetas patrón.	62
Tabla 42: Proporción de materiales por 9 probetas experimental de 4%	62
Tabla 43: Proporción de materiales por 9 probetas experimental de 8%	62
Tabla 44: Proporción de material para 27 probetas.....	63
Tabla 45: Relación agua cemento de concreto patrón vs experimental.	63
Tabla 46: Resumen de la resistencia promedio entre la relación a/c.....	64
Tabla 47: Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto patrón.....	67
Tabla 48: Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto experimental 4%	68
Tabla 49: Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto experimental 8%	69

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1: Curvas esfuerzo vs deformación para el TPS y las fibras de fique nativas y alcalinizadas.....	17
Figura 2: Isotermas de absorción del TPS y las fibras de fique con y sin tratamiento.....	17
Figura 3: Patrón de deformación en una matriz que rodea a una fibra sometida a un esfuerzo de tracción.....	19
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.....	19
Figura 5: Diagrama esfuerzo deformación unitaria.....	22
Figura 6. Tracción directa y por compresión diametral, en caso de requerir platina interpuesta en un solo cabezal.....	34
Figura 7: Ensayo de resistencia a la tracción por Compresión diametral.....	35
Figura 8: Resistencia a la tracción por compresión diametral.....	36
Figura 9: Distribución de tensiones teórica sobre los planos diametral y vertical para el ensayo de tracción indirecta.....	38
<i>Figura 10: Distribución del esfuerzo horizontal en un cilindro cargado sobre un ancho igual a 1/12 del diámetro.....</i>	<i>39</i>
Figura 11: Variación de la resistencia a tracción con la resistencia a compresión en el ensayo de flexión y de tracción por compresión diametral.....	40
Figura 12: Interpretación de los procesos a realizar.....	43
Figura 13: Curva granulométrica del agregado fino.....	51
Figura 14: Curva granulométrica del agregado grueso.....	52
Figura 15: Promedio de porcentaje de resistencia según su relación $a/c = 0.68$	65
<i>Figura 16: Promedio de porcentaje de resistencia según su relación $a/c = 0.69$.....</i>	<i>65</i>
Figura 17: Promedio de porcentaje de resistencia según su relación $a/c = 0.70$	65
Figura 18: Comparación del porcentaje de resistencia a la tracción según su relación a/c	66
Figura 19: Comparación de la resistencia a tracción de un concreto patrón VS Experimental con adición de fibra de nopal en 4% y 8%.....	70
Figura 20: Cuadros comparativos del ensayo de resistencia a la tracción de la probeta patrón según días de curado.....	71
Figura 21: Comparación de resistencia a tracción con adición de 4% y 8% a los 7 días.....	71
Figura 22: Comparación de resistencia a tracción con adición de 4% y 8% a los 14 días.....	72
Figura 23: Comparación de resistencia a tracción con adición de 4% y 8% a los 28 días.....	72

INTRODUCCIÓN

Las actividades de construcción son el principal factor de degradación ambiental y son más graves es el monóxido de carbono liberados a la atmosfera, también conocidos en los últimos años, los fabricantes han logrado avances considerables en la disminución de efectos de contaminación y la construcción.

Se muestra importancia por el material de desechos innovadores y la construcción sostenible, se presta interés a las experiencias e investigaciones sobre áridos y / o hormigones reforzados con fibras y residuos de plástico, vidrio, celulosa y caucho. (Fraternali et al., 2011).

A partir de las referencias observadas, se mencionan las actividades más resaltantes para este estudio, Juárez, Rodríguez, Raymundo y Rechy (2003) realizaron evaluación en el programa que consistieron en ensayos de de fibra y concreto reforzadas con fibra natural (CRFN). Para caracterizar las fibras se obtuvieron su diámetro, longitud promedio, % de absorción de agua, densidad absoluta y porosidad.

Las características mecánicas obtenidas fueron un esfuerzo máximo de tensión y elongación a la rotura, obteniendo dichas conclusiones. Las fibras de lechuguilla tienen importantes propiedades físicas y mecánicas, como su resistencia máxima a la tracción, por lo que pueden considerarse como posibles materiales de refuerzo en el hormigón.

En comparación con el concreto simple, una pequeña cantidad de fibras largas agregadas para que así permita que el concreto resista cargas de flexión más altas.

Por otro lado, en la investigación de Díaz (2016), examinó el efecto inhibitorio causado por la contracción plástica y pudo establecer la sustancia óptima de la fibra en el concreto. Las propiedades del concreto endurecido se han estudiado utilizando fibras sintéticas y fibras naturales de origen animal.

Por ello, se compararon y analizaron fibras sintéticas y fibras naturales de origen animal (plumas de ave) y se llevó a cabo una investigación bajo las pruebas y experimentales especificadas por ASTM. Prueba en proceso concreto. Ya sea la forma inicial (hormigón utilizable) o la forma final (hormigón endurecido), todas cumplen

con los estándares técnicos peruanos establecidos para el diseño anterior, llegué a la siguiente conclusión: las fibras naturales pueden reemplazar las fibras artificiales porque son casi indistinguibles. También reduce su costo y tendrá un impacto positivo en el medio ambiente.

Asimismo, la encuesta de Castillo, Sáenz, Narcia y Vázquez (2012) estudiaron

Asimismo, la encuesta realizada por Castillo, Sáenz, Narcia y Vázquez (2012) investigó los efectos de la siembra de riego y fertilización sobre las propiedades físicas y mecánicas de cinco fibras vegetales de *chrysophyllaceae*. Las pruebas físicas evaluadas son diámetro promedio y densidad lineal; en términos de propiedades mecánicas,

Para determinar el diámetro, se tomaron lotes de 80 filamentos al azar, las mediciones se realizaron utilizando un calibre digital (Truper lcd) de 0.01 mm de precisión; para la densidad lineal se seleccionaron al azar 100 muestras (filamentos) de cada lugar de origen, luego se cortó la base y la raíz de la fibra hasta una distancia de 50 mm. Mida la longitud con una regla graduada (1 mm) y determine el peso del filamento mediante una balanza analítica con una precisión de 0,001 g. Al culminar el trabajo el investigador llegó a la siguiente conclusiones: La baja densidad lineal de la fibra Lechuguilla (5,97 y 6,56 Decitex) refleja una mayor finura, mientras que la densidad lineal (8,8 a 10,74 Decitex) tiende a ser más gruesa y rígida. La condición está relacionada con la propia genética de la planta.

Cuando la fibra muestra tener un menor porcentaje de alargamiento y una baja tensión es por su finura por ello, este tipo de investigación es muy importante, ya que de acuerdo con las características materiales de cada fuente se puede definir específicamente su uso.

También se revisó la investigación de Vilaseca y Espinach (2013) estudiaron el material compuesto de polietileno con un 40% de fibra de sisal se estudió desde la perspectiva de la geometría real de las fibras naturales y su combinación con la matriz, y el sistema se modeló utilizando el modelo Kelly-Tyson, que fue desarrollado por Bowyer-Baide. Los compuestos correspondientes con y sin agentes de acoplamiento se fabrican, procesan y caracterizan. Concluyeron que:

El resultado es un material de alto rendimiento en comparación con la matriz básica de HDPE, que duplica las propiedades mecánicas de tracción y flexión, de 17,65 MPa (matriz) a 39,6 MPa (mejor compuesto de unión, 4% MAPE).

Asimismo, se revisó la investigación de Cortés (2009), por lo tanto se estudiaron las propiedades mecánicas de tracción de las fibras de bagazo de *Agave angustifolia* Haw y se modificaron el diámetro, longitud, velocidad, tipo y comportamiento característico de las fibras. de las curvas era determinado estrés-tensión. Para ello, se monitorio la obtención del bagazo residual, se recolectó del bagazo y purificó la fibra.

Luego, se utilizó el microscopio óptico y mide el diámetro aparente y el área de la sección transversal para determinar la forma de la sección transversal; la prueba de esfuerzo se realizó en la máquina de prueba universal, se analizaron los resultados y se realizó el análisis de varianza (ANOVA).

Los cambios en la velocidad afectarán las propiedades mecánicas de las propiedades de la fibra, porque cuando se aumenta la velocidad de 1 a 50 mm / min, el RUT aumenta de 92,38 a 114,30 MPa, la ME es de 1, 30 a 193 GPa eDU se estabiliza de 0,24 a 0,23 mm / mm Entre. Concluyó que: el cambio de la longitud de la muestra tiene los siguientes efectos sobre las propiedades mecánicas de la fuerza de tracción: tendencia: con la Aumento de 10 mm a 20 mm, RUT disminuyó de 14,83 a 13,99 MPa, ME aumentó de 0,20 a 0,24 GPa y AU aumentó de 0,24 a 0,16 mm / mm. Gracias a este tratamiento, la correlación R de AU es significativa al menos en una longitud de 10 mm, porque el nivel de significativo de AU es menor que 0. 05 y el valor P es mayor que 0. 05. La fibra obtenida de las hojas con un diámetro de 0,20 a 0,39 mm tiene un RUT de 86,50 MPa, ME de 1,02 GPa y DOS de 0,38 mm / mm. En comparación, el

El RUT es un 470% más grande que la fibra de bagazo probada con el mismo diámetro. La Tabla 21 compara los resultados promedio de este trabajo con los de otras fibras vegetales.

Asimismo, se revisó la investigación de Gómez (2009), La empresa se centra en el desarrollo de materiales compuestos reforzados con fibras naturales que cumplen con el rendimiento mecánico y de producción necesarios para competir con los compuestos tradicionales de fibra de vidrio en determinadas aplicaciones.

Esta investigación se realizó sobre diferentes tipos de fibras vegetales y las procesó para buscar una mayor integración entre la matriz y las fibras. El objetivo principal de las mismas es incrementar el efecto sinérgico de los compuestos y evaluar qué grupo de fibras se comportan más Los materiales compuestos reforzados con fibra de vidrio son mejores. Al evaluarse sin refuerzo, las fibras tratadas con hidróxido mostraron un desempeño aceptable y mejoraron las propiedades mecánicas de la matriz. La conclusión fue:

Este hallazgo puede probar que al comparar el módulo de elasticidad de las muestras de prueba, la fibra vegetal juega un papel de refuerzo en el material compuesto.

La ubicación de las fibras naturales es crucial en las características mecánicas del compuesto, pues dependiendo de la dirección de la carga, funcionarán mejor y mantendrán una mayor sinergia con la matriz, reduciendo así la separación.

De igual manera se revisó la investigación de Cobreros (2008) Se examinaron las posibilidades de utilizar fibras vegetales de granjas como material de construcción para edificaciones sostenibles, utilizando y aplicando materiales naturales de bajo impacto ambiental, bajo consumo de energía primaria y bajas emisiones de CO₂.

Analizar el contexto ambiental actual, investigaciones, teóricas y trabajos bibliográficos sobre las características y usabilidad de la fibra vegetal, investigación y análisis rigurosos del uso tradicional y actual de la fibra vegetal como material de construcción en edificaciones sostenibles, evaluación de impacto sobre el medio ambiente y la producción agrícola influencia de la composición de fibras vegetales del material. La conclusión es:

La industrialización ha incrementado la producción de productos agrícolas o la disponibilidad de subproductos con costos de materia orgánica muy bajos, creando así un valor agregado ecológico de construcción sustentable.

Fibras vegetales lignocelulósicas de operaciones agrícolas, como un importante producto sustituto o subproducto para apoyar la creciente demanda de fibras de madera y como sustituto de fibras como el amianto. Recurso renovable abundante local y barato con menos producción de residuos que los productos sintéticos, con un método de obtención que puede considerarse saludable y ecológico.

En el estudio de Juárez (2002) se estudiaron alternativas de solución al problema de insuficiencia habitacional e infraestructura en la región de Ixtlera, que ocupaba el 10% del territorio nacional. Su propósito es generar material compuesto de cemento Portland para así reforzar con fibra de ceniza natural, que tiene resistencia, durabilidad y puede usarse en la elaboración de materiales de construcción a precios solidarios.

La conclusión es: Producir elementos constructivos con esta composición, como chapas onduladas, prefabricaciones arquitectónicas y falsificaciones perdidas. Sin embargo, la durabilidad de la fibra de hormigón debe explorarse más a fondo para que sea factible en el desarrollo de infraestructura en áreas rurales como tuberías, almacenes y carreteras.

La fibra tiene propiedades físicas y mecánicas, como máxima resistencia a la tracción y flexibilidad, y se considera un material de refuerzo en el hormigón. En comparación con el concreto ordinario, las fibras largas tratadas con cera de parafina y 0,5% en volumen de hormigón tienen una mayor capacidad de carga de tracción y flexión.

Una vez que la matriz se ha agrietado, las fibras de lechuguilla hacen que el hormigón sea dúctil.

También se revisa la investigación de Parra y Parra (2007). Examinaron las propiedades de las fibras de respaldo, determinaron sus propiedades mecánicas, como el aguante a la tracción y el plan de flexibilidad, luego determinaron el afecto entre las fibras. Finalmente convierta el sustrato y el mortero a un patrón de prueba de presión de mortero común, la firmeza a la tracción del mortero común y el mortero

reforzado, la fuerza de pandeo del mortero común y la potencia de trabajo del mortero y el mortero reforzado.

El resultado es que existe una idea más clara de la interacción entre estos dos materiales y la disponibilidad de arena para futuras investigaciones en el área para obtener un artículo completo de este nuevo material, ya que puede ser un desarrollo para poblaciones vulnerables. Oportunidades de desarrollo Concluyeron que:

La fibra portadora es un material con alta resistencia a la tracción, que puede soportar una fuerza de tracción de 1400 Mpa, lo que seguramente será una gran adición al hormigón y al mortero porque es un material formado y resistente a la corrosión. Tensión y flexión.

Es decir firmeza a la tracción de la fibra fibrosa cambia mucho con el diámetro medio de la fibra y se encuentra que las fibras de diámetro medio mayor soportan una carga mayor. Por lo tanto, se recomienda utilizar fibra de concreto. También aporta soluciones a problemas habituales del concreto y del mortero como: B. Contracción, microfisuración en elementos de flexión y tracción.

Asimismo, se revisó la investigación de Pinzón (2013), quien realizó la indagación en el laboratorio de la Universidad de Piloto, Colombia, la temperatura ronda los 33°C. La fibra de los gases de combustión utilizada en el estudio se adquirió en Rionegro (Antioquia) y se cortó en trozos de 6 cm. Adoptar las recomendaciones del Grupo Fibra de la Secretaría Técnica del Comité Específico del Instituto Colombiano de Medidas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Según el nivel internacional, el fique se clasifica como una fibra de gran tamaño con una longitud entre 13 mm y 70 mm. Se recomienda utilizar una proporción de 9 a 18 kg / m³. Se decide utilizar la cantidad de adición de fibra del 4%, que es 0,5%, 1,0%, 1,5% y 2,0% del peso del agregado fino dentro de este intervalo. La mezcla consiste en una composición especificada como 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 la compresión se determina a través de las pruebas en la investigación, es decir, el porcentaje óptimo de fibra de humo añadida al hormigón se acerca a los 3,3 Kg / m³ de hormigón o al 0,3% con respecto al peso del agregado fino.

En el aguante a la tensión el contenido de fibra de fique adicionado al concreto no causaron aumento en la resistencia a la flexión. La adición del 5% reduce considerablemente al módulo de ruptura. Por lo que el módulo de rotura de 14 MPa es de 29,1 kg / cm², el módulo de rotura del 1,5% de adición de fibra es de 11,6 kg / cm². Como se hicieron los comentarios en las secciones anteriores, la investigación es social e intelectualmente racional.

La contribución teórico de esta actividad permitirá establecer la firmeza a tracción del concreto f_c 210 kg / cm², y la adición de 4% y 8% de fibras de nopal para encontrar opciones alternativas de ingeniería civil. En el campo de investigación servirá para continuar la línea de indagación referida al uso de fibras naturales como: marco de referencia teórica, métodos y operaciones.

Se justifica en lo social porque demanda el uso de material no convencional disponible, prescindido en la zona, y orientado a solucionar problemas en la sociedad.

En efecto, el hormigón ha sido estudiado internacionalmente en sus diversas formas de presentación estructural, la resistencia del hormigón se ha estudiado cuando se han agregado varios cuerpos a sus componentes con el fin de determinar en qué medida estos cuerpos aumentan o disminuyen la resistencia a presión y tracción. , los efectos obtenidos fueron diferentes, de la misma forma que con esta adición intentamos reducir los costos de producción del hormigón y por tanto reducir los costos de las básculas sin reducir significativamente la resistencia del hormigón. 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 El porcentaje de fibra de Nopal sobre el hormigón es un tipo de estructura de concreto que no ha sido ampliamente utilizado a nivel nacional e internacional. Los pocos estudios arrojaron resultados diferentes, por lo que mostró la necesidad de cálculos para determinar si el concreto se puede usar sin cambiar las propiedades mínimas de resistencia a la presión y la tracción del hormigón.

Al indagar sobre problemas estructurales generales locales y ambientales, para encontrar mejor solución, es posible analizar que la fibra de nopal es improductiva,

desperdicia sus propiedades y descuida los múltiples usos que pueden dar a la biomasa. A través del análisis del proceso de fabricación de la fibra rouge, surgieron muchos problemas que llevaron al análisis de muchas alternativas entre las posibles soluciones sobre cómo utilizar las materias primas.

Debido a lo anterior, consideramos el siguiente problema de búsqueda:

¿Cuál es la resistencia a la tracción de un concreto $f'c$ $u003d$ 210 kg / cm² si se agregan 4% y 8% de fibra de cactus en comparación con un concreto estándar?

Cemento:

Rivva, (1999) en su libro de “Diseño de mezclas” definió al cemento: Son minerales pulverizados

Su característica es que con cierta cantidad de agua formará una pasta cohesiva que puede endurecerse en agua y aire, produciendo compuestos estables. Las materias primas básicas del cemento son rocas calcáreas, arcilla extraída de minas a cielo abierto (canteras) y yeso utilizado para ajustar el tiempo de fraguado durante el proceso de molienda.

Abanto, (2000) en su libro "Análisis y Diseño de Edificios Alvenry" lo definió como: Un procedimiento de producción que incluye la obtención de una mezcla de silicato cálcico y aluminatos obtenida mediante un proceso de cocción a alta temperatura. Calizas y arcillas calcinadas en hornos rotatorios, donde después se unen a 850-1500 ° C y este producto descompone las materias primas (arcilla y piedra caliza) en óxidos del horno rotatorio se denomina Clinker.

Abanto, (2000) en su libro “Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería” la definió como: Un procedimiento de producción que incluye la obtención de una mezcla de silicato cálcico y aluminatos obtenida mediante un proceso de cocción a alta temperatura. Calizas y arcillas calcinadas en hornos rotatorios, donde después se unen a 850-1500 ° C y este producto descompone las materias primas (arcilla y piedra caliza) en óxidos sale del horno giratorio se denomina Clinker.

Tabla 1: Componentes químicos del cemento

% DE OXIDOS (PESO)	RANGO
CaO	60-67
SiO ₂	18-25
Al ₂ O ₃	3-8
Fe ₂ O ₃	0.5-6.0
Na ₂ O+K ₂ O	0.2-1.3
MgO	0.1-4.0
Cal libre	0-2
SO ₃	1-3

Fuente: (constructorcivil, 2010)

El nopal

Nopal es una especie cultivada, cactus indio ficus, pasto de trigo almendrado, pasto de frijol xoconostle, solanum gigante y Streptomyces y especies silvestres: cactus papaya, Arabidopsis leucocephala y Robusta Banyan es el cactus más plantado del mundo. Por su similitud con las plantas espinosas cultivadas en Opus, Grecia, Tourneforten usó el nombre científico en 1700 (Saravia-Tasayco, 2004; Velásquez, 1998). Las características de estas especies son variables, variando en la forma de las ramas, la presencia o ausencia de espinas y el tamaño y color del fruto (Barrientos, 1983).

La plantación y uso del achiote se remonta a las antiguas civilizaciones de Centroamérica, y su importancia para la vida social, económica y religiosa determina la ruta migratoria de las tribus nómadas de Aridoamérica, un asentamiento humano en el centro de México, y es parte del escudo de Tenochtitlán. , Este símbolo continúa hasta el día de hoy. El achiote utilizado en México se encontró en semillas, cáscaras y fibras fosilizadas de achiote encontradas durante excavaciones en Tehuacán, Puebla, hace 7.000 años (Pimienta, 1990)

La compocion nopal:

La Tabla I.I muestra la composición química del nopal fresco. Desde un punto de vista industrial, este recubrimiento es interesante porque cuando los brotes son blandos

(10-15 cm), tienden a producir carmín; cuando son parcialmente leñosas (2-3 años de cobertura), se utilizan para producir harina. Y otros productos

Tabla 2: Composición química de 100g de nopal fresco.

Parametro	Contenido
Porcion comestible	78,00
Energía (kcal)	27,00
Proteínas (g)	1,70
Grasas (g)	0,30
Carbohidratos (g)	5,60
Calcio (mg)	93,00
Hierro (mg)	1,60
Tiamina (mg)	0,03
Riboflavina (mg)	0,06
Niacina (mg)	0,03
Ascórbico (mg)	8,00

Fuente: De la Rosa, 2001

El contenido de componentes macroscópicos en el revestimiento cambia con la edad, como se muestra en la Tabla 2. El carmín aporta mucha agua (alrededor del 90%) y su alto contenido de fibra es comparable al de varias frutas y verduras. vegetales. (Zambrano et al., 1998; Ruales y Zumba, 1998).

Tabla 3: Composición química de cladodios de distintas edades (Porcentaje materia seca).

Edad (años)	Proteina	Grasa	Cenizas	Fibra cruda	Extracto no Nitrogenado
0,5	9,4	1,00	21,0	8,0	60,6
1	5,5	1,29	18,2	12,0	63,1
2	4,2	1,40	13,2	14,5	66,7
3	3,7	1,33	14,2	17,0	63,7
4	2,5	1,67	14,4	17,5	63,9

Fuente: López et al. (1977) citado por Sáenz et al. (2006)

Asimismo, las propiedades del nopal, son:

Se ha demostrado que el nopal como planta medicinal,

Los nopalitos y la cáscara de la tuna agria (xoconostle) reducen los niveles de azúcar en sangre y colesterol, por lo que ha aumentado su consumo de productos frescos, cocidos y procesados \u200b\u200ben México. Como materia prima en la fabricación de cosméticos, champús, acondicionadores, jabones, cremas, mascarillas, geles, etc., así como en la elaboración de bebidas alcohólicas como aguardientes, licores y vinos. Otros usos populares, cuyas bases científicas se están investigando actualmente, como el uso de varillas para clarificar el agua (López, 2000), la adición de cal como adhesivo en pinturas (Ramsey, 1999) o su introducción en el suelo para aumentar la infiltración de agua. (Gardineret al. , 1999)

Usos y aplicaciones del Nopal, son:

A lo largo de los años han sido de gran importancia para muchos pueblos indígenas, quienes durante siglos los han utilizado como fuente de alimento, bebida, medicina, combustible, protección, ornamentación, fibras duras extraídas de hojas (ixtle) y compost, de la construcción de viviendas. El desarrollo de herramientas agrícolas con diferentes usos (García, 2010). Actualmente, este recurso, aunque presenta problemas en su uso y manejo, está ganando en términos socio-económicos y agroecológicos por los beneficios que trae a los habitantes de las zonas rurales y al entorno en el que se encuentra. Desarrollado. (García, 2010)

Fibra de nopal

Son ubicadas longitudinalmente en la hoja y son más abundantes cerca de la superficie de la hoja. Las hojas contienen aproximadamente un 90% de agua, pero la pulpa carnosa es muy dura y las hojas son duras. La fibra debe eliminarse de las hojas recién cortadas para evitar dañar la fibra durante el proceso de limpieza en seco. El material de pulpa generalmente se raspa mediante un proceso de pelado mecánico y luego se retira manualmente para extraer las fibras. (FAO, 2007)

Características de la fibra de nopal

Una fibra de color blanco lechoso brillante con una longitud de aproximadamente 1 metro y un diámetro de 200 a 400 micrones, es una fibra áspera y dura y no es adecuada

para telas o textiles. Pero es fuerte, duradero, no es fácil de absorber la humedad, resiste el deterioro del agua salada y tiene una excelente consistencia superficial que puede aceptar varios tintes. (FAO, 2007)

Uso en la construcción

Se utilizan para vigas, postes, cercas para encerrar, techos o cubiertas, canales para conectar agua de lluvia, canaletas para mezclar. El nopal no tiene desperdicio, el quiote seco por ejemplo se usa en la construcción de casas, con vigas, se hacen vallas para delimitar el terreno, postes, con quiotes huecos y se construyen canales de tallos frescos para recolectar el agua de lluvia y los tejados de casas. Mead también funciona como pegamento para paredes e incluso las plumas pueden funcionar como clavos. (SinembargoMx, 2011)

Uso en artículos de uso diario

La fibra se obtiene de los tallos. En el pasado, el pedúnculo se trituraba con un martillo para quitar la pulpa, luego, con un trozo afilado de jade u obsidiana, se cortaba hasta descubrir las fibras. Hoy una máquina acelera el proceso. Una vez obtenidas las fibras, se secan para crear mediante la técnica del hilado, una tira con tal resistencia que se pueden fabricar bolsas, sacos, mantas, tejidos, alfombras, corbatas, finas ayates para ropa o incluso adornos. , huipiles

No solo se utiliza en la confección, sino también en la fabricación de herramientas de trabajo o de uso diario: redes de pesca, cuerdas, sogas, cojines, hamacas, mochilas e incluso cuerdas musicales. Las fibras son tan fuertes que se adhieren a la estructura de madera de la casa. (Sinembargo. Mx, 2011).

Uso en la Industria

Es por ello que nopal no tiene desperdicio, el quiote seco se usa, para la construcción de casas, para construir vigas, cercas, demarcar terreno, estacas con cotizaciones excavadas y canales con tallos frescos para recolectar agua de lluvia y techos de casas.

El aguamiel también funciona como adhesivo de pared e incluso las púas pueden actuar como clavos. Las mujeres también saben aprovechar al máximo la planta: Xité (restos de tallo) se utiliza para producir jabón para lavar el cuerpo y el cabello;

detergente para ropa vajilla, también tienes matorrales, cepillos y escobas, recipientes para agua, tapas para recipientes, cunas para bebés, taburetes.

El sector agrícola también puede obtener una gran ventaja, ya que el material restante del proceso de obtención de la fibra de cactus se puede utilizar para producir una especie de compost. (Sinembargo. Mx, 2011).

Características mecánica de la fibra de nopal

Contiene la tensión de tracción final y el módulo elástico de la fibra de cactus. Estos son los principales parámetros mecánicos y los siguientes se determinan mediante la recopilación de datos experimentales. (Mina, 2012).

Tabla 4: 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. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 99-109.

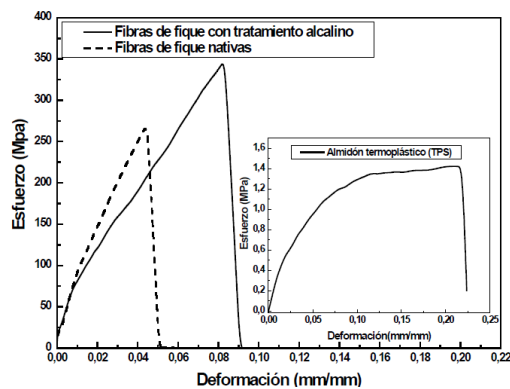


Figura 1: Curvas de tensión / deformación para TPS y fibras sintéticas nativas y alcalinizadas.

Fuente: Mina, J. H. (2012). Caracterización físico-mecánica de un almidón termoplástico de yuca (tps) y análisis de la interfaz con fibras de fique. Biotecnología en el sector agrícola y agrícola, 99-109.

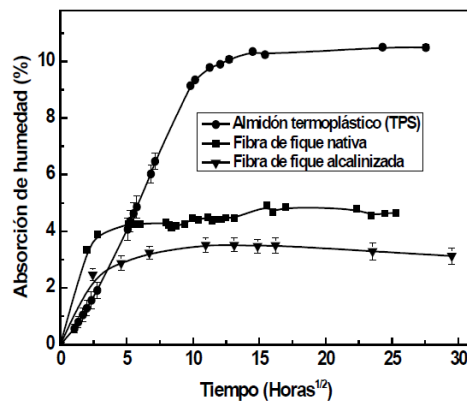


Figura 2: Isotermas de absorción del TPS y las fibras de fique con y sin tratamiento.

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

Concreto reforzado con fibras naturales

Dado que las fibras de amianto se asociaban con potenciales peligros para la salud (Coutts, 1998), la búsqueda de posibles sustitutos comenzó a otorgar al hormigón las propiedades muy beneficiosas que le confiere el amianto y que también fueron competitivo en calidad y precio.

el acero, el vidrio y la fibra de polipropileno recientemente utilizada tienen alternativas viables para fortalecer el hormigón. Existe otro grupo denominado fibras naturales o vegetales, que se han convertido en objeto de diversos estudios por sus posibles usos. Los materiales reforzados con fibras naturales se pueden obtener a bajo costo utilizando la mano de obra y la tecnología disponibles localmente. A finales de la década de 1960 se evaluó sistemáticamente en varios países el rendimiento del diseño de ingeniería de fibras naturales y los compuestos formados por estas fibras y cemento. Los resultados de la investigación muestran que ciertas fibras naturales se pueden utilizar con éxito para fabricar materiales de construcción. (Juárez, Valdez y Alejandro, 2004).

Materiales compuestos reforzados con fibra.

Técnicamente hablando, los materiales compuestos en forma de fibras con una fase dispersa son los más importantes. Los materiales compuestos reforzados con fibras se diseñan generalmente para lograr una alta resistencia y rigidez a baja densidad. Estas características están representadas por los parámetros de resistencia específica y módulo específico, que corresponden respectivamente a la relación entre resistencia a tracción, módulo elástico y gravedad específica. El uso de materiales de baja densidad tanto para la matriz como para las fibras puede producir materiales compuestos reforzados con fibras con una resistencia y un módulo específicos particularmente altos. (Tino, 2010).

Influencia de y longitud de la fibra

Las propiedades mecánicas de los compuestos reforzados con fibras dependen no solo de las propiedades de las fibras, sino también de la forma en que la carga se transfiere a las fibras a través de la fase de matriz. En este proceso de transferencia de carga, es muy importante que la adhesión entre la interfaz de la fase de la matriz y la fibra sea suficiente para soportar la tensión de tracción. Cuando se aplica tensión de tracción, la unión fibra-matriz se detiene en el extremo de la fibra y se forma un patrón de deformación en la matriz, en otras palabras, no hay transferencia de carga al final de la fibra. (Callister, 2007).

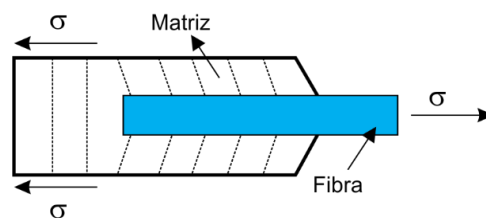


Figura 3: Patrón de deformación en una matriz que rodea a una fibra sometida a un esfuerzo de tracción.

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

Influencia de la orientación y la concentración de la fibra

La concentración y distribución afectan fundamentalmente la resistencia y otras propiedades de los compuestos reforzados con fibras. En cuanto a la orientación, existen dos casos extremos: (1) los ejes longitudinales de las fibras están dispuestos en paralelo (2) dispuestos aleatoriamente. Las fibras continuas suelen estar alineadas, mientras que las fibras discontinuas pueden alinearse, orientarse aleatoriamente o alinearse parcialmente (Tino, 2010).

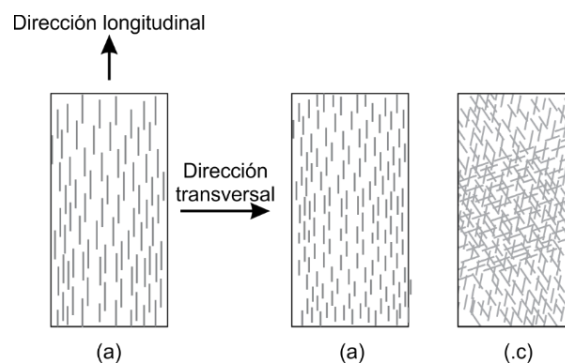


Figura 4: Representaciones esquemáticas de compuestos reforzados con fibras (a) continuas y alineadas, (b) discontinuas y alineadas y (c) discontinuas y orientadas al azar.

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

Ventajas y desventajas del uso de fibra

Debido a la mezcla, la distribución de fibras en la sección transversal del hormigón es aleatoria y no todas las fibras pueden desempeñar un papel en el refuerzo bajo el esfuerzo de tracción causado por la carga. Aunque la dirección depende en gran medida del método de fabricación específico, ya que puede ser bidimensional (2D) o tridimensional (3D). El método de pulverización promueve la dirección (2D), mientras que el método de fabricación del mezclador promueve la dirección 3D. Además, las fibras suelen atravesar las grietas en un ángulo que no es propicio

para evitar roturas, o su anclaje es insuficiente para obtener la deseada unión fibra-matriz.

Por tanto, el porcentaje de fibras que ayudan a absorber la tensión de tracción (tensión de tracción) es bajo. Por estas razones, la eficiencia del sistema con fibras no es tan efectiva, y se puede decir que este sistema no puede aumentar mucho la resistencia del material compuesto. El concreto reforzado con fibra es más adecuado para las paredes delgadas donde es difícil colocar barras de acero. El peso se puede reducir utilizando una parte más delgada de concreto reforzado con fibra, que tiene la misma resistencia que la parte más gruesa reforzada con materiales de refuerzo convencionales.

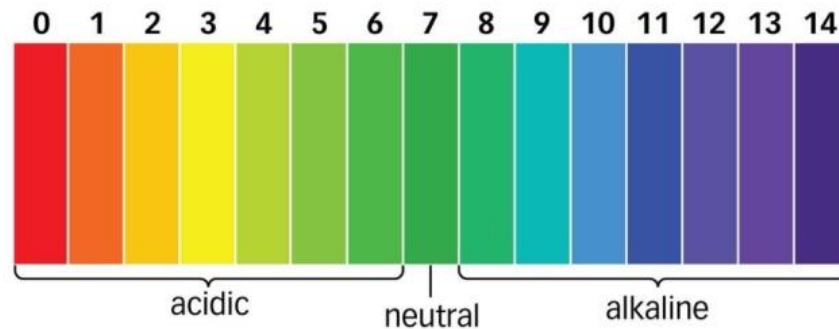
Asimismo, las propiedades químicas y mecánicas de la fibra de nopal son:

Propiedades químicas de la fibra

PH:

"PH" en realidad se refiere al potencial de los iones de hidrógeno, técnicamente también llamada hidronios, es un hecho científicamente probado en la concentración de estos iones de hidrógeno en una solución determina de manera única la acidez o alcalinidad de la solución: a altas concentraciones de iones, H^+ Con ácido fuerte, a baja concentración, cuando casi no hay disociación, encontraremos ácido débil o base débil. (PH metro. TOP, 2017).

Figura N° 1: Escala de pH (pHmetro.TOP, 2017)



Mecánica de materiales

El estudio de la relación entre la tensión, la deformación y el rendimiento del material se denomina mecánica de materiales. Las propiedades mecánicas más comunes evaluadas en materiales incluyen: módulo de elasticidad, resistencia a la tracción, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la abrasión, resistencia al impacto y dureza.

La prueba de tracción es un método de prueba importante en el que se aplica una carga uniaxial a un material para determinar las características del material bajo la fuerza. (Cortés C.M., 2009)

Diagrama esfuerzo - deformación unitario

El diagrama de tensión-deformación es una representación gráfica de la prueba de tensión. Describe el comportamiento mecánico de la muestra desde el inicio de la carga hasta el punto de ruptura y determina que la tensión σ es función de la deformación ϵ .

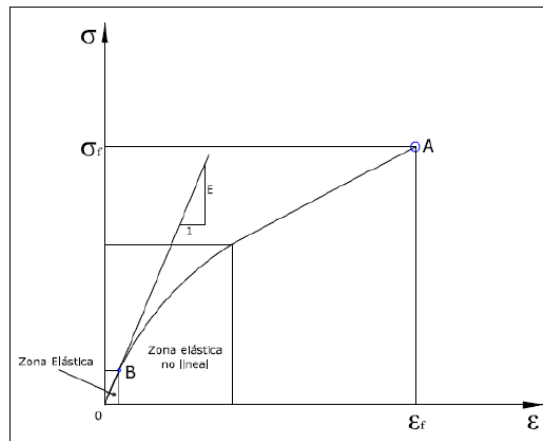


Figura 5: Diagrama esfuerzo deformación unitaria.

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.

En otras palabras, el mayor valor práctico de las pruebas de presión radica en obtener datos para determinar las propiedades mecánicas, tales como límite elástico, porcentaje de alargamiento, módulo elástico E, resistencia en el punto de rotura, punto bioelástico, rango plástico, estudio de la curva tensión-deformación registrada. Y el análisis comparativo del comportamiento mecánico que representan (Moshenin, 1970). Por estas razones, el estudio de las propiedades mecánicas es muy importante. (Cortés C.M., 2009)

Esfuerzo

Por otro lado, la tensión σ es una medida de la fuerza perpendicular a la superficie (F) dividida por su área (A) y expresada en MPa (N/mm²) como unidad de medida, que es una ecuación. (1); Por lo tanto, la tensión se estima utilizando el área de la sección transversal original sin considerar el cambio de área debido a la carga aplicada al material.

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

Deformación unitaria

La deformación ε es el desplazamiento axial o lateral entre dos puntos provocado por la aplicación de fuerza sobre el material. Dividir por la longitud original de la muestra y obtenerla de la ecuación

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

Donde:

Lf: Longitud final

Li: Longitud inicial.

Cuando una fibra textil está bajo tensión, sufrirá tres tipos de deformación:

Peso específico y absorción de agregados

- La deformación elástica está estrechamente relacionada con la carga, una vez retirada la carga, se puede restaurar por completo de forma inmediata.
- La resistencia principal, que aumenta al ritmo decreciente y tiempo, completa pero no puede recuperar inmediatamente una vez que se retira la carga.
- El arrastre secundario cambia con el tiempo y la carga, una vez que se quita la carga, no se puede restaurar en absoluto. La cantidad relativa de tensión total producida por estos tres componentes varía de una fibra a otra. Estos dos componentes inelásticos producirán histéresis mecánica durante la carga y descarga. (Avallone, Baumeister y Ali, 1994)

Resistencia al tirón final (RUT) Es el valor de la gravedad específica cuando se rompe la fibra, expresado en MPa (N / mm²) en el sistema internacional. El campo de propiedades mecánicas en las fibras naturales, también se denomina carga de rotura,

generalmente denominada "resistencia a la tracción final", que se ubica en el punto A del cuadro de la Figura 5.

Esfuerzo de tracción máximo (RUT) es una medida de carga máxima que un material puede soportar bajo una carga uniaxial. Se determina dividiendo el tamaño de carga máxima obtenida. Según el área transversal original durante la prueba. (Knowledge Net, 2013)

Módulo de elasticidad

Esta es una medida necesaria para crear un pequeño tramo de $L = 1\%$, que se define como clave del ángulo entre la parte inicial de la curva cerca del origen y el eje horizontal, correspondiente a la deformación de la región elástica de la curva de tensión. Esta relación también se denomina módulo de Young, expresada en GPa (N / mm^2). Los módulos elásticos de tensión y compresión son aproximadamente iguales. Como medida de rigidez, un módulo alto indica no ductilidad, mientras que un módulo bajo indica flexibilidad (Cortés C. M., 2009).

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

Factores que afectan las propiedades de tensión en las fibras

En comparación a los procedimientos en la prueba de materiales clásicos, la medición del rendimiento en productos como: hilo o fibra que se utilizan habitualmente en componentes como refuerzo requiere un método especial porque depende de muchas variables en temperatura, humedad, tiempo de prueba y deformación. La ligereza y uniformidad deficiente de la morfología interna y externa complicarán la medición en las propiedades de fibra y provocará otros problemas en el experimento.

Influencia de diámetro

Hipotéticamente hablando, las pruebas en deformación uniaxial, relación esfuerzo-deformación es por definición independiente del tamaño de la muestra, de hecho, este no es el caso de fibras naturales, porque la medida de diámetro y longitud no refleja

casi nada en morfología. La uniformidad se muestra en la Tabla 4, compara las propiedades exactas de ciertas fibras vegetales.

Tabla 5: Propiedades físicas en 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

Se ha dedicado tiempo a la producción de componentes de construcción reforzados con fibra, en su mayoría. Por ende se han desarrollado para reemplazar el cemento de amianto. Estos nuevos productos consisten básicamente en una matriz hidráulica mineral o silicato de calcio, este último formado por reacciones químicas entre materiales a base de silicio o materiales calcáreos reforzados con fibras orgánicas o inorgánicas. Se distribuyen en múltiples direcciones, contrariamente a los requisitos de tracción y propagación de grietas.

Las fibras han sido utilizadas con objeto de mejorar el comportamiento matriz aumentándole la resistencia a tracción y al 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 6: Propiedades físicas y mecánicas en 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 producción de materiales de construcción. Caracas: IDEC.

Concreto

Es un material muy usado en la construcción de estructuras de edificios realizadas en nuestro entorno, es una razón suficiente para optimizar al máximo la calidad, porque de eso depende la excelencia de la estructura.

Se cree que el concreto es una piedra sintética. Primero se mezclan una serie de ingredientes, luego se transporta, coloca, compacta y cura adecuadamente para darle las características previamente establecidas, en consistencia, impermeabilidad, resistencia a la compresión (F'c) etc.

Cemento + Arena gruesa + Piedra chancada + Agua = concreto

De acuerdo con las sugerencias de los ingenieros de diseño, se deben agregar ciertas sustancias químicas llamadas "aditivos" para mejorar o modificar cierta propiedad.

Cemento + Arena gruesa + Piedra chancada + Agua + Aditivos = concreto

((Aceros Arequipa, 2012)

Características en el concreto:

- Alta resistencia a compresión
- Poca capacidad para soportar fuerza de tracción
- Tiene alta resistencia a las temperaturas ejemplo al fuego.

- Su impermeabilidad, es decir, la dificultad de evitar la entrada de agua u otros líquidos.
- La mezcla es consistente y fácil de moverse en la plantilla y llega a la última "esquina".
- El concreto, como cualquier material, se deteriorará con el tiempo debido al entorno circundante ejemplo: Clima, brisa marina, heladas, deshielo, sol, frío, etc.
- La superficie alrededor de la base. (Aceros Arequipa, 2012).

Calidad en el concreto:

Para obtener un concreto de alta la calidad no se trata solo de tener materiales adecuados, sino también mezclarlos en la cantidad correcta. También debe considerar cómo mezclar, transportar, vaciar, compactar y solidificar. Estos procesos afectarán directamente la calidad de este importante material. Cuando uno o más procesos no se están ejecutando bien, se obtendrá mala calidad incluso con cantidades precisas de cemento, arena, piedra y agua.

Arena gruesa:

Sus partículas tienen un tamaño máximo de 5 mm y se utilizan para preparar mezclas para colocar ladrillos y preparar concreto

Consideraciones:

- Debe provenir de una cantera natural
- No debe tener:

Residuos de plantas

- Partículas de escamas
- Arcilla
- Salitre
- Sustancias malas
- Deben tener preferiblemente un perfil angular.

- Debe tener compuestos de partículas duras, densas y fuertes. ((Aceros Arequipa, 2012)

Piedra chancada:

Se obtiene triturando mecánicamente rocas. Se utiliza en la construcción, el tamaño máximo es de 1 pulgada, 3/4 pulgada y 1/2 pulgada, su elección depende de la ubicación de la estructura a utilizar.

Consideraciones:

Debe ser natural o de grava

Debe estar limpio, duro y compacto

La textura rugosa es la mejor.

El contorno es preferiblemente angular o semiangular.

Esta piedra debe tener una alta resistencia, no debe parecer porosa ni romperse fácilmente.

No debe haber arcilla, suciedad, polvo u otros objetos extraños.

Antes de mezclar, se recomienda humedecerlo para eliminar el polvo y evitar que absorba el exceso de humedad. ((Aceros Arequipa, 2012)

Agua:

Agua utilizada en la preparación del curado en el concreto debe ser preferentemente agua potable. Agua no potable se puede utilizar solo en las siguientes condiciones:

- a) Estanques limpios y libres de aceites, ácidos, álcalis, sales, sustancias orgánicas u otras sustancias que puedan perjudicar para el concreto, las barras de acero o los elementos embebidos.
- b) Elección y proporción en la mezcla de concreto se basa en pruebas realizadas con agua de la fuente seleccionada.

- c) La resistencia en 7 y 28 días, los barriles de mortero en prueba fabricados con agua no potable debe ser al menos del 90% a la resistencia de muestras equivalentes elaboradas con agua potable. Excepto por el agua mezclada preparada y probada según NTP 334.051, la prueba de comparación de resistencia debe realizarse en el mismo mortero. (SENCICO, 2009)

Tabla 7: Requisitos de agua para la mezcla-NTP 339.088

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300 ppm.
Sulfatos	300 ppm.
Sales de magnesio	150 ppm.
Sales solubles totales	1500 ppm.
Ph	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm.

Fuente: Norma Técnica Peruana-339.088

Resistencia del concreto

Se han realizado muchas pruebas de formar Expresión utilizada para evaluar cuantitativamente la resistencia en función de un componente. Generalmente estos intentos se basan en métodos estadísticos, como el análisis de regresión múltiple, y los resultados se expresan de la siguiente forma: (Torrado y Porras, 2009).

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

Donde:

t = resistencia medida después de t días de curado.

Xi, t =Variables dependientes que normalmente contienen uno o más de los minerales de Clinker.

a0, t y ai, t = constantes de regresión, determinadas por análisis estadístico.

Propiedades del hormigón endurecido.

El periodo de reforzamiento en el concreto y la mezcla que obtiene la resistencia requerida por el diseño (Torrado y Porras, 2009).

Sus características mecánicas las evalúan habitualmente con el concreto endurecido la resistencia a compresión, la flexión, el módulo de elasticidad estático y dinámico, entre siendo común el ensayo de percepción.

Curado del concreto

Harmsem (2005) señaló "Concrete Structure Design" el curado es un proceso para tratar de mantener el concreto saturado en el espacio original de cemento fresco, lleno de agua para reemplazarlo con productos de concreto.

Hidratación de cemento, el curado tiene como objetivo controlar el movimiento de la temperatura y humedad dentro y fuera del hormigón, y trata de evitar contracción en la forja para que el hormigón alcance la resistencia mínima y pueda soportar el esfuerzos que provoca.

El no curar reducirá en gran medida la resistencia. Este es el proceso utilizado para promover la hidratación del cemento, incluido el mantenimiento de temperatura y humedad que se mueven hacia el hormigón y la cooperación fuera del concreto. La finalidad es mantener saturado el hormigón, porque la hidratación del cemento es única y puede conseguirse en capilares llenos de agua, por lo que se debe evitar una evaporación excesiva.

Además la temperatura se debe controlar porque la tasa de absorción es lenta a bajas temperaturas y rápida a altas temperaturas (100 ° C).

Hay muchos métodos de curado: curado con agua, sellador y vapor. El primero puede ser de cuatro tipos: inmersión, aspersores, revestimientos

húmedos como el yute de tierra, arena o aserrín, sobre hormigón recién vertido.

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

El diseño del concreto se refiere a la elección en la proporción de materiales que constituyen las unidades cúbicas de concreto, también se denomina diseño mixto y se especifica como el proceso de selección en la composición adecuada y la combinación conveniente y económica.

Para la obtención de un producto, el mismo debe tener las propiedades requeridas un estado no endurecido, especialmente la consistencia en el estado endurecido, cumple con las exigencias determinadas por el diseñador en el plan de trabajo. (Abanto, 2000).

La elección de la proporción de mezcla depende de:

- ✓ Las características que debe tener el concreto endurecido son las exigencias del proyectista o han sido especificadas en la especificación de la obra.
- ✓ El comportamiento del concreto no endurecido depende del tipo y características de la obra y de la técnica de concreto.
- ✓ precio en la unidad cúbica de concreto.

Resistencia a la compresión

Estas resistencias están ligadas las propiedades del concreto endurecido, como densidad, impermeabilidad, durabilidad, abrasión, impactos, tensiones, sulfatos. Esto no significa que estas propiedades sean funciones simples, únicas de la resistencia a la compresión, pero el concreto con mayor resistencia a la compresión tendrá mejores propiedades (Neville, 1999).

Los primeros factores en determinar la resistencia del concreto son: agua, cemento, condiciones de tratamiento, humedad y temperatura, propiedades y cantidad de materiales cementosos, cantidad de áridos, tiempo de

mezclado, clase de mezclado, clase de compactación y contenido de aire. (Práctica estándar para hormigón endurecido, ACI 308).

Cualquier tipo de vacío aireado reducirá la resistencia del concreto en un 1% y la resistencia en un 5%. (Mather y Ozyildirim, 2004)

La resistencia del concreto esencialmente es una función de volumen vacío. El efecto del volumen de poros sobre la resistencia eléctrica se puede expresar mediante una ecuación exponencial de tipo (3). (Grudemo, 1975).

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

Dónde:

p = porosidad el volumen de huecos, expresado como parte del volumen total del concreto.

$F'c$ = Resistencia del concreto con porosidad p

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

Existe correlación básica con la porosidad y la resistencia del sólido. Para un material simple y homogéneo, se puede expresar mediante el siguiente procedimiento

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

Entonces, S es la resistencia eléctrica de un material con una porosidad dada P ; esto también se aplica a la resistencia inherente a la porosidad cero. K , es una constante (Mehta Monteiro, 1998).

Resistencia a tracción del concreto

Es resistente de tracción del concreto, una forma de comportamiento muy interesada al diseño y control en calidad de todo tipo de ingeniería, especialmente a estructuras hidráulicas de pavimentación. Aunque debido a la aparición tardía del método de prueba de tracción, la década de 1950, la resistencia a compresión seguía siendo un

indicador de su calidad, que se atribuía principalmente al largo tiempo de aplicación y, por lo tanto, a la valiosa experiencia acumulada.

Inicialmente la resistencia de tracción del concreto se determinó mediante la prueba de tracción flexible. Posteriormente desarrollaron dos métodos de prueba llamados pruebas de tracción dividida, también llamados ensayos de compresión radial. (Sensico, 2011)

El plan del ensayo de tracción directa, consiste en trozar probetas cilíndricas o prismáticas con relaciones h/d de 1.6 a 1.8, que se obtienen cortando los extremos de probetas moldeadas para eliminar una mayor heterogeneidad. Poner el extremo de la muestra sobre dos placas de acero dotadas de tensores a través de resina epoxi, estos tensores están centrados y articulados mediante rótulas, estas placas de acero se fijan en el cabezal de una máquina convencional de ensayos de tracción. . (Sensico, 2011)

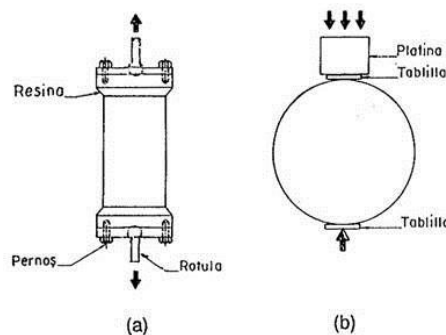


Figura 6. Tracción directa y por compresión diametral, en caso de requerir platina interpuesta en un solo cabezal.

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

Si bien el método de tracción directa representa el desempeño del concreto, requiere operaciones complicadas, por lo que solo se firma en laboratorio. La prueba de tracción dividida implica romper un tipo estándar de cilindro de hormigón para la prueba de compresión entre los cabezales de la prensa de acuerdo con el cuerpo principal opuesto. El método fue desarrollado en 1943, por Lobo Carneiro y Barceles de Brasil, y verificaron el desempeño del concreto relleno con tambores de acero para reemplazar

la vieja iglesia, en el mismo año en T Azakawa. Japón hizo un doctoral para desarrollar este método. (Sensico, 2011).

Determine la resistencia a tracción mediante una prueba de compresión radial.

NTP 339.084 2012

Especifica el método para determinar la resistencia de tracción indirecta en muestras de concreto cilíndrico, cilindros fundidos y núcleos de diamante. (Inacal 2016).

Hormigón 'Modalidad de prueba modelo para establecer la resistencia de tracción simple del concreto por compresión diametral de una probeta cilíndrica. ' (Millones Prado, 2008)

La medida técnica del Perú, establece una forma de comprobar la resistencia de tracción de probetas cilíndricas de concreto como: cilindros fundidos y núcleos de diamante a la compresión del diámetro. (Millones Prado, 2008).

Descripción general del método prueba la aplicación de fuerza y compresión radial en toda la longitud de una muestra de concreto cilíndrico (concreto) a una velocidad prescrita hasta que sucede la falla. (Millones Prado, 2008).

La velocidad de carga es aplicar continuamente la carga a velocidad constante de 689 kPa / min a 1380 kPa / min y evitar colisiones y que la muestra falle debido a la tensión de tracción radial. (Millones Prado, 2008). El resultado muestra la resistencia de tracción radial, la muestra se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

T = Resistencia de tracción por compresión diametral, kPa.

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

l = longitud, m.

d = Diámetro, m.

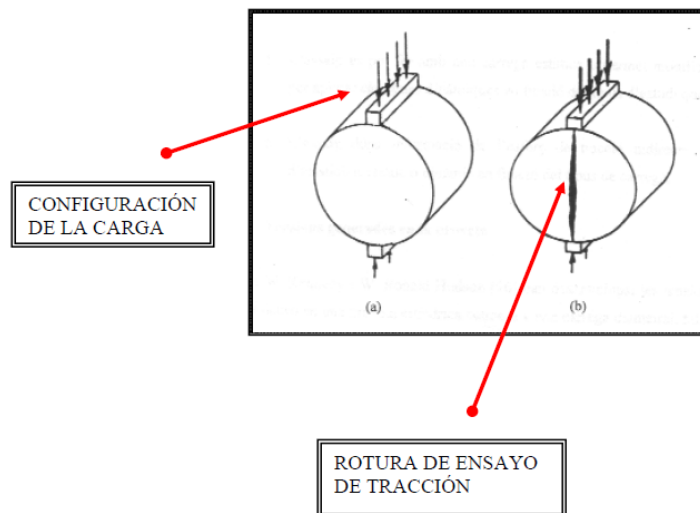


Figura 7: Ensayo de resistencia de tracción por compresión diametral.

Fuente: (Millones Prado, 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

Estudio de tracción indirecta es un método representativo que puede simular respuesta de calzada flexible para obtener una carga máxima que la mezcla puede soportar antes de romperse.

En 1965, Su investigación ha profundizado y se ha convertido en un método de prueba prometedor. Estados Unidos ocupaba una posición de liderazgo en el progreso de la investigación en la década de 1990, donde se llevó a cabo una gran cantidad de investigaciones, muchas de las cuales se recopilaron en el IV Symposium Internacional RILEM. (Garrote, 2017).

Actualmente es utilizado para probar la resistencia de tracción de mezclas asfálticas es un procedimiento simple, especificado en la norma NLT-346/90 "Resistencia de compresión del diámetro de mezclas asfálticas (prueba Brasil)".

Es un elemento estimado por las organizaciones que requieren caracterizar en forma rápida, fiable y económica las aceras que gestionan.

Estas son las principales ventajas de las pruebas:

- Similar a otros tipos de pruebas (como Marshall).
- Los tipos de muestras y equipos son los mismos que se utilizan para otros tipos de pruebas.
- El daño no se afecta por el estado de la superficie de muestra.
- La falla comienza con el área relativamente uniforme en tensión de tracción.
- En comparación con otros métodos, el coeficiente de variación en los resultados de la prueba es relativamente bajo. Tesoriere dijo en su investigación que la dispersión es inferior al 10% en comparación con la dispersión de Marshall (15-20%).
- La prueba se puede utilizar bajo cargas estáticas o dinámicas, modificando la prensa según tipo de investigación que se realiza.
- El estudio de tracción indirecta no solo puede proveer información de la misma, sino también informarnos sobre propiedades elásticas (módulo de elasticidad estática o dinámica según la carga aplicada, fisuras térmicas, fisuras por deformación permanente. Se puede utilizar para evaluar impacto de humedad en mezclas asfálticas. (Garrote, 2017)

Representación de la prueba

La prueba implica comprimir radialmente una probeta cilíndrica para igualarla a la compresión radial definida en la prueba de Marshall y emplea una carga uniformemente en dos líneas opuestas hasta que se rompa.

Distribución de tensión teórica

El procedimiento conceptual de la colocación de la actividad en probetas cilíndricas se basa en el estudio de materiales con comportamiento elástico y lineal. Cuando una muestra cilíndrica se comprime en la dirección radial, generará estado de tensión bidimensional. La carga aplicada a lo largo de dos generadores diametralmente opuestos describe el plano de tensión principal, uno es horizontal y el otro vertical. Especialmente en el plano vertical, se generarán tensiones de compresión y tensiones de tracción teóricamente uniformes. (Garrote, 2017)

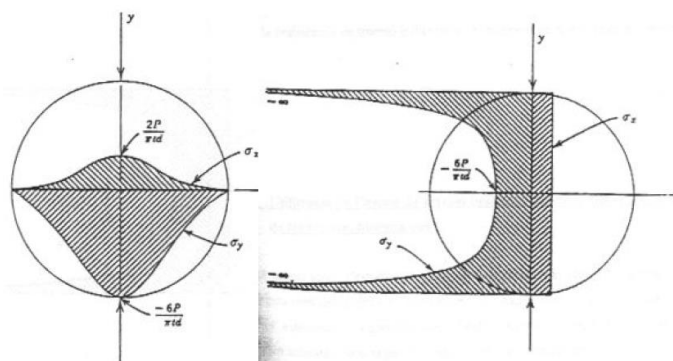


Figura 9: Distribución de tensiones teórica sobre los planos diametral y vertical para el ensayo de tracción indirecta.

Resistencia del concreto a tracción

La firmeza de tracción del hormigón es menor que su resistencia a la compresión, lo que representa alrededor del 8% al 15% de la resistencia a la compresión. Para determinar este parámetro, generalmente no se usan pruebas directas al principio, porque en primer lugar surgen dificultades debido a los efectos secundarios del dispositivo de carga. En la estimación se han diseñado dos métodos indirectos. (Harsem, 2005)

La primera se llama prueba brasileña o prueba dividida consiste en cargar un cilindro estándar a lo largo de un diámetro hasta que se rompe. Este procedimiento se especifica en ASTM c-496-96. La figura 9 muestra la fuerza generada a lo largo del diámetro cargado. La resistencia de tracción es igual a:

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

Donde:

F_{ct}: Resistencia de tracción del concreto

P: Carga y rotura

H: Longitud del cilindro

D: Diámetro del cilindro

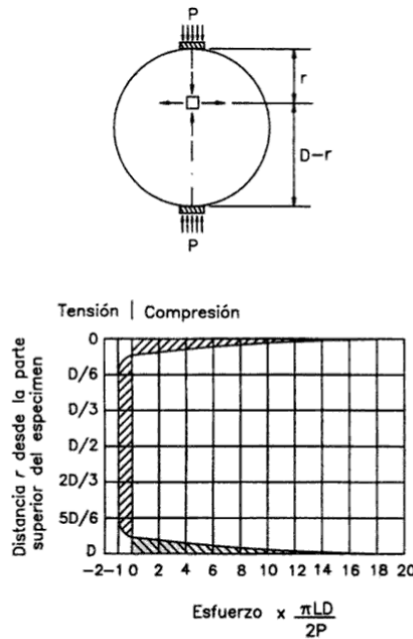


Figura 10: Distribución del esfuerzo horizontal en un cilindro cargado sobre un ancho igual a 1/12 del diámetro.

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

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

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

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

La Figura 11, Se muestran ejemplos de cambios en la resistencia de tracción con la resistencia a la compresión en los ensayos de tracción por compresión radial y flexión. Estos materiales se caracterizan porque el porcentaje de resistencia a la tracción en relación con la compresibilidad disminuye a medida que aumenta el nivel en resistencia del material.

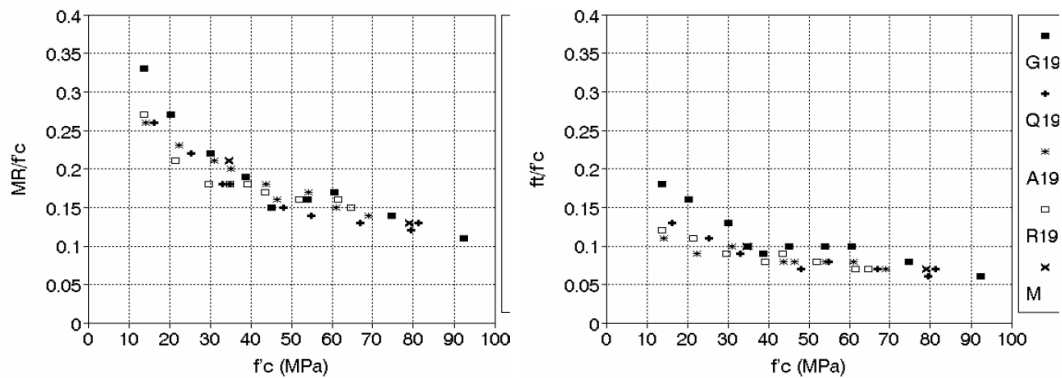


Figura 11: Variación de la resistencia a tracción con la resistencia a compresión en el ensayo de flexión y de tracción por compresión diametral.

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

Conceptuación y Operacionalización de las variable:

Variable dependiente: “Resistencia de tracción de un concreto $f_c=210$ kg/cm²”

Tabla 9: Variable dependiente.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia de tracción de un concreto $f_c=210$ kg/cm ² .	Es el máximo esfuerzo de tracción en un cuerpo que 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 4% y 8% de fibra de nopal”

Tabla 10: Variable Independiente.

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Adición de 4% y 8% de fibra de nopal.	Adición de un porcentaje de cemento por la combinación de fibra de nopal en comparación a un diseño convencional de $f'c=210$ kg/cm ² .	4% y 8% de fibra de nopal.

Fuente: Elaboración propia

En este trabajo se propone la siguiente hipótesis: agregar 4% y 8% de fibra de cactus aumentará la resistencia de tracción del concreto $f'c = 210$ kg/cm².

El objetivo general de esta investigación es determinar la resistencia de tracción del hormigón $f'c / 210$ kg / cm² después de agregar 4% y 8% de fibras de carmín al peso del cemento. Y como objetivos específicos:

Características físicas y químicas por XRF nopal.

- Selección de nopal.
- Determinar el PH de fibra nopal.
- Determinar la resistencia de tracción de la fibra de nopal.
- Determinar la deformación unitaria de nopal.
- Determinar la relación A/C de muestras estándar y experimentales adicionando 4% y 8% de fibra de nopal.
- Determinar la resistencia de tracción del hormigón estándar y del hormigón experimental de 7, 14 y 28 días después del curado, y comparar e interpretar los resultados con validez estadística.










I. METODOLOGÍA

El prototipo de aplicación para este estudio se basa en este proceso, ya que el objetivo de este estudio es adquirir nuevos conocimientos orientados a la compra de soluciones para comprender el efecto de la adición de 4% y 8% de fibra de carmín en la tracción por compresión del concreto radial $f'c$ 210 kg / cm².

Se trata de un estudio cuantitativo en el que las variables y sus indicadores se examinan de forma imparcial midiéndolos y registrándolos en la herramienta de recopilación de datos. La hipótesis se prueba utilizando medios matemáticos y estadísticos, que forman la base para el diseño de todo el experimento.

Se trata de una especie de proyecto experimental para bloques aleatorios, ya que es un proceso que compararemos con el nuevo proyecto para examinar el proyecto de concreto convencional.

Tabla 11: Diseño en bloque cantidad de briquetas según días de curado y porcentaje de adición de fibra de Nopal.

Especímenes cilíndricos de concreto con adición en porcentaje de fibra de nopal			
Días de curado	PATRÓN	4%	8%
7			
14			
28			

Fuente: Elaboración propia

El diseño se hará con muestras de concreto patrón y se realizara la comparación con los porcentajes dados de acuerdo a la norma técnica serán elaboradas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad de San Pedro.

La población está conformada por ejemplares concreto; en este estudio procesamos 27 muestras concreto, 09 sin adición de fibra de nopal (muestra patrón), 09 con adición en 4% de fibra de nopal y 09 con adición en 8% de fibra de nopal.

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

Materiales para la elaboración de probetas:

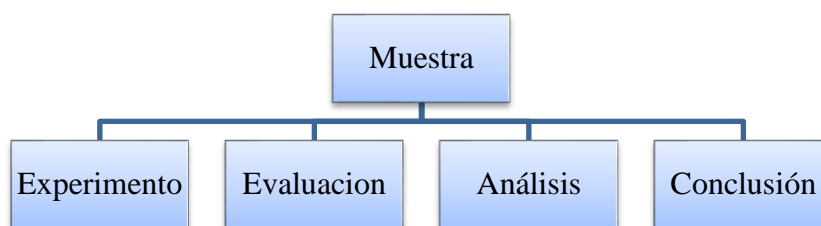
- Fibra de nopal.
- Agregado fino o grueso.
- Cemento portland Tipo I - marca sol
- Agua.

La muestra forma parte de los casos o individuos de la población estadística. En este estudio, procesamos 27 muestras de hormigón F'c: 210kg / cm²

- 09 adiciones de fibra de nopal.
- 09 adición de 4 % fibra de nopal.
- 09 adición de 8 % fibra de nopal.

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

La técnica e instrumento de investigación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12: Técnicas de recolección de Información.

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

Fuente: Elaboración Propia

La observación se utilizará como técnica porque la percepción del material debe registrarse cuidadosamente. Todas las observaciones deben enviarse por escrito lo antes posible. Para ello, utilizaremos la guía de observación resumida como herramienta, que nos permitirá desarrollar un sistema para organizar y clasificar diversas pruebas y datos de resistencia de tracción.

En este proyecto de investigación, el procesamiento de datos se realizará después de cada prueba con el apoyo de hojas de cálculo de Excel y SPSS. Para realizar el análisis de los datos se considerarán los siguientes factores:

La fibra de nopal se selecciona y extrae de los agregados gruesos de la provincia de Patibajo de Cavaz y los agregados finos de la Cantera Tacland en la Cuenca del Río Santa.

Localización en Ancash

Por tanto los agregados grueso y fino fueron extraídos de canteras Taclan específicamente situado con las coordenadas: Este: 221615.52 - Norte: 8943635.03 a una altura: 3051 msnm.

En el análisis de los materiales para determinar

Determinar las propiedades físicas y químicas de nopal, en primer lugar, extraer la fibra de nopal de las pencas de mayor tamaño por contener más 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 secado se obtuvo un promedio de 100gr de fibra de nopal y se procedió a seleccionar al azar 11 muestras de fibra seca y se envió al laboratorio de la SAN MARCOS “ARQUEOMETRIA”, donde se efectuó el estudio de fluorescencia de rayos X (FRXDE), así mismo se envió la muestra al laboratorio de la UNASAM “CALIDAD

AMBIENTAL”, donde se realizó el análisis del potencial de hidrogeno (PH), por último se envió la muestra al laboratorio de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA – FACULTAD DE CIENCIAS “LABICER”; realiza pruebas de resistencia de tracción y pruebas de deformación (erogación de ruptura) . El análisis de caracterización de la fibra de nopal servirá para tener un sustento científico, cuando prueba de resistencia de tracción por compresión diametral.

El ensayos de agregados se realizan en el laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro SAD Huaraz, tales como contenido de humedad según ASTM D2216-71, análisis de tamaño de partícula de gravedad específica y absorción según ASTM C29, NTP 400.022, peso unitario suelto y según ASTM C29 / C29M NTP 400.017 para compactación. El módulo de finura cumple con NTP 400.037. Los datos obtenidos ayudaron a desarrollar el diseño de mezclas de hormigón estándar y experimental.

El cálculo en la dosis se realiza para un diseño mixto de muestras de hormigón estándar y experimental.

Como se muestra en NTP 339.033, de acuerdo a la dosificación de materiales utilizados la relación A / C del concreto experimental y el hormigón estándar se calcula en 0,68. La relación A / C se realizara en el laboratorio de mecánica de muelos de la Universidad. San Pedro. Para hormigón experimental con 4% y 8% de fibra de nopal se empleó la relación A/C de 0.69 y 0.70 respectivamente para mejorar la trabajabilidad al momento de elaborar las probetas cilíndricas de 15 x 30cm.

En el laboratorio de materiales de la universidad San Pedro SAD, según NTP 339.084: 2012 equivalente a ASTM C496 / C496M-11, se realizaron ensayos de tracción por compresión de diámetro de compresión simple en probetas de hormigón cilíndrico de 7, 14 y 28 días, respectivamente.

II. RESULTADOS

Los efectos alcanzados por cada laboratorio son los siguientes:

Resultados de la selección de fibra de nopal

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 400 pencas de nopal el cual arrojó un total de 3.10kg de fibra en estado seco procesado de forma manual empleando herramientas al alcance y bajo costo como son: serrucho 40cm, tabla de 0.30 x 0.40, mazo de madera, cuchillo, tina mediana y grande. Para la extracción se empleó, lentes, guantes. Para la muestra de fibra a ser analizado se escogió al azar un promedio en peso aproximado de 100gr. en estado natural.

Localización en Ancash

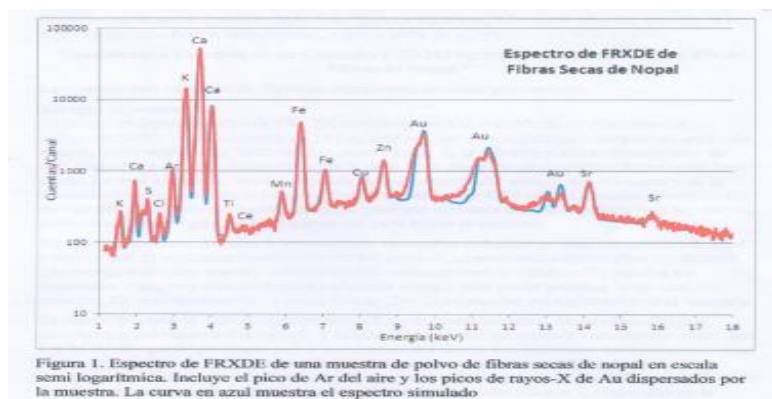
La fibra de nopal obtiene durante todo el año en el sector Pati Alto – Carhuaz, situada al norte de la ciudad de Huaraz, Ancash, Perú.

Resultados de Características de la fibra de nopal:

En el siguiente cuadro de muestran los resultados de las determinaciones de la características físicas y químicas de las fibras de nopal.

Análisis de fluorescencia de rayos X (FRX)

Tabla 13: Espectro de FRXDE de fibras secas de Nopal.



Fuente: Interpretación del laboratorio de ARQUEOMETRIA – Facultad de Ciencias físicas – SAN MARCOS

En la tabla 11 se prueba a la variedad de FRXDE de tipo de polvo de fibra de nopal, la línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 16 keV que es el rango de interés en estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía. Datos obtenidos mediante un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que opero a un voltaje de 30 Kv u a una corriente de 15 uA.

Tabla 14: Composición elemental de polvo de fibras secas en % de masa.

Óxido	% masa
Al ₂ O ₃	5.178
SiO ₂	0.672
SO ₂	0.686
ClO ₂	0.163
K ₂ O	3.017
CaO	8.942
TiO ₂	0.012
MnO	0.016
Fe ₂ O ₃	0.233
Co ₂ O ₄	0.003
Ni ₂ O ₃	0.002
CuO	0.013
ZnO	0.029
SrO	0.046
CeO ₂	0.007

Potencial de Hidrogeno (PH)

Tabla 15: Análisis fisicoquímicos de la fibra de nopal.

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M 01
					Fecha de muestreo	20/01/2018
					Hora muestreo	15:00
					Código del Laboratorio	OT180080
FQP	ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS - MUESTRA DE PLANTA					
FQP02	pH (en laboratorio)	Unid. pH	AOAC 981.12 (*)			5.95

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM

Fuente: Interpretación del laboratorio de CALIDAD AMBIENTAL – Facultad de Ciencias del ambiente – UNASAM

La tabla 13 muestra que la fibra de nopal presenta un 5.95 und. Ph.

Ensayo de resistencia a Tracción

Tabla 16: Resistencia a la tracción de la fibra de nopal

Nº DE REPETICIÓN	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MÁXIMA (kg)	VELOCIDAD DE ENSAYO
1	4.53	10 mm/min
2	3.00	
3	3.05	
4	6.92	
5	3.29	
6	5.54	
PROMEDIO	4.39	

La 14 tabla muestra que la fibra de nopal presenta 4.39 kg

Ensayo de deformación unitaria (elongación a la rotura)

Tabla 17: Deformación unitaria de la fibra de nopal

Nº DE REPETICIÓN	ELONGACIÓN (%)	VELOCIDAD DE ENSAYO
1	4.9	10 mm/min
2	3.5	
3	2.2	
4	2.3	
5	2.4	
6	2.8	
PROMEDIO	3.0	

La tabla 15 muestra que la fibra de nopal presenta 3.00%.

Propiedades de los materiales:

Las pruebas realizadas sobre agregado fino y agregado grueso son:

Contenido de humedad

Este modo de operación establece un método de prueba para determinar el contenido de humedad de agregados finos y gruesos.

La sustancia humedad del suelo es la relación entre el peso del agua en el agregado fino y el agregado grueso de una masa dada, expresada como porcentaje.

Tabla 18: 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	0.64	

Tabla 19: 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	863.20
3. Peso Recipiente (gr)	165.60	165.50
4. Peso del agua (1) - (2)	14.30	32.90
5. Peso Suelo Seco (2) - (3)	671.40	697.70
6. Humedad (4/5) x 100%	2.13	4.70
HUMEDAD PROMEDIO	3.42	

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

Análisis granulométrico de agregado fino

Suelen estar compuestos de arena o grava natural, la mayoría de los cuales tienen partículas de menos de 5 mm. A su vez deben cumplir con ciertas reglas para aplicaciones de ingeniería óptimas: deben estar hechos de partículas duraderas, limpias, duras y duraderas que no contengan químicos absorbidos, revestimientos de arcilla y otros materiales que puedan afectar la hidratación del material y está compuesto por materiales finos para la adhesión.

Los resultados del análisis de contenido de humedad según ASTM D2216-71 se obtuvo la humedad promedio 0.64% para el agregado grueso y 3.42% el agregado fino.

Análisis granulométrico del agregado fino

Tabla 20: Ensayo de análisis granulométrico de arena.

AGREGADO FINO					
N°	TAMIZ ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
	3"	75.000	0	0	100.00
2	1/2"	62.500	0	0	100.00
	2"	50.000	0	0	100.00
1	1/2"	38.100	0	0	100.00
	1"	25.000	0	0	100.00
	3/4"	19.000	0	0	100.00
	1/2"	12.500	0	0	100.00
	3/8"	9.500	0	0	100.00
	N° 4	4.750	157.50	5.96	94.04
	N°8	2.360	335.50	12.69	81.36
	N° 16	1.180	329.00	12.44	68.92
	N° 30	0.600	524.50	19.83	49.09
	N° 50	0.300	618.50	23.39	25.70
	N° 100	0.150	470.00	17.77	7.93
	N° 200	0.075	157.00	5.94	2.00
	PLATO		52.80	2.00	0.00
TOTAL			2644.80 gr	100.00	
Módulo de finura					2.73

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

De la tabla 20 del Estudios granulométrico del agregado fino se obtuvo un módulo de finura igual 2.73, tamaño máximo nominal n° 4, por el proceso de lavado hubo una diferencia de 52.80gr del peso inicial seco. El agregado se encuentra dentro del límite permisible.

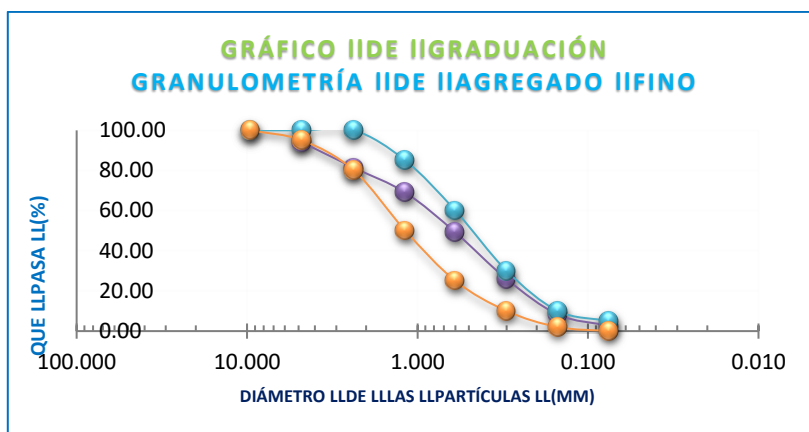


Figura 13: Curva granulométrica del agregado fino

Análisis granulométrico de agregado grueso:

Tabla 21: Ensayo de análisis granulométrico de grava.

PESO SECO INICIAL:	12428.40 gr
PESO SECO LAVADO:	12427.70 gr
PESO PERDIDO POR LAVADO:	0.70 gr

AGREGADO GRUESO

N°	TAMIZ ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	50.000	0	0	0	100
1"	25.000	0	0	0	100
3/4"	19.000	4626.94	37.228	37.228	62.772
1/2"	12.500	4673.22	37.607	74.835	25.165
3/8"	9.500	1298.12	10.447	85.282	14.718
N° 4	4.750	1427.12	11.480	96.762	3.238
N° 8	2.360	402.30	3.240	99.99	0.01
PLATO		0.70	0.01	100.00	0.00
TOTAL		12428.40 gr	100.00		

Módulo de finura 7.19

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

De la tabla 21 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.

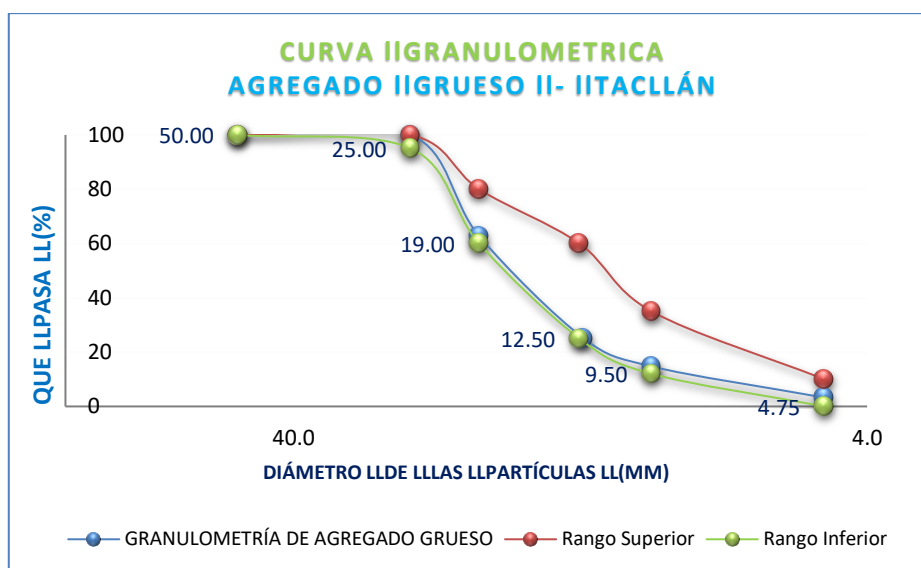


Figura 14: Curva granulométrica del agregado grueso

Tabla 22: Ensayo de Peso específico y absorción de agregado grueso.

AGREGADO GRUESO				N° 17	N° 24	N° 36
IDENTIFICACIÓN						
A.	Peso Material Saturado Superficialmente seca (en Aire) (gr)			1007.1	943.2	1051.3
B.	Peso Material Saturado Superficialmente seca (en Agua) (gr)			625.5	584.00	649.50
C.	Volumen de Masas / Volumen de vacíos = A - B			381.6	359.2	401.8
D.	Peso Material Seco en Estufa (105° C)			1003.50	936.50	1047.00
E.	Volumen de Masa = C - (A - D)			378.00	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	2.66
	% de Absorción = ((A - D) / D) x 100			0.36	0.72	0.41
	% Pe Bulk (Base Saturada)				2.63	
	% de Absorción				0.49	

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

La tabla 22 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 0.49%.

Tabla 23: Ensayo de Peso específico y absorción de agregado fino.

IDENTIFICACIÓN	N° 23
A. Peso Material Saturado Superficialmente seca (en Aire) (gr)	300.00
B. Peso Frasco	670.70
C. Peso Frasco + H ₂ O = A + B	970.70
D. Peso del Material + H ₂ O en el Frasco	858.50
E. Volumen de Masa + Volumen de Vacío = C -D	112.2
F. Peso del Material Seco en Estufa (105° C)	297.5
G. Volumen de Masa = E - (A - F)	-109.7
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)	0.84
% Pe Bulk (Base Saturada)	2.67
% de Absorción	0.84

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

La tabla 23 de ensayo del peso preciso y absorción de agregado fino se obtuvo un peso específico (base saturadas) 2.67% y un porcentaje de absorción igual a 0.84%.

Peso Unitario

Tabla 24: Ensayo del 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)	19.220	19.205	19.215	20.020	20.015	20.030
Peso del Molde (Kg)	5.310	5.310	5.310	5.310	5.310	5.310
Peso del Material (Kg)	13.910	13.895	13.906	14.10	14.705	14.702
Volumen del Molde (m ³)	9.341	9.341	9.341	9.341	9.341	9.341
Peso Unitario (kg/m ³)	1.489	1.488	1.489	1.575	1.574	1.576
Peso Unitario Promedio	1.488			1.575		

Fuente: Elaboración propia – laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Huaraz.

La tabla 24 obtuvo un peso unitario del agregado grueso suelto igual a 1488 kg/m³ y compactado 1.575 kg/m³ grueso.

Tabla 25: Ensayo peso unitario suelto y compactado de añadido fino.

AGREGADO FINO						
TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
Muestra N°	1	2	3	1	2	3
Peso Material + Molde (Kg)	7.590	7.605	7.615	8.030	8.040	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	4.604	4.614	4.599
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	1.659	1.662	1.657
Peso Unitario Promedio	1.505			1.659		

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

De la tabla 25 se obtuvo el peso unitario suelto igual a 1.505 kg/m³ y compactado 1.659 kg/m³ grueso

Datos finales obtenidos:

Tabla 26: Datos obtenidos de 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%	0.49%
% Humedad	2.67%	0.84%

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

Los resultados del análisis granulométrico de 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 $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

La técnica de diseño para la 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 con los datos técnicos en cantidad en materiales por metro cubico de concreto con las proporciones corresponden a un concreto normal utilizado en la actualidad.

Datos obtenidos en los ensayos anteriores:

- Contenido de humedad.
- Gravedad específica y absorción.
- Análisis granulométrico de áridos finos.
- Análisis granulométrico de áridos gruesos. Peso unitario.

Datos:

Tabla 27: Valores del 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

La tabla 27 podemos 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 28: Datos obtenidos en 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%	0.49%
% Humedad	2.67%	0.84%

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

Los datos alcanzados en la tabla 28, los agregados son adecuados al realizar el cálculo del diseño de mezcla para obtener un concreto de $f'c=210$ kg/cm². Para comparar con el esquema según la norma técnica peruana de la parte teórica.

CALCULO DEL CONTENIDO DEL AIRE:

Tamaño Máximo Nominal (TMN): Agregado Grueso 1.90 cm
De la tabla 28:

Entonces

Aire atrapado:	2 %
----------------	-----

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

Tabla 29: 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 DE CONTENIDO DE AGUA:

Tamaño máximo nominal (TMN): Agregado Grueso 1.90 cm
De la tabla 28:

Sabemos que el Slump, es: 3-4.

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

Entonces Contenido de agua es:

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

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

Tabla 30: 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 30:

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 $F'_{cr}=210 \text{ kg/cm}^2$, es 0.68.

Tabla 31: Relación agua cemento por resistencia.

Relación agua / cemento en peso

F'c Kg/cm2	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: $\frac{205}{c}$ Entonces:
 $c = 299.71 \text{ kg}$
 FACTOR CEMENTO: $. = C / \text{Peso cemento}$
 Entonces:
 FACTOR C = 7.05 bls

CÁLCULO DE PESO DEL AGREGADO GRUESO:

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

Donde:

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

De la tabla 28

Sabemos el módulo de fineza de A.f., es: **2.72**
 El tamaño Máximo nominal del agregado grueso, es: 3/4"

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

P. A.G = Entonces:
 P. A. G = 988.85 kg

2.6	0.64
2.72	x
2.8	0.62

Interpolando: Entonces b/bo 0.63

Tabla 32: 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
$\text{Cemento}_{(VA)} = \frac{c}{(\text{pe.cemento})_{\text{gr/cm}^3} \times \text{pe.agua}}$		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
$\text{A.Gruoso}_{(VA)} = \frac{\text{P.A.G}}{\text{pe.A.G er igual a 1m}^3 \text{ de concreto}}$		A. Gruoso	0.38 m3
La suma por toa $\sum (\text{cem} + \text{agua} + \text{aire} + \text{A.grueso})_{VA}$			0.70 m3
		A. Fino	0.30 m3
TOTAL DE CONCRETO =			1.00 m3

Para el proyecto de mezclado, se evalúa para un volumen de concreto de 1 m3 y un peso específico de agua de 1000

CÁLCULO DE PESO DEL AGREGADO FINO:

$$= (\text{A.Fino})_{V.A} \times \text{pe.A.F} \quad \text{A. Fino} \quad 851.01 \text{ kg}$$

Representación del DISEÑO EN ESTADO SECO

Tabla 33: Diseño en estado seco.

Cemento	210.00	Kg
A. Fino	851.01	Kg
A. Grueso	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:

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

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

CÁLCULO POR APORTE DEI AGUA A LA MEZCLA:

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

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

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

CÁLCULO DEI AGUA EFECTIVA:

Tabla 34: 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 35: 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:

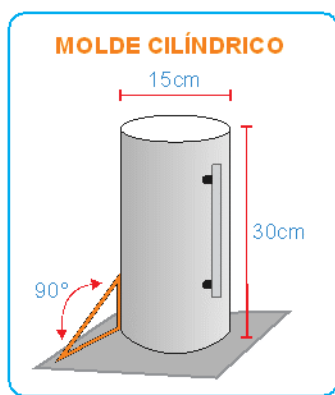
Tabla 36: Cantidad de material por tanda.

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 cada juego de materiales, multiplique por el peso del cemento, que es 42,5 kg.

CÁLCULO DE PROPORCIÓN POR PROBETA:



VOLUMEN DEL TESTIGO

d = m

h = m

$V = \pi r^2 h$

V = m³

Cálculo de cantidad de material para una probeta

Tabla 37: Cantidad en 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 mezcla experimental

Con el sondeo se adicionó 4% y 8% de fibra de nopal por el peso del cemento. Por ello en la “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 4% y 9 con 8% de fibra de nopal.

Tabla 38: 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 39: Adición 4% de fibra de nopal en la mezcla de concreto por probeta.

DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL (Kg)
Cemento	1.91 Kg
Fibra de nopal 4%	0.132 Kg

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

Para el concreto experimental de adición de 4% se agregará un total de 0.132kg de fibra de nopal por probeta.

Tabla 40: Adición 8% de fibra de nopal en la mezcla de concreto por probeta.

DESCRIPCION	CANTIDAD DE MATERIAL (Kg)
Cemento	1.91 Kg
Fibra de nopal 8%	0.265 Kg

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

Para el concreto experimental de adición de 8% se agregará un total de 0.265kg de fibra de nopal por probeta.

Cálculo de material por muestras y días de curado:

Se prepararon 27 muestras, 9 estándares y 18 muestras experimentales que calcularon la cantidad de material a utilizar en el diseño de la mezcla.

Tabla 41: Proporción en materiales por 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 42: Proporción en materiales por 9 probetas experimental de 4%.

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 nopal 4%	0.132Kg	1.190 Kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Proporción en materiales por 9 probetas experimental de 8%.

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 nopal 8%	0.265 Kg	2.39 Kg

Fuente: Elaboración propia

TOTAL DE FIBRA DE NOPAL:

3.59 Kg

La cantidad de fibra usada fue 3.59 kilogramos para la mezcla de concreto experimental.

Tabla 44: Proporción en 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 NOPAL	0.132 Kg , 0.265 Kg	3.59 Kg

Fuente: Elaboración propia

Relación agua cemento:

Una relación agua / cemento baja da como resultado un concreto con mayor resistencia que una relación agua / cemento alta. Sin embargo, cuanto mayor sea la relación, más práctico será el concreto. La relación a / c más baja para obtener una hidratación completa del cemento es igual

Tabla 45: Relación agua cemento de concreto patrón vs experimental.

RESISTENCIA	PATRÓN	ADICIÓN 4%	ADICIÓN 8%
210	0.68	0.69	0.70

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se puede mencionar que se realizaron diferentes mezclas de concreto para cada proporción a / c para cada uno de ellos (0. 68, 0. 69, 0. 70) y manteniendo una Abatimiento constante para cada tipo de concreto (caída 3"- 4").

Para el diseño de mezclas se utilizó el método ACI.

Utilizado para neopreno de compresión.

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

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 para la adición de 4% de fibra de nopal la relación a/c es 0.69 y para la adición de 8% es 0.70.

Resumen de relación agua / cemento

Tabla 46: Resumen de la resistencia promedio entre la relación a/c.

Días de curado y Rotura	Relación (a/c) - 0.68		Relación (a/c) - 0.69		Relación (a/c) - 0.70	
	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

La tabla 46 se pudo observar un mejor comportamiento en la relación a/c se obtuvo en 14 y 28 días de curado siendo el concreto experimental de 4% de fibra de nopal con una relación a/c igual a 0.69 superó al concreto patrón con un 8.8% y 10% respecto a aguante en la tracción por compresión diametral simple según NTP 339.084:2012 equivalente a ASTM C496/C496M – 11 de los tipos cilíndricos de concreto a edades de 7, 14 y 28 días

Promedio de porcentaje de resistencia según su relación a/c = 0.68

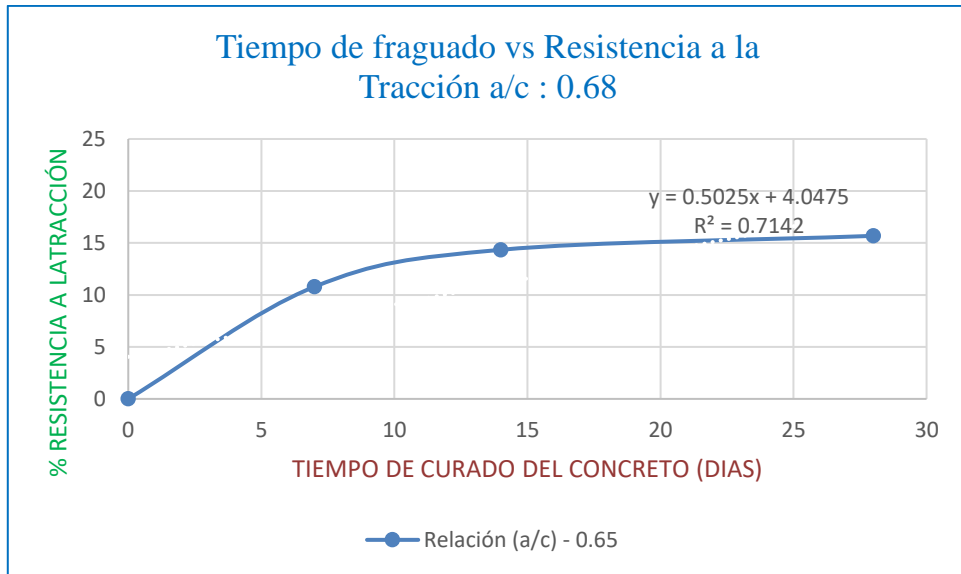


Figura 15: Promedio del porcentaje de resistencia según la relación a/c = 0.68
Fuente: Elaboración propia

Promedio del porcentaje de resistencia según la relación a/c = 0.69

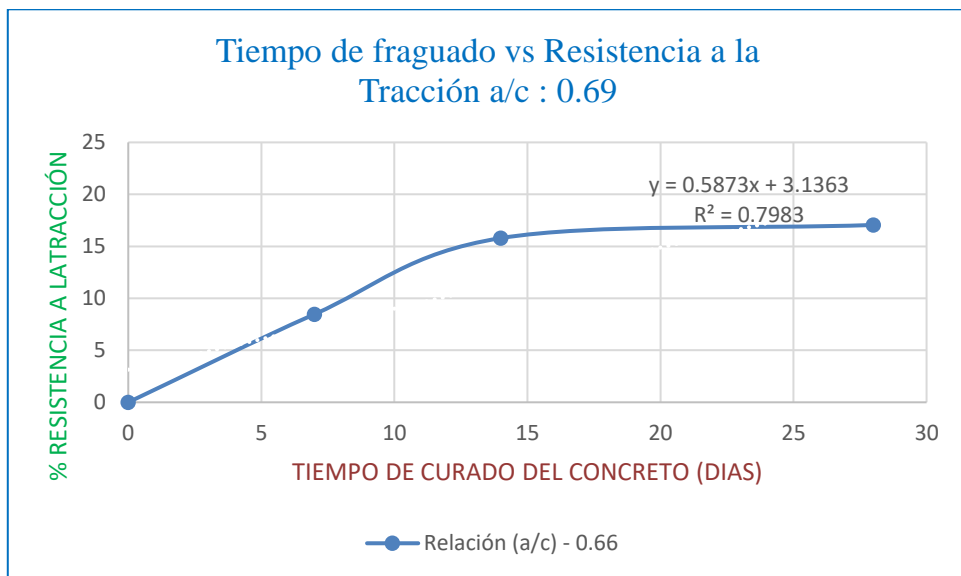


Figura 16: Promedio del porcentaje de resistencia según la relación a/c = 0.69
Fuente: Elaboración propia

Promedio del porcentaje de resistencia según la relación a/c = 0.70

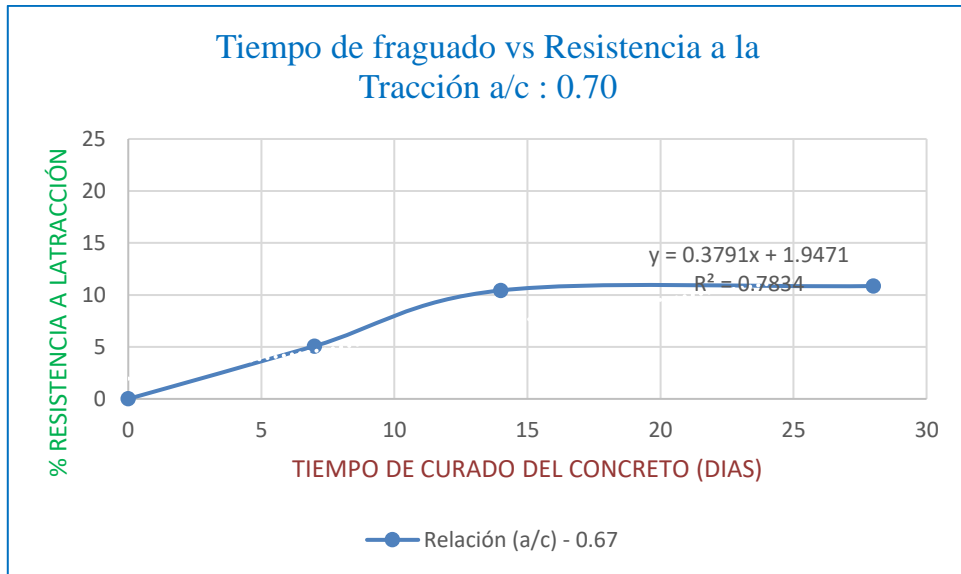


Figura 17: Promedio del porcentaje de resistencia según la relación a/c = 0.70
Fuente: Elaboración propia

Promedio del porcentaje de resistencia según la relación a/c con el tiempo de fraguado vs el aguante en la tracción.

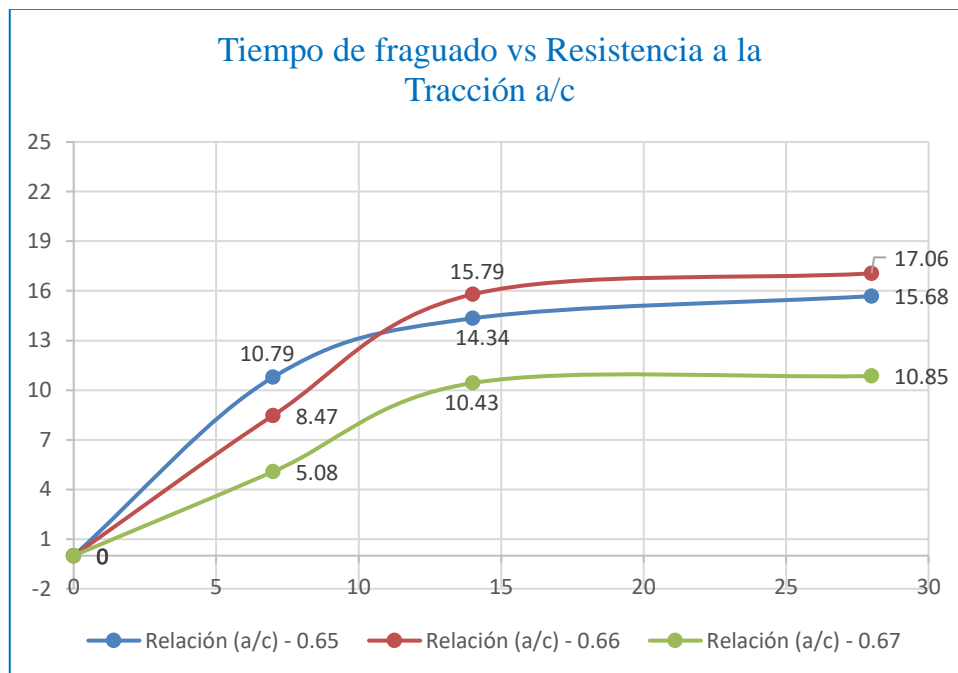


Figura 18: Comparación del porcentaje de resistencia a la tracción según la relación a/c
Fuente: Elaboración propia

La determinación de la resistencia en la tracción por compresión diametral con cemento portland (sol) tipo I

El aguante en 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 N. T. P. 339. 084, la carga máxima soportada por la probeta antes de la rotura se divide por un factor geométrico adecuado, para obtener la resistencia a tracción diametral, expresada en kg / cm².

Para continuar, se establecerá la siguiente fórmula para calcular la resistencia al esfuerzo de compresión del diámetro así como las correspondientes tablas de resistencia obtenidas en el 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 : Fuerza 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 por tracción en 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 esta prueba se prepararon 27 muestras para ser analizadas en 7, 14 y 28 días. Todas estas muestras se repitieron para concreto estándar y de alta densidad para la relación a / c \\ u003d 0. 68, 0. 69 y 0. 70.

Ensayo en resistencia a la tracción por compresión diametral

Cemento Pórtland Tipo I (Sol)

Probeta normalizada: 15cm x 30cm

Relación a/c: 0.68

Muestra: Patrón

Tabla 47: Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto patrón.

ITEM	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C	PROMEDIO
Nº	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)	
1	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	16/03/2018	7	147.1	70.0	
2	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	16/03/2018	7	147.1	70.1	70.7
3	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	16/03/2018	7	151.4	72.1	
4	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	23/03/2018	14	175.0	83.3	
5	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	23/03/2018	14	175.4	83.5	84.2
6	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	23/03/2018	14	179.9	85.6	
7	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	06/04/2018	28	209.4	99.7	
8	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	06/04/2018	28	214.3	102.0	101.4
9	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	06/04/2018	28	215.0	102.4	

Fuente: Elaboración propia

Probeta normalizada: 15cm x 30cm

Relación a/c: 0.69

Muestra: Experimental 4%

Tabla 48: Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto experimental 4%.

ITEM	TESTIGO	SLUMP	FECHA	EDAD	FC	FC/F' C	PROMEDIO
------	---------	-------	-------	------	----	---------	----------

N°	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)	
1	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	143.1	68.1	
2	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	144.3	68.7	69.2
3	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	148.6	70.7	
4	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	23/03/2018	14	175.0	83.3	
5	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	23/03/2018	14	179.9	85.7	85.1
6	CONCRETO EXPERIMENTAL		09/03/2018	23/03/2018	14	181.0	86.2	
7	CONCRETO EXPERIMENTAL		09/03/2018	06/04/2018	28	213.9	101.9	
8	CONCRETO EXPERIMENTAL		09/03/2018	06/04/2018	28	214.5	102.1	102.1
9	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	06/04/2018	28	215.0	102.4	

Fuente: Elaboración propia

Probeta normalizada: 15cm x 30cm
Relación a/c: 0.70
Muestra: Experimental 8%

Tabla 49: Resistencia a tracción por compresión diametral – concreto experimental 8%

ITEM	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'C	PROMEDIO
N°	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)	
1	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	107.3	51.1	
2	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	107.3	51.1	51.8
3	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	111.6	53.2	
4	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	23/03/2018	14	135.6	64.6	
5	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	23/03/2018	14	135.5	64.5	65.3
6	CONCRETO EXPERIMENTAL		09/03/2018	23/03/2018	14	140.3	66.8	
7	CONCRETO EXPERIMENTAL		09/03/2018	06/04/2018	28	152.8	72.8	
8	CONCRETO EXPERIMENTAL		09/03/2018	06/04/2018	28	157.7	75.1	74.4
9	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	06/04/2018	28	158.4	75.4	

Fuente: Elaboración propa

Prueba de hipótesis Anova

En el análisis de datos se utilizan métodos estadísticos tanto descriptivos como inferenciales para representar, describir, analizar y explicar los datos de cada indicador de prueba obtenido en la observación. Utilice tablas, gráficos, media, varianza, porcentaje y análisis de varianza para analizar sus datos.

Ensayo de hipótesis con la varianza ANOVA

Estudio de varianza

Ho: Todas las medias son iguales

Hi: Al menos una media es igual

Nivel de significancia: $\alpha=0.05$

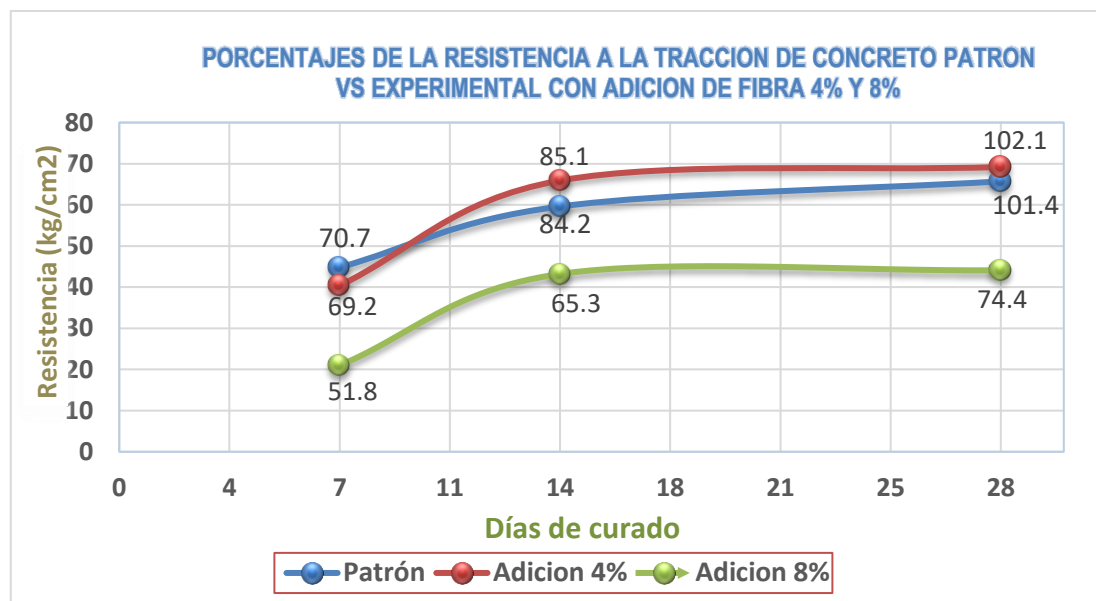


Figura 19: Comparación en la resistencia a tracción del concreto patrón VS experimental con adición de fibra de nopal en 4% y 8%.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 19 muestra incremento de la resistencia a la tracción en la probeta experimental con porcentajes de 4% y 8% respecto al patrón.

Comparación de resistencia patrón y experimental

El factor de variación de los resultados en la prueba es relativamente bajo en comparación con otros métodos. En sus estudios, Tesorero habla de pérdidas inferiores al 10% en comparación con Marshall, que pueden ser del 15 al 20%.

Es una prueba relativamente simple porque es similar a otros tipos de pruebas como Marshall. El tipo de muestra y equipo son los mismos que para otros tipos de pruebas. La rotura no se ve afectada por el estado de la superficie de la muestra. La falla comienza en un rango relativamente uniforme de tensiones de tracción. Resistencia a 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 de ensayo de tracción según porcentajes referentes a la resistencia a compresión

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

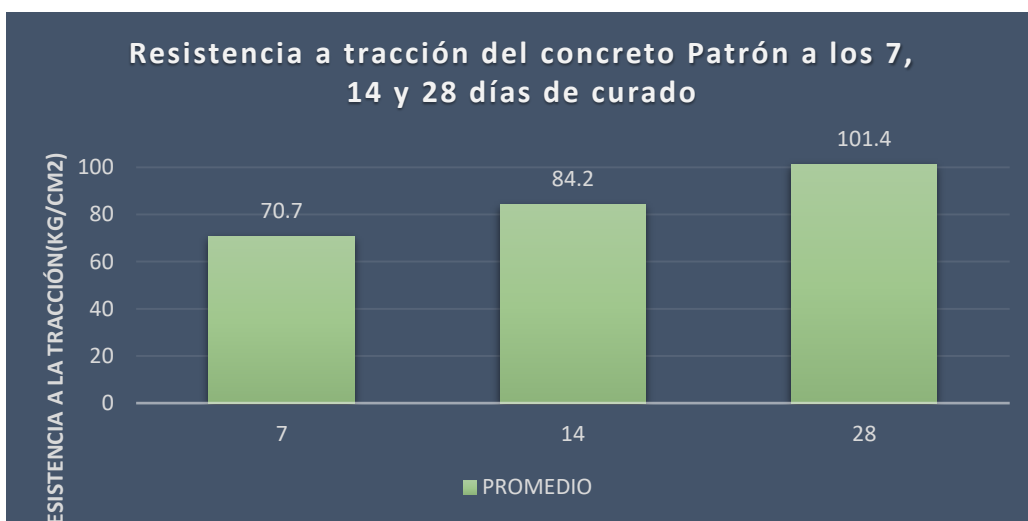


Figura 20: Cuadros comparativos del ensayo de resistencia a la tracción de la probeta patrón según días de seco

Según la figura 20, se observa el concreto patrón en 7 días de seco obtuvo una resistencia de 70.7 kg/cm^2 , en 14 días obtuvo 84.20 kg/cm^2 y en 28 días obtuvo 101.4 kg/cm^2 , cumpliendo con lo establecido en las normas del RNE.

Comparación de resistencia con adición de 4% y 8% de fibras de nopal en 7 días de seco

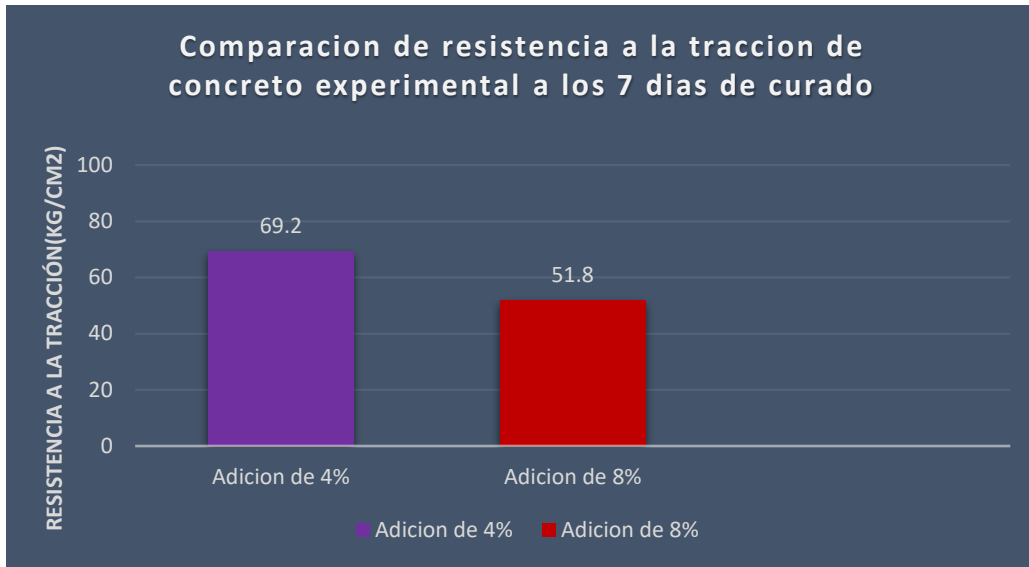


Figura 21: Comparación de resistencia a tracción con adición de 4% y 8% en 7 días

Según la figura 21, se observa que el concreto con adición de fibra de nopal en 7 días de seco al 4% obtuvo una resistencia de 69.2 kg/cm² y el 8% obtuvo una resistencia de 51.8 kg/cm².

Comparación de resistencia con adición de 4% y 8% de fibras de nopal en 14 días de curado

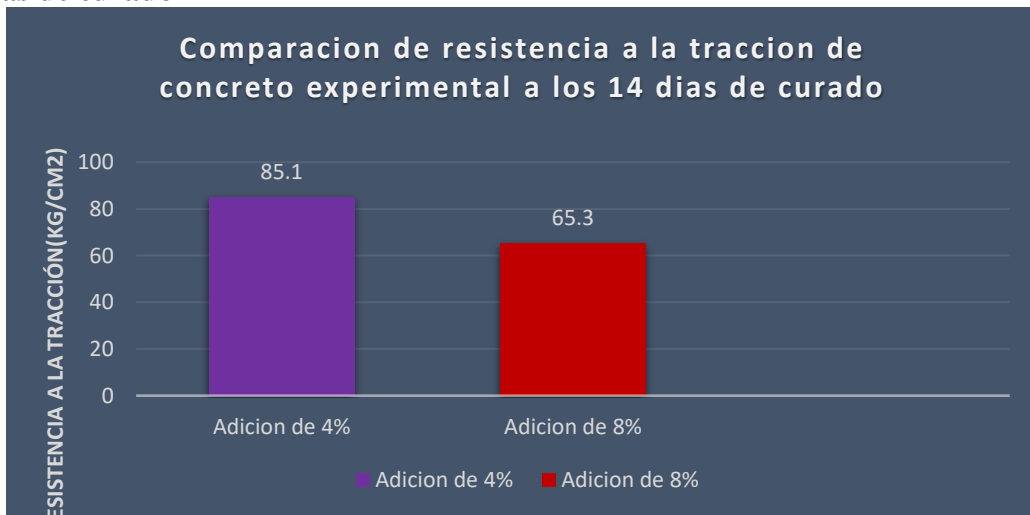


Figura 22: Comparación de resistencia a tracción con adición de 4% y 8% a los 14 días

Según la figura 22, se observa que el concreto con adición de fibra de nopal a los 14 días de curado al 4% obtuvo una resistencia de 85.1 kg/cm² y el 8% obtuvo una resistencia de 65.3 kg/cm².

Comparación de resistencia de adición de 4% y 8% de fibras de nopal en 28 días de curado

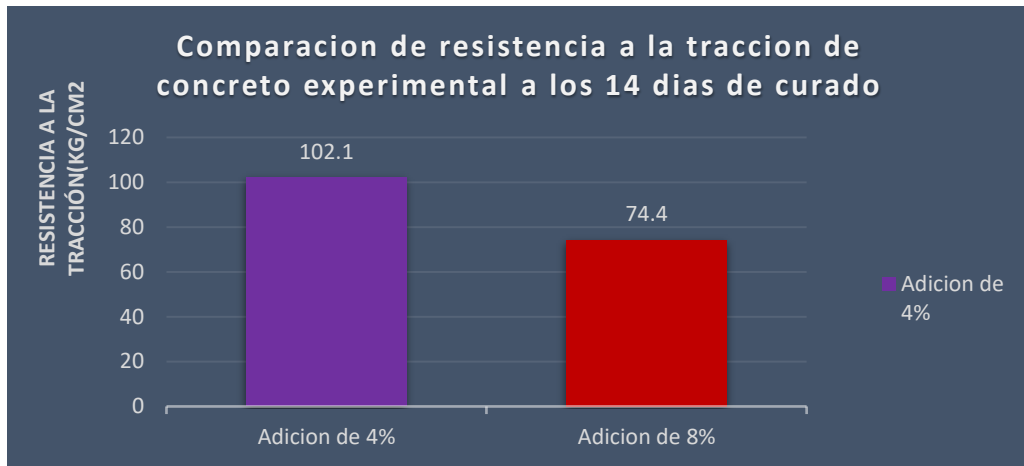


Figura 23: Comparación de resistencia a tracción con adición de 4% y 8% en 28 días

Según la figura 23, se observa que el concreto con adición de fibra de nopal en 28 días de curado al 4% obtuvo la resistencia de 102.1 kg/cm² y el 8% obtuvo la resistencia de 74.4 kg/cm².

III. ANÁLISIS DE DISCUSIÓN

Constructorcivil (2010) muestra los componentes químicos del cemento, CaO entre 60-67 %; SiO entre 18-25%; Al₂O₃ entre 3-8%; Fe₂O₃ entre 0.5-6.0%; Na₂O+K₂O entre 0.2-1.3%; MgO entre 0.1-4.0%; Cal libre entre 0-2.0% y SO₃ entre 1-3.0%. Al realizar el análisis Fluorescente de Rayos X, en la fibra de nopal; se alcanzaron los siguientes resultados que muestra la tabla N°11; los porcentajes más relevantes que predominan es el: óxido de aluminio (Al₂O₃) con 5.178%, óxido de calcio (CaO) con 8.942%; al sumar estos dos componentes se tendría un total de 14.12% con la cual se obtendrá un material de alta resistencia.

Del ensayo realizado, se puede mencionar:

De la tabla 16 la resistencia a la tracción de la fibra de nopal se obtuvo 4.39 kg

De la tabla 17 deformación unitaria de la fibra de nopal (elongación a la rotura) se obtuvo 3.0 %

En comparación con el concreto simple, una pequeña cantidad de fibras cortas agregadas (es decir, un porcentaje bajo del volumen total de la mezcla) permite que el concreto resista cargas de flexión mayores.

.

Si comparamos el resultado de las fibras cortas adicionadas, en esta investigación se adiciono fibras de 4cm de longitud en porcentaje de 4% y 8%, teniendo buen comportamiento las fibras cortas adicionadas en bajas cantidades porque aumento la resistencia a la tracción por presión diametral.

Así mismo se observo el comportamiento del concreto; durante la elaboración de la mezcla.

Cuando la fibra de nopal hizo contacto al 4% con el concreto, este absorbió el agua y al mismo tiempo el agregado fino, quedando así la mezcla casi seca pero trabajable, debido a ello se le adiciono 0.69% de agua.

Para el caso de la adición del 8% de fibra de nopal; se observó que mezcla al igual que en el primer caso, la fibra absorbió el agua de la mezcla y los finos; en este caso la fibra absorbió mayor cantidad de agua debido a ello; se adiciono agua al 0.70%; con el fin de brindar mejor trabajabilidad al concreto.

Durante la rotura de las probetas de concreto se observó; que las probetas debido a la fibra había absorbió agua (como una esponja), debido a ello se esperó más tiempo de lo común para iniciar las roturas.

Según los antecedentes del ACI 308 y (Mather & Ozyildirim, 2004), mencionan que realizar un buen curado entre otros factores, garantizan una buena resistencia del concreto.

Parra & Parra (2007) Estudiaron la precisión en la fibra sintética, determinaron sus propiedades mecánicas como la resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad, posteriormente se determinó la fuerza de unión entre la fibra sintética y el mortero y eventualmente se realizaron algunos modelos. sido hecho. Ensayos de presión con mortero normal, tracción con mortero normal y mortero armado, plegado con mortero normal y mortero reforzado. Concluyeron. que: La fibra mejora las propiedades mecánicas del mortero, especialmente la resistencia a la tracción, dando soluciones a problemas tan comunes en el concreto y mortero como la retracción, problemas de agrietamiento de mina en elementos sometidos a flexión y tensión.

Comparando con lo obtenido en la tabla 47 versus tabla 48, se puede afirmar que la fibra de nopal mejoro sus propiedades mecánicas del mortero con respecto a su resistencia a la tracción por compresión diametral comparando los especimenes patrones y experimentales de 4% de 69.2kg/cm² a 85.1 kg/cm² en 7 días de curado; 102.1 en 7, 14 y 28 días de curado, superando un 0.8% al concreto patron.

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 la que para la adición de 4% de fibra de nopal la relación a/c es 0.69, para la adición de 8% la relación a/c es 0.70.

También se observa los valores de la tabla 49, se puede observar que el concreto adicionado con 8% de fibra de nopal no tuvo mejoras respecto al patrón, teniendo como resultado 51.8 kg/cm² a 65.3 kg/cm², 74.4 kg/cm² a 30.12 kg/cm², 22.79 kg/cm² en 7, 14 y 28 días de curado.

La tabla 48, referido a la porcentajes alusivos a la firmeza a compresión por tracción, se observa un incremento de la resistencia de un 0.8% de la probeta patrón respecto a la probeta normalizada igual a 101.4 kg/cm² vs 102.1 kg/cm² en 28 días de curado, incremento de 0.8% a la probeta experimental con adición de 4% de fibra de nopal 101.4 kg/cm² vs 102.1 kg/cm² respecto a la probeta normalizada.

Los métodos estadísticos descriptivos e inferenciales se utilizan en el análisis de datos para representar, describir, analizar y explicar los datos de cada indicador de prueba obtenido en la observación. Utilice tablas, gráficos, promedio, varianza, porcentaje y análisis de pruebas de varianza para analizar los datos. Teniendo como resultado se acepta: H_1 : Al menos una media es distinta

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La selección del nopal 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.
- El diseño experimental con adición de 8% de fibra de nopal no cubrió las expectativas requeridas porque disminuyó la resistencia comparando con el patrón y adición de 4%.
- Realizar un buen curado al concreto, garantiza la resistencia que se desee alcanzar.
- El resultado de las pruebas de aguante a la tracción por presión diametral simple arrojó mayor firmeza las probetas experimentales adicionadas con 4% de fibra de nopal con 102.1 kg/cm² sobre un 101.4 kg/cm² del concreto patrón.
- La relación $a/c = 0.69$ con adición de 4% de fibra de nopal tuvo mejor resistencia a los 14 y 28 días de seco respecto al concreto original y adición de 8%.
- La caracterización de la fibra de nopal arrojó una resistencia a la tracción de 4.39 kg, Fuerza máxima de tracción (cN) 566.33, Tenacidad de ruptura (cN/tex) 18.44, Deformación unitaria (elongación a la rotura) de 3.0%, Análisis de fluorescencia rayos X; óxido de aluminio (Al₂O₃) con 5.178%, óxido de calcio (CaO) con 8.942%, Potencial de hidrógeno (Ph) de 5.95 und.
- Se determinó la relación $a/c = 0.68$ para el diseño patrón, $a/c = 0.69$, para el experimental con adición de 4% y $a/c=0.70$ para el experimental de 8% de fibra de nopal.
- El método ensayado no establece la desviación debido a que su resistencia a la tracción puede ser definida solamente por este procedimiento.

4.1. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar precauciones al momento de extraer la fibra de nopal, ya que este contiene espinas casi microscópicas que causan dolor al adherirse a la piel.
- Se recomienda a las futuras tesis, considerar adicionar un protector para las fibras de nopal, con la finalidad de que no estén en contacto directo con el concreto; ya que según los resultados la fibra es ligeramente ácido.
- Se recomienda hacer una buena caracterización de la fibra natural, ya que así se aprovecharía las propiedades físicas, químicas y mecánicas para tener buena resistencia a la tensión, y elasticidad.
- Respecto a la relación agua cemento, se sugiere realizar varias pruebas de Slump de 3-4" al realizar la mezcla de concreto para mejorar la trabajabilidad y conservar la resistencia.
- Se recomienda adicionar menor proporción de fibra de nopal, debido que en este estudio experimental se llegó a la conclusión de que a menor porcentaje mejora la calidad en el concreto.
- Para lograr efectos resaltantes en resistencia de tracción en concreto con el método indirecto empleando fibras naturales se debe realizar más estudios de esta especie porque presenta buenas condiciones a la flexión.
- Se recomienda adicionar de manera correcta todos los insumos durante la elaboración del concreto; así mismo se recomienda un buen curado del concreto.
- Se debe realizar estudios estadísticos de desviación y otros para dar mayor credibilidad de resultados obtenidos en la probeta de concreto experimentales y patrones.

V. AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me gustaría agradecer a dios que me protege y guía en todo momento de mi vida.

Gracias a mi madre Perla Ramírez por su continuo apoyo y comprensión. También por el amor y la paciencia que me da todos los días y los buenos consejos que recordare el resto de mi vida.

A ti, Rodrigo, por apoyarme durante este proceso tan importante para mí como profesional, por motivarme a seguir y no desistir todo ello con mucho cariño y amor.

A mi Asesor, el Ing. Miguel Ángel Solar Jara, por guiarme y hacerme partícipe de sus conocimientos durante todo este tiempo de mi investigación

Universidad san pedro filial Huaraz, a la facultad de ingeniería, donde aprendí y me formé como profesional en Ingeniería Civil con ética, valores y responsabilidad para toda la vida.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (Aceros Arequipa, 2. (2012).
- 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*;. Obtenido de <http://www.conocimientosweb.net/dcmf/ficha5471.html>
- constructorcivil. (26 de diciembre de 2010). *elconstructorcivil.com*. Obtenido de <http://www.elconstructorcivil.com/2011/01/composicion-quimica-del-cemento.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. Obtenido 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 INGENIERIA DE DISEÑO DE PRODUCTO PROYECTO DE GRADO.
- Grudemo. (1975). *CEMBUREAU*. España: Revista IDIEM.
- Guimaraes, S. S. (1987). Fibra vegetal cimientó resultados de algunas experiencias realizadas no THABA/CEPED. Brasil: Hahitec .
- Harmsem, T. E. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima: PUCP.
- 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. Obtenido de <http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=agave>:
<http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=agave>
- Juarez, C. A. (2002). *Concretos base cemento portland reforzados con fibras naturales (agave lecheguilla), 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*. México: IMCYC.
- Millones Prado, M. A. (2008). Concreto de alta densidad con superplastificante. *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.
- pHmetro.TOP. (2017). <https://phmetro.top>. Obtenido de <https://phmetro.top/ejemplos-de-ph-escala-de-ph/>
- Pinzón, S. G. (2013). Análisis de la resistencia a compresión y flexión del concreto modificado con fibra de fique. *Ingenierías en línea*, 27-37.
- 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.
- SENCICO. (2009). *NORMA E.060 CONCRETO ARMADO*. LIMA: Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2009-07742.
- 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. Obtenido de <http://www.sinembargo.mx/10-12-2011/91854>:
<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.

VII. 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 : " Resistencia a Traccion de un Concreto F'C = 210 Kg/Cm2 con Adicion de 4 % y 8 % de Fibra de Nopal "					
SOLICITA : Bach. Quiroz Ramirez, Elizabeth Moreli					
DISTRITO : HUARAZ			HECHO EN : USP -HUARAZ		
PROVINCIA : HUARAZ			FECHA 02/03/2018		
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	(%)	0,638			
AGEGRADO FINO					
Nº TARRO		20	25		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	851.3	896.1		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	837.0	863.2		
PESO DE AGUA	(g)	14.30	32.90		
PESO DEL TARRO	(g)	165.60	165.5		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	671.40	697.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.13	4.7		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	3,42			



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

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

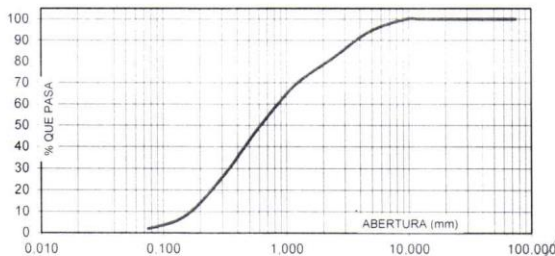
SOLICITA : **Bach. Quiroz Ramirez, Elizabeth Moreli**
 TESIS : " Resistencia a Traccion de un Concreto F'C = 210 Kg/Cm2 con Adicion de 4 % y 8 %
 de Fibra de Nopal "
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 02/03/2018 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2644.8
PESO SECO LAVADO	2592.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	52.80

TAMIZ No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
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
N° 4	4.750	157.50	5.96	5.96	94.04
N° 8	2.360	335.50	12.69	18.64	81.36
N° 16	1.180	329.00	12.44	31.08	68.92
N° 30	0.600	524.50	19.83	50.91	49.09
N° 50	0.300	618.50	23.39	74.30	25.70
N° 100	0.150	470.00	17.77	92.07	7.93
N° 200	0.075	157.00	5.94	98.00	2.00
PLATO		52.80	2.00	100.00	0.00
TOTAL		2644.80	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 4
 MODULO DE FINEZA : 2.73
 HUMEDAD : 3.44%

CURVA GRANULOMETRICA



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

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

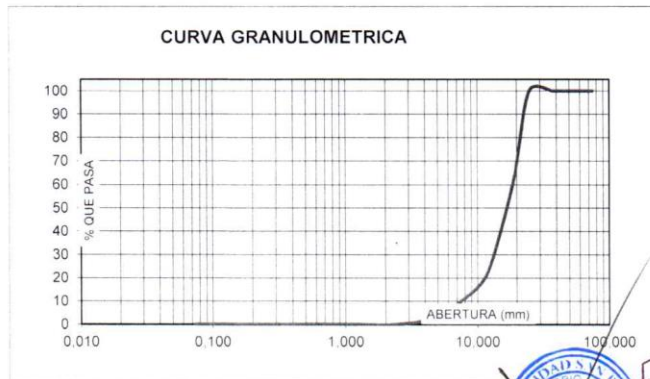
SOLICITA : **Bach. Quiroz Ramirez, Elizabeth Moreli**
 TESIS : " Resistencia a Traccion de un Concreto F'c = 210 Kg/Cm2 con Adicion de 4 % y 8 % de Fibra de Nopal "
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 02/03/2018 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO


PESO SECO INICIAL	12428.4
PESO SECO LAVADO	12427.70
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.70

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	4626.94	37.23	37.23	62.77
1/2"	12.500	4673.22	37.60	74.83	25.17
3/8"	9.500	1298.12	10.44	85.27	14.73
N° 4	4.750	1427.12	11.48	96.76	3.24
N° 8	2.360	402.30	3.24	99.99	0.01
N° 16	1.180	0.00	0.00	99.99	0.01
N° 30	0.600	0.00	0.00	99.99	0.01
N° 50	0.300	0.00	0.00	99.99	0.01
N° 100	0.150	0.00	0.00	99.99	0.01
N° 200	0.075	0.00	0.00	99.99	0.01
PLATO		0.70	0.01	100.00	0.00
TOTAL		12428.40	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 7.19
 HUMEDAD : 0.63%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FICAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA 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

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : **Bach. Quiroz Ramirez, Elizabeth Moreli**
 TESIS : " Resistencia a Traccion de un Concreto F'C = 210 Kg/Cm2 con Adicion de 4 % y 8 %
 de Fibra de Nopal "
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL : **AGREGADO FINO**
 FECHA : **02/03/2018**

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

300,0		
670,7		
970,7		
858,5		
112,2		
297,5		
-109,7		
0,84		
0,84		

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

PROMEDIO

2,65		
2,67		
-2,71		

PROMEDIO

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

2,65
2,67
-2,71



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES
Elizabeth Maza Ambrusio
 Ing. Elizabeth Maza Ambrusio
 CIP: 1165-44
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : Bach. Quiroz Ramirez, Elizabeth Moreli
 TESIS : " Resistencia a Traccion de un Concreto F'C = 210 Kg/Cm2 con Adicion de 4 % y 8 %
 de Fibra de Nopal"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 02/03/2018

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

1007,1	943,2	1051,3
625,5	584,0	649,5
381,6	359,2	401,8
1003,5	936,5	1047,0
378,0	352,5	397,5
0,36	0,72	0,41
0,49		

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

PROMEDIO

2,63	2,61	2,61
2,64	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
2,66



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Quiroz Ramirez, Elizabeth Moreli

TESIS : " Resistencia a Traccion de un Concreto F'C = 210 Kg/Cm2 con Adicion de 4 % y 8 % de Fibra de Nopal "

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

FECHA : 02/03/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19220	19205	19215
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	13910	13895	13905
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1489	1488	1489
Peso unitario prom.	1488 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20020	20015	20030
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	14710	14705	14720
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1575	1574	1576
Peso unitario prom.	1575 Kg/m3		



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

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Quiroz Ramirez, Elizabeth Moreli
 TESIS : " Resistencia a Traccion de un Concreto F'C = 210 Kg/Cm2 con Adicion de 4 % y 8 %
 de Fibra de Nopal "
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 02/03/2018

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	8030	8040	8025
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4604	4614	4599
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1659	1662	1657
Peso unitario prom.	1659 Kg/m3		



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

ANEXO N° 02: Análisis de fluorescencia rayos-X

Fichas del laboratorio – Arqueometría - Lima



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°13-LAQ/2018

Análisis de fibras secas de nopal por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de una muestra de fibras secas de nopal a pedido de la Srta. **Quiroz Ramírez, Elizabeth Moreli**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a Tracción de un Concreto $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$ con Adición de 4% y 8% de Fibras de Nopal.”

La muestra está en forma de fibras secas de nopal de color gris verdoso.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μA . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4270 cts/s. La muestra recibida fue molida en un mortero de Ágata y luego se pasó por un tamiz de 160 micrones para separar un polvo fino de color gris verdoso que se usó para tomar el espectro.

Esta técnica permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de polvo de fibras de nopal. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 16 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es mucho menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida principalmente por compuestos orgánicos y en parte por compuestos de Na y Mg, que esta técnica no puede detectar y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X y otras técnicas para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.

Tabla 1. Composición elemental de polvo de fibras secas de nopal en % de masa.

Óxido	% masa
Al ₂ O ₃	5.178
SiO ₂	0.672
SO ₂	0.686
ClO ₂	0.163
K ₂ O	3.017
CaO	8.942
TiO ₂	0.012
MnO	0.016
Fe ₂ O ₃	0.233
Co ₃ O ₄	0.003
Ni ₂ O ₃	0.002
CuO	0.013
ZnO	0.029
SrO	0.046
CeO ₂	0.007



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Subtotal	19.019
Otros	80.981
Totales	100.000

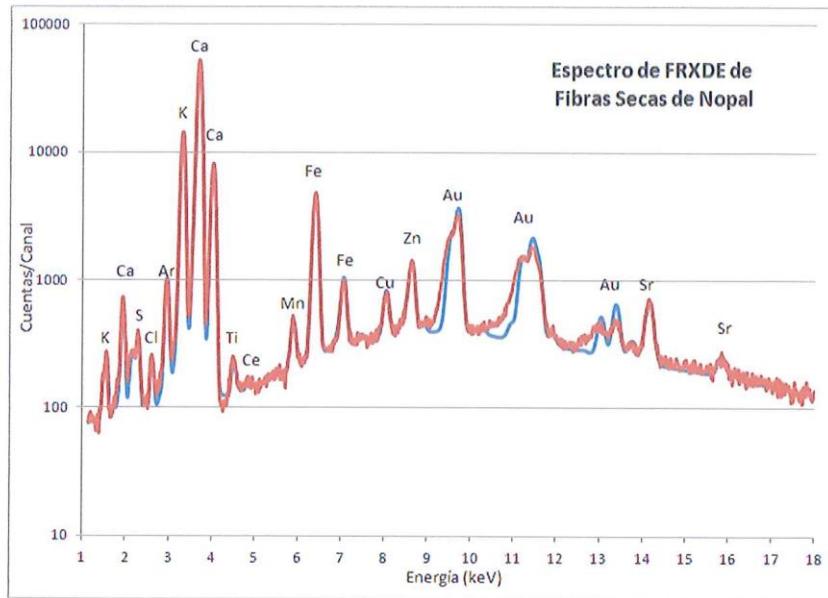


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de polvo de fibras secas de nopal en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

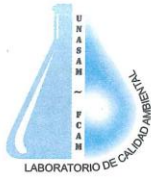
Laboratorio de Arqueometría

Lima, 06 de marzo del 2018



ANEXO N° 03: Análisis del PH

Fichas del laboratorio – Calidad Ambiental – Huaraz



INFORME DE ENSAYO OT180059

CLIENTE Razón Social : ELIZABETH QUIROZ RAMIREZ
 Dirección : Huaraz
 Atención : Elizabeth Quiroz Ramirez

MUESTRA Producto declarado : Fibra de Nopal
 Matriz : Otros
 Procedencia : Pali Alto - Carhuaz
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180025

MUESTREO Responsable : Área de Monitoreo Ambiental de la UNASAM¹
 Referencia : Protocolo de Monitoreo de Agua N° RM-001

LABORATORIO Fecha de recepción : 28/Febrero/2018
 Fecha de análisis : 28 - 07 de Marzo/2018
 Cotización N° : CO180124

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M 01
					Fecha de muestreo	20/01/2018
					Hora muestreo	15:00
					Código del Laboratorio	OT180080
FQP	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS - MUESTRA DE PLANTA					
FQP02	pH (en laboratorio)	Unid. pH	AOAC 981.12 (*)			5.95

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ El muestreo No se encuentra dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio de Calidad Ambiental-FCAM-UNASAM



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

Huaraz, 07 de Marzo de 2018

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 dirimientes 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. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com

ANEXO N° 04: Ensayo de resistencia a tracción y Ensayo de deformación unitaria

Fichas del laboratorio – Labicer - Lima



INFORME TÉCNICO N° 2116 – 19 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ELIZABETH MORELI QUIROZ RAMIREZ
 - 1.2 DNI : 47208127
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 26 / 11 / 2019
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 26 / 11 / 2019
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 26 / 11 / 2019
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE FIBRAS SECAS DE NOPAL
 - 4.2 TESIS : RESISTENCIA A TRACCIÓN DE UN CONCRETO
F' C = 210 kg/cm² CON ADICIÓN DE 4 % Y 8 % DE FIBRA DE NOPAL
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.0 °C; Humedad relativa: 65%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : Maquina de tracción universal. ZWICK ROELL Z010
8. **RESULTADOS**
 - 8.1 **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN**

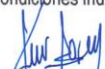
N° DE REPETICIÓN	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MÁXIMA (kg)	VELOCIDAD DE ENSAYO
1	4.53	10 mm/min
2	3.00	
3	3.05	
4	6.92	
5	3.29	
6	5.54	
PROMEDIO	4.39	

8.2 **ENSAYO DE DEFORMACIÓN UNITARIA (ELONGACIÓN A LA ROTURA)**


N° DE REPETICIÓN	ELONGACIÓN (%)	VELOCIDAD DE ENSAYO
1	4.9	10 mm/min
2	3.5	
3	2.2	
4	2.3	
5	2.4	
6	2.8	
PROMEDIO	3.0	

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

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


Bach. Kevin Sulica
Analista Químico
LABICER – UNI




M.Sc. Otilia Acuña de la Cruz
Responsable de análisis
Jefe de Laboratorio
CQP 202

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

ANEXO

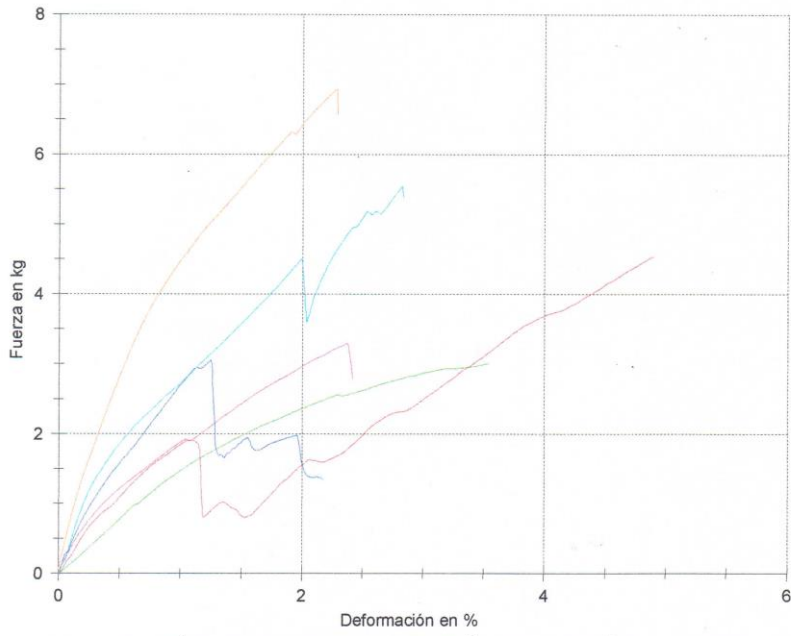


FIGURA N°1: GRÁFICA DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN VS ELONGACIÓN DE LA MUESTRA.



ANEXO N° 06: Diseño de mezcla

Fichas de laboratorio – USP – Huaraz



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO POR EL METODO ACI

RESISTENCIA A TRACCIÓN DE UN CONCRETO $F'c=210$ KG/CM² CON ADICION DE 4% Y 8% DE FIBRA DE NOPAL

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/m³)	1505,0	1483,5
Peso unitario compactado (Kg/m³)	1666,0	1574,6
Peso específico (Kg/m³)	2796,0	2633,5
Modulo de fineza	2,72	7,94
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 $F'c$:

Sabemos que el $F'c$, es:

$F'c = 210$ Kg/cm²

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**



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



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:

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: $1,00 \text{ m}^3$ Peso específico del agua: 1000

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

Cemento: $0,10 \text{ m}^3$

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

Agua: $0,21 \text{ m}^3$

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

Aire: $0,02 \text{ m}^3$

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

A. Grueso $0,38 \text{ m}^3$

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

$\sum (\text{cem} + \text{agua} + \text{aire} + \text{A.grueso})_{VA} = 0,70 \text{ m}^3$

A. Fino $0,30 \text{ m}^3$

TOTAL DE CONCRETO =

$1,00 \text{ m}^3$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
CALLE TERCERA Y AV. BOLIVAR
DISTRITO DE SAN JUAN DE HUARAZ
HUARAZ - PERU



Ing. Elizabeth Niza Ambrosio
CIP: 118244
JEFE





07. Cálculo del PESO DEL AGREGADO FINO:

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

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:

$$= P.seco \times \left(\frac{\%w}{100} + 1 \right) \quad \text{A. Fino corregido:} \quad 880,79 \quad \text{Kg}$$

$$= P.seco \times \left(\frac{\%w}{100} + 1 \right) \quad \text{A. Grueso corregido:} \quad 994,78 \quad \text{Kg}$$

10. Cálculo por APORTE DE AGUA A LA MEZCLA:

$$= \frac{(\%w - \%abs) \times P.seco_{corregido}}{100} \quad \text{A. Fino:} \quad 7,66 \quad \text{Lt}$$

$$= \frac{(\%w - \%abs) \times P.seco_{corregido}}{100} \quad \text{A. Grueso:} \quad 2,19 \quad \text{Lt}$$

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 MEZCLAS DE SÚPEROS Y
ENOSOS DE MORTAROS

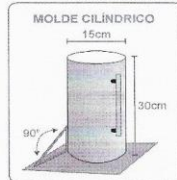
Ing. Elizabeth Múza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



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
PIEDRA	6,33 Kg
AGUA	1,24 Kg



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RELACION AGUA CEMENTO

SOLICITA : Bach. Quiroz Ramirez, Elizabeth Moreli
TESIS : " Resistencia a Tracción de un Concreto F'C = 210 Kg/Cm2 con Adición de 4 % y 8 % de Fibra de Nopal "

CONCRETO PATRÓN A/C DE 0.68			
Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
299,71 Kg	880,79 Kg	994,78 Kg	195,15 Lt.
Proporciones En Peso:			
1	2,94	3,32	27,68
Cantidad de material por tanda:			
Cemento	42,5	Kg/bls	
A. Fino	124,90	Kg/bls	
A. Grueso	141,06	Kg/bls	
Agua de diseño	27,68	Lt/bls	
Cantidad de material para una probeta (Patrón)			
Descripción	Cantidad de material (kg)		
Cemento	1,91 Kg		
Arena	5,60 Kg		
Grava	6,33 Kg		
Agua	1,24 Lt		



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

RELACION AGUA CEMENTO

SOLICITA : **Bach. Quiroz Ramirez, Elizabeth Moreli**
 TESIS : " Resistencia a Traccion de un Concreto F'C = 210 Kg/Cm2 con Adicion de 4 % y 8 % de Fibra de Nopal "

FIBRA DE NOPAL AL 4% Y RELACION A/C DE 0.69			
Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
299,71 Kg	880,79 Kg	994,78 Kg	195,15 Lt.
Proporciones En Peso:			
1	2,94	3,32	27,68
Cantidad de material por tanda:			
Cemento	42,5	Kg/bls	
A. Fino	124,90	Kg/bls	
A. Grueso	141,06	Kg/bls	
Agua de diseño	27,68	Lt/bls	
Cantidad de material para una probeta (Patrón)			
Descripción	Cantidad de material (kg)		
Cemento	1,91 Kg		
Arena	5,60 Kg		
Grava	6,33 Kg		
Relacion a/c	1,64 Lt		
Adicion de fibra al 4 %	1,19 Kg		



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

RELACION AGUA CEMENTO

SOLICITA : **Bach. Quiroz Ramirez, Elizabeth Moreli**
 TESIS : " Resistencia a Traccion de un Concreto F'C = 210 Kg/Cm2 con Adicion de 4 % y 8 % de Fibra de Nopal "

FIBRA DE NOPAL AL 8% Y RELACION A/C DE 0.70			
Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
299,71 Kg	880,79 Kg	994,78 Kg	195,15 Lt.
Proporciones En Peso:			
1	2,94	3,32	27,68
Cantidad de material por tanda:			
Cemento	42,5	Kg/bls	
A. Fino	124,90	Kg/bls	
A. Grueso	141,06	Kg/bls	
Agua de diseño	27,68	Lt/bls	
Cantidad de material para una probeta (Patrón)			
Descripción	Cantidad de material (kg)		
Cemento	1,60 Kg		
Arena	5,60 Kg		
Grava	6,33 Kg		
Relacion a/c	2,04 Lt		
Adicion de fibra al 8 %	2,39 Kg		



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

**ANEXO N° 07: Ensayo de resistencia a la tracción por compresión
diametral simple**

Fichas de laboratorio – USP – Huaraz

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION

SOLICITA : QUIROZ RAMIREZ ELIZABETH MORELI

TESIS : "RESISTENCIA A TRACCION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICION DE 4% Y 8% DE FIBRA DE NOPAL"

FECHA: 28/12/2018

F'C : 210 Kg/cm²

CONCRETO PATRON

Nº	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'C	PROMEDIO
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm ²	(%)	
1	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	16/03/2018	7	147,1	70,0	70,7
2	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	16/03/2018	7	147,1	70,1	
3	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	16/03/2018	7	151,4	72,1	
4	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	23/03/2018	14	175,0	83,3	84,2
5	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	23/03/2018	14	175,4	83,5	
6	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	23/03/2018	14	179,9	85,6	
7	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	06/04/2018	28	209,4	99,7	101,4
8	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	06/04/2018	28	214,3	102,0	
9	CONCRETO PATRON	-	09/03/2018	06/04/2018	28	215,0	102,4	

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION

SOLICITA : QUIROZ RAMIREZ ELIZABETH MORELI

TESIS : "RESISTENCIA A TRACCION DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICION DE 4% Y 8% DE FIBRA DE NOPAL"

FECHA: 28/12/2018

F'c: 210 Kg/cm2

CONCRETO EXPERIMENTAL - ADICION DEL 4%

Nº	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC	FC/F'c (%)	PROMEDIO
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA		Kg/cm2		
1	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	143,1	68,1	69,2
2	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	144,3	68,7	
3	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	148,6	70,7	
4	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	23/03/2018	14	175,0	83,3	85,1
5	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	23/03/2018	14	179,9	85,7	
6	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	23/03/2018	14	181,0	86,2	
7	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	06/04/2018	28	213,9	101,9	102,1
8	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	06/04/2018	28	214,5	102,1	
9	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	06/04/2018	28	215,0	102,4	

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION

SOLICITA : QUIROZ RAMIREZ ELIZABETH MORELI

TESIS : "RESISTENCIA A TRACCION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICION DE 4% Y 8% DE FIBRA DE NOPAL"

FECHA: 28/12/2018

F'C : 210 Kg/cm²

CONCRETO EXPERIMENTAL - ADICION DEL 8%

Nº	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²	FC/F'C (%)	PROMEDIO
			MOLDEO	ROTURA				
1	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	107,3	51,1	51,8
2	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	107,3	51,1	
3	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	16/03/2018	7	111,6	53,2	
4	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	23/03/2018	14	135,6	64,6	65,3
5	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	23/03/2018	14	135,5	64,5	
6	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	23/03/2018	14	140,3	66,8	
7	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	06/04/2018	28	152,8	72,8	74,4
8	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	06/04/2018	28	157,7	75,1	
9	CONCRETO EXPERIMENTAL	-	09/03/2018	06/04/2018	28	158,4	75,4	

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



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

ANEXO N° 08: Panel Fotográfico



Foto N°01: Se realizó la extracción del Nopala.



Foto N° 02: Se realizó la extracción de la fibra de Nopala.



Foto N° 03: Se observa la Obtención de la fibra de Nopal.



Foto N° 04: Se realizo curado de la fibra de Nopal.



Foto N° 05: Se realizó el secado de la fibra de Nopal.

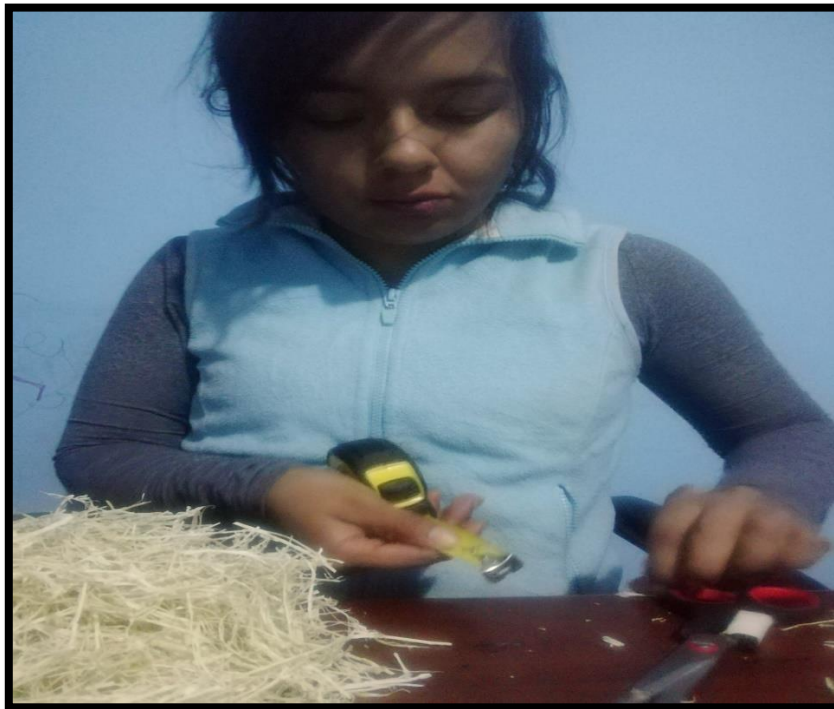


Foto N° 06: Corte y medición de la fibra de Nopal con longitud de 4cm.



Foto N° 07: Muestra de fibra de Nopal de 4cm de longitud.



Foto N° 082: Extracción de los agregados.



Foto N° 3: Ubicación de la cantera Tacllan – Rio Santa



Foto N° 10: Realizando el peso unitario de la grava.



Foto N° 11: Realizando el tamizado de los agregados.



Foto N° 42: Realizando el peso para determinar el contenido de humedad.



Foto N° 53: Realizando el peso de los materiales.



Foto N° 14: Preparación de la mezcla de concreto.



Foto N° 15: Adición de fibra de Nopal a la mezcla de concreto.



Foto N° 66: Elaborando las briquetas de concreto.



Foto N° 177: Curado de briquetas de concreto



Foto N° 188: Dimensionado de los especímenes de concreto.



Foto N° 199: Se realizó el ensayo de tracción por compresión diametral simple espécimen experimental con 4% de fibra de nopal - Laboratorio de la USP – Huaraz



Foto N° 100: Realización de ensayo de tracción por compresión diametral simple espécimen experimental con 8% de fibra de nopal - Laboratorio de la USP – Huaraz