

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – LIRCAY



TESIS

**“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA FIBRA DE CABUYA EN
CONCRETOS DE $f'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ Y $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ EN EL
DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGARAES”**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN
ESTRUCTURAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

Bach. HUAMANI ARANGO, Felipe

Bach. MONGE HURTADO, Eddson Luis

ASESOR:

Ing. ÑAHUI GASPAS, Andrés Zósimo

LIRCAY - HUANCAMELICA

2018



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

EN EL PARLAMENTO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBI-
ENTAL, DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY A
LOS CUATRO DIAS DEL MES DE MAYO DEL 2017, SIENDO LAS 5:00 PM,
SE INSTALARON LOS MIEMBROS DEL JURADO EN BASE A LA RESOLUCION DE
CONCEJO DE FACULTAD N° 078-2017-FIMCA-UNH DE FECHA 26 DE
ABRIL DEL 2017, EN LA CUAL SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO: APROBAR FECHA Y HORA DE SUSTENTACION DE TESIS CUYO
TITULO ES "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA FIBRA DE CABUYA EN CONCRETOS
DE $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ Y $F_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2$ EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA
DE ANGARAES", SIENDO LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO LOS BACHILLERES
EN INGENIERIA CIVIL HUAMAN ARANGO, FELIPE Y MONGE
HURTADO EDDSON LUIS, SIENDO LOS MIEMBROS DEL JURADO ING.
CAMAC OJEDA ENRIQUE RIGOBERTO (PRESIDENTE) ING. URIEL NEIRA
CALSI (SECRETARIO), ARQ. SALAS TOCASCA HUGO CAMILO (VOCAL)
CON LA FINALIDAD DE EVALUAR LA SUSTENTACION DE LA TESIS REFERIDA.
INMEDIATAMENTE DESPUES SE PROCEDE CON LA INTERVENCION DEL PRESI-
DENTE DANDO LAS INSTRUCCIONES CORRESPONDIENTES PARA EL INICIO DE LA
SUSTENTACION DE LA TESIS, SEGUIDAMENTE TERMINADA LA SUSTENTACION,
DE LA TESIS SE PROCEDE A LA FORMULACION DE PREGUNTAS POR PARTE
DE LOS MIEMBROS DEL JURADO LOS CUALES FUERON ABSUELTAS POR LA TESIS
LOS MIEMBROS DEL JURADO LUEGO DE UN INTENSO DEBATE SE RESUELVE
APROBAR LA SUSTENTACION DE LA TESIS POR UNANIMIDAD SIENDO LAS
6:45 PM DEL DIA 04 DE MAYO DEL 2017, EN SENAL DE CONFORMIDAD
FIRMAN AL PIE DEL PRESENTE.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
SEDE LIRCAY
CERTIFICO QUE LA PRESENTE COPIA FIEL
DE LA ORIGINAL QUE TENGO A LA VISTA

04 OCT. 2017

Uriel Neira Calsi

ING. URIEL NEIRA CALSI,
SECRETARIO

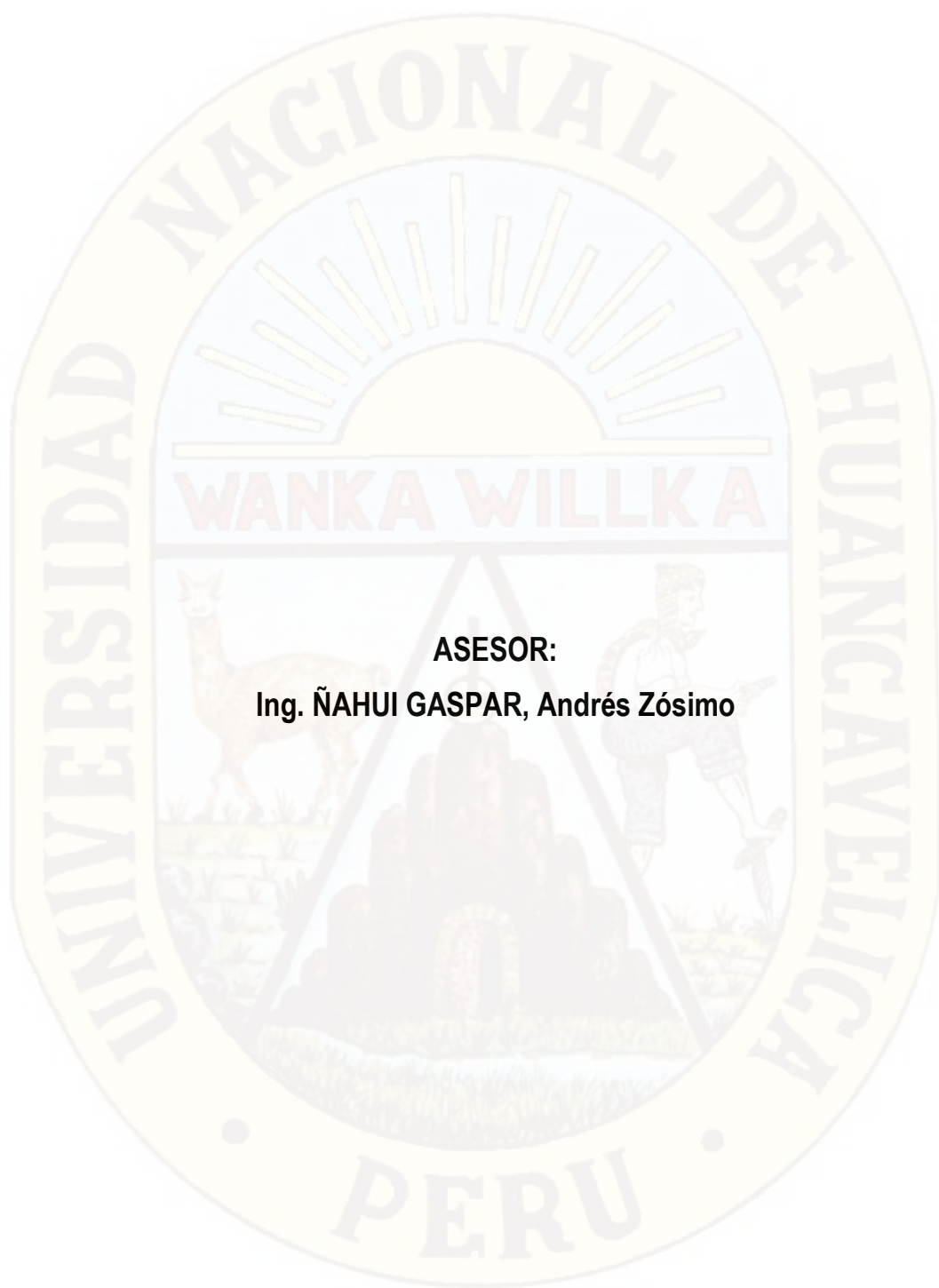
Camac Ojeda

ING. ENRIQUE CAMAC OJEDA
PRESIDENTE

ING. Paul Percy Santa Carina
FEDATARIO - FIMCA

Hugo C. Salas Tocasca

ARQ. HUGO C. SALAS TOCASCA,
VOCAL



ASESOR:

Ing. ÑAHUI GASPAR, Andrés Zósimo

DEDICATORIA

A mis padres Margarita y Fortunato por conformar el pilar más importante en mi vida, a mi esposa Gladys y a mi adorado hijo Dayiro, quienes fueron mis dos pilares para seguir adelante y lograr mis metas.

Felipe.

A mis padres, por haber esculpido en todos sus hijos la unidad, amor, felicidad y reciprocidad; además propicio la existencia de mis hermanos, quiénes me dieron la motivación para alcanzar mis metas y objetivos.

Eddson.

AGRADECIMIENTO

- Deseamos expresar nuestro sincero y especial agradecimiento honesto a las siguientes personas e instituciones quienes de alguna forma permitieron realizar con el cumplimiento de nuestro proyecto de tesis
- Primeramente, el agradecimiento muy especial hacia nuestros padres y hermanos por el apoyo incondicional y empuje para lograr alcanzar nuestros objetivos trazados el de ser un INGENIERO CIVIL
- A LA FACULTAD DE MINAS - CIVIL - AMBIENTAL por brindarnos sus instalaciones y permitir efectuar nuestro proyecto de tesis en su institución.
- Al Ing. ÑAHUI GASPAR, Andrés Zósimo, por el incansable trabajo de asesoramiento para la ejecución de nuestro proyecto de tesis.
- A los Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Lircay por brindarnos sus conocimientos para un buen desenvolvimiento profesional en esta rama de la profesión.

Huamani Arango, Felipe
Monge Hurtado, Eddson Luis

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Asfalto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil -Lircay. Como objetivo principal del presente trabajo es determinar las fuerzas existentes entre la fibra de cabuya y el mortero, y así determinar las propiedades mecánicas del mortero normal mediante ensayos de compresión, tensión y flexión, con el análisis de los resultados se puede asegurar que el mortero reforzado con fibra de cabuya aumenta la resistencia a la tensión. Así como también reducir el impacto en el medioambiente que genera la industria del concreto y aumentar su resistencia, particularmente mediante el uso de distintos materiales alternativos incorporados como agregado para la preparación de concretos a distintos niveles de resistencia, principalmente con el uso de materiales orgánicos como es la fibra de la cabuya que existe en grandes cantidades en nuestro distrito de Lircay, así como también en nuestra provincia de Angaraes.

El cuidado del medioambiente, asociado a la utilización de materiales orgánicos, tanto a nivel domiciliario como industrial. Mediante esta investigación se pretende determinar la influencia de la fibra de cabuya (Sisal - Agave sisalana) en el comportamiento mecánico de concretos comúnmente utilizados en la construcción del distrito de Lircay, provincia de Angaraes.

La resistencia mejora considerablemente utilizando fibra de cabuya, generando un significativo ahorro. Además, el uso de fibra de cabuya, ayuda a reducir la cantidad de mezcla a utilizar sin mencionar que es un material orgánico y ayuda a reducir las emisiones de dióxido de carbono que son comunes, debido a las altas temperaturas necesarias para crear cemento.

Palabras clave:

Fibra de Cabuya, Mejora la resistencia, Medioambiente, construcción, Lircay.

ABSTRAC

The present work was carried out in the Laboratory of Mechanical of Concrete and Asphalt Soils of the Professional School of Civil Engineering - Lircay. The main objective of the present work is to determine the forces between the fiber and the mortar, and thus determine the mechanical properties of the normal mortar by means of compression, tension and flexion tests, with the analysis of the results, it can be ensured that the mortar reinforced with cabuya fiber increases the tensile strength. As well as reducing the impact on the environment generated by the concrete industry and increasing its resistance, particularly through the use of different materials incorporated as an aggregate for the preparation of concrete at different levels of resistance, mainly with the use of organic materials such as is the fiber of the cabuya that exists in large quantities in our district of Lircay, as well as in our province of Angaraes. The care of the environment, associated to the use of organic materials, both at home and industrial level. The influence of cabuya fiber (Sisal - Agave sisalana) on the mechanical behavior of concretes commonly used in the construction of the district of Lircay, province of Angaraes is investigated. The resistance improves considerably using cabuya fiber, generating significant savings. In addition, the use of cabuya fiber helps reduce the amount of mixture to use without mentioning that it is an organic material, and helps reduce the carbon dioxide emissions that are common because of the high temperatures needed to create cement.

Keywords:

Fiber of Cabuya, Improvement of resistance, Environment, construction, Lircay.

INTRODUCCIÓN

En este presente trabajo de tesis se desarrolla un estudio preliminar del reemplazo, por fibra de cabuya, en porcentajes de volumen seco de 4%, del agregado que constituye un concreto, con el objetivo de analizar si su resistencia aumenta, se mantiene o disminuye con respecto a un concreto tradicional. Siendo su problemática en la cual se enmarca esta investigación que tiene relación con tres aspectos fundamentalmente, relacionados con la ingeniería, el desarrollo tecnológico en general y La reducción de costos asociados a la producción de materiales de construcción; innovación, en cuanto a la utilización de este material orgánico en el concreto; tercero y último, la utilización de un material que existe en casi en todas partes de nuestro territorio peruano, asociado a la reducción del volumen de residuos sólidos generados, tanto a nivel domiciliario como industrial. Mediante esta investigación se pretende determinar la influencia de la fibra de cabuya en el comportamiento mecánico de concretos comúnmente utilizados en la construcción del distrito de Lircay, provincia de Angaraes.

Los autores.

ÍNDICE

	Pag.
Dedicatoria	IV
Agradecimiento	V
Resumen	VI
Abstrac	VII
Introducción	VIII
Índice	IX

CAPITULO I: PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.....	15
1.2. Formulación del Problema.....	15
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problemas específicos.....	15
1.3. Objetivo: General y Específicos.....	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Justificación.....	16

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.....	18
2.2. Bases Teórica.....	18
2.3. Definición de Términos.....	42
2.4. Hipótesis.....	43
2.3.1. Hipótesis general.....	43
2.3.2. Hipótesis específicos.....	43
2.5. Identificación de Variables.....	43
2.5.1. Variable independiente.....	43
2.5.2. Variable dependiente.....	44

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación.....	45
3.2. Tipo de Investigación.....	45
3.3. Nivel de Investigación.....	45
3.4. Método de Investigación.....	45
3.5. Diseño de Investigación.....	46
3.6. Población, Muestra, Muestreo.....	46
3.7. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos.....	46
3.8. Procedimiento de Recolección de Datos.....	47
3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	48

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados.....	49
4.2. Discusión	112
4.3. Prueba de hipótesis.....	113
Conclusiones.....	116
Recomendaciones.....	117
Referencias bibliográficas.....	118
Anexos.....	119
Matriz de consistência.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Materiales compuestos	19
Figura N° 02: Longitud de la fibra.....	20
Figura N° 03: Orientación y compuestos reforzados	21
Figura N° 04: Proceso de desfibrado de la Cabuya	23
Figura N° 05: Las fibras de la cabuya.....	25
Figura N° 06: Lugar del estudio del proyecto	47
Figura N° 07: Cortado de la fibra de cabuya	51

Figura N° 08: Cortado de la fibra de cabuya	52
Figura N° 09: Proceso de tamizado de los agregados.....	55
Figura N° 10: Pesado de las Briquetas.....	61
Figura N° 11: Pesado del picnómetro con agua.....	63
Figura N° 12: Pesado del Agregado Fino.....	63
Figura N° 13: Matraz con Muestra.....	64
Figura N° 14: Sumersión de Canasta.....	65
Figura N° 15: Sumersión de Canasta más agregado grueso.....	66
Figura N° 16: Muestra Agregado Fino	67
Figura N° 17: Secado superficialmente seco del Agregado Fino	68
Figura N° 18: Compactación del Cono.....	68
Figura N° 19: Enrace del Cono de absorción.....	69
Figura N° 20: Ensayo del Desmoronamiento	69
Figura N° 21: Muestra Húmeda en la Tara	71
Figura N° 22: Muestra en el Horno.....	72
Figura N° 23: Dosificación de la muestra	75
Figura N° 24: Mezclado de concreto.....	75
Figura N° 25: Cono de Abrams	76
Figura N° 26. Ensayo de Cono de Abrams	77
Figura N° 27: Ensayo de Cono de Abrams.....	78
Figura N° 28: Ensayo de Slump	78
Figura N° 29: Briquetas	79
Figura N° 30. Chuseado de las Briquetas	80
Figura N° 31: Enrazado de la Briqueta.....	80
Figura N° 32: Fraguado de Concreto.....	81
Figura N° 33: Curado del Concreto	82
Figura N° 34: Preparado del Refrentado.....	84
Figura N° 35: Molde de Capeado	84
Figura N° 36. Máquina de Compresión.....	85
Figura N° 37: Ensayo de Compresión.....	85
Figura N° 38: Costos comparativos por m3.....	112

Figura N° 39: Nivel de Significancia.....	114
---	-----

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Ensayo granulométrico del Agregado Fino	56
Cuadro N° 02: Curva granulométrico del agregado fino	56
Cuadro N° 03: Análisis del agregado Grueso.....	58
Cuadro N° 04: Curva granulométrico del agregado Grueso.....	58
Cuadro N° 05: selección de la resistencia de diseño.....	89
Cuadro N° 06: Características físicas de la arena	89
Cuadro N° 07: Características físicas de la piedra.....	89
Cuadro N° 08: Calculo de valores de diseño	89
Cuadro N° 09: Corrección por absorción y humedad.....	90
Cuadro N° 10: Diseño final corregido por humedad y absorción.....	90
Cuadro N° 11: Resultado de testigos a compresión	90
Cuadro N° 12: Selección de la resistencia de diseño.....	94
Cuadro N° 13: Características físicas de la arena.....	94
Cuadro N° 14: Características físicas de la Piedra.....	94
Cuadro N° 15: Calculo de valores de diseño	95
Cuadro N° 16: Diseño final corregido por humedad y absorción.....	95
Cuadro N° 17: Resultado de resistencia a compresión de las probetas.....	96
Cuadro N° 18: selección de la resistencia de diseño	99
Cuadro N° 19: Características física de la arena	100
Cuadro N° 20: Características física de la piedra	100
Cuadro N° 21: Calculo de valores de diseño.....	100
Cuadro N° 22: Corrección por absorción y humedad.....	101
Cuadro N° 23: Diseño final corregido por humedad y absorción.....	101
Cuadro N° 24: Resistencia a la compresión de las probetas de concreto.....	102
Cuadro N° 25: Selección de la resistencia de diseño.....	105
Cuadro N° 26: Características físicas de la arena.....	106
Cuadro N° 27: Características físicas de la piedra.....	106

Cuadro N° 28: Calculo de valores de diseño	106
Cuadro N° 29: Corrección por absorción y humedad.....	107
Cuadro N° 30: Diseño final corregido por humedad y absorción	107
Cuadro N° 31: Resultado de la ruptura de testigos de concreto con 4% de fibra de cabuya.....	108
Cuadro N° 32: Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión del Concreto en probetas cilíndricas.....	109
Cuadro N° 33: Concreto $f_c=210\text{kg/Cm}^2$ sin fibra de cabuya o concreto patrón....	109
Cuadro N° 34: Concreto $f_c=210\text{kg/Cm}^2$ con 4% de fibra de cabuya.....	110
Cuadro N° 35: Concreto $f_c=175\text{kg/Cm}^2$ sin fibra de cabuya.....	110
Cuadro N° 36: Concreto $f_c=175\text{kg/Cm}^2$ con 4% de fibra de cabuya.....	111
Cuadro N° 37: Análisis Comparativo De Costos Del Concreto Con y Sin Fibra De Cabuya.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Consistencia / asentamiento.....	29
Tabla N° 02: Límite de partículas perjudiciales en el agregado Grueso.....	39
Tabla N° 03: Límites permisibles de la calidad del agua.....	40
Tabla N° 04: Límites para el ensayo granulométrico del Agregado Fino.....	55
Tabla N° 05: Límites para el agregado Grueso.....	57
Tabla N° 06: porcentajes retenidos acumulados para el diseño de mezclas.....	59
Tabla N° 07: Determinación de la resistencia promedio	86
Tabla N° 08: Cantidad de agua de amasado aproximado.....	86
Tabla N° 09: Contenido del Aire atrapado.....	87
Tabla N° 10: selección del contenido del agua.....	87
Tabla N° 11: Relación agua/cemento.....	87
Tabla N° 12: Contenido de aire incorporado.....	88
Tabla N° 13: Peso del agregado grueso por volumen de concreto.....	88
Tabla N° 14: Determinación de la resistencia promedio f_{cr}	91

Tabla N° 15: Asentamientos para diverso tipos de estructuras.....	92
Tabla N° 16: Contenido de aire atrapado.....	92
Tabla N° 17: Volumen del agua por metro cubico.....	92
Tabla N° 18: Volumen del agua por metro cubico.....	93
Tabla N° 19: Contenido de aire incorporado y total.....	93
Tabla N° 20: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	93
Tabla N° 21: Determinación de la resistencia promedio f'_{cr}	96
Tabla N° 22: Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras.....	97
Tabla N° 23: Contenido del aire atrapado.....	97
Tabla N° 24: Volumen de agua por metro cubico.....	98
Tabla N° 25: Resistencia a la compresión a los 28 días.....	98
Tabla N° 26: Contenido del aire incorporado y total.....	98
Tabla N° 27: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	99
Tabla N° 28: Determinación de la resistencia promedio f'_{cr}	102
Tabla N° 29: Asentamientos recomendados para estructuras.....	103
Tabla N° 30: Contenido de aire atrapado.....	103
Tabla N° 31: Volumen de agua por metro cubico.....	104
Tabla N° 32: Resistencia a la compresión a los 28 días.....	104
Tabla N° 33: Contenido del aire incorporado y total.....	104
Tabla N° 34: Peso del agregado grueso por volumen de concreto.....	105

CAPITULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.

En la actualidad se están desarrollando investigaciones que puedan ayudar a reducir el impacto en el medioambiente que genera la industria del concreto y aumentar su resistencia, particularmente mediante el uso de distintos materiales alternativos incorporados como agregado para la preparación de concretos a distintos niveles de resistencia, principalmente el uso de cenizas volantes, escoria de altos hornos en fundiciones de acero, desechos de vidrio, neumáticos, plásticos en general, materiales orgánicos y concreto proveniente de demoliciones, entre otros.

La problemática en la cual se enmarca esta investigación tiene relación con tres aspectos fundamentalmente, relacionados con la ingeniería y el desarrollo tecnológico en general. La reducción de costos asociados a la producción de materiales de construcción; innovación, en cuanto a la utilización de materiales orgánicos en el concreto; tercero y último, el cuidado del medioambiente, asociado a la utilización de materiales orgánicos, tanto a nivel domiciliario como industrial. Mediante esta investigación se pretende determinar la influencia de la fibra de cabuya (Sisal - Agave sisalana) en el comportamiento mecánico de concretos comúnmente utilizados en la construcción del distrito de Lircay, provincia de Angaraes.

1.2. Formulación del Problema.

1.2.1. Problema General:

¿De qué manera influye la fibra de cabuya en el comportamiento mecánico de Concretos $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ comúnmente utilizados en las construcciones del distrito de Lircay Provincia de Angaraes?

1.2.2. Problema Específico:

a) ¿Cómo realizar en el laboratorio dos diseños de mezclas de concreto de

$f'c=175$ kg/cm² y $f'c=210$ kg/cm², con distintos porcentajes de incorporación de fibra de cabuya?

- b) ¿De qué manera realizar en el laboratorio la resistencia del concreto con fibra de cabuya y sin fibra de cabuya?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia de la fibra de cabuya en el comportamiento mecánico de Concretos $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=210$ kg/cm² comúnmente utilizados en las construcciones del distrito de Lircay Provincia de Angaraes.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Realizar en el laboratorio dos diseños de mezclas de concreto de $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=210$ kg/cm², con distintos porcentajes de incorporación de fibra de cabuya.
- b) Determinar en el laboratorio la resistencia del concreto con fibra de cabuya y sin fibra de cabuya.

1.4. Justificación

La ingeniería de materiales de construcción como rama de la ciencia es una disciplina que avanza día a día, en una constante búsqueda por tener mejores alternativas para dar solución a los distintos requerimientos del mercado. Se desea que las estructuras sean lo más resistentes posibles, que aseguren una determinada vida útil, y un óptimo desempeño de los materiales empleados, pero sin perder de vista la rentabilidad del proyecto, todo esto enmarcado en el ambiente en el cual nos desenvolvemos como sociedad. Enmarcándose en este contexto nace este proyecto de investigación, el cual está comprendido entre los aspectos antes mencionados: innovación tecnológica, específicamente en los materiales de ingeniería; reducción de costos asociados, y cuidado del medio ambiente.

El concreto es por lejos el material más utilizado en la construcción, debido a su buen comportamiento, cuando se diseña y se produce adecuadamente el concreto

presenta excelentes propiedades mecánicas, en cuanto a resistencia a distintos esfuerzos, impactos, la acción del fuego, ambientes agresivos, etc.

Se estima que anualmente se producen en el mundo alrededor de 10 billones de toneladas de este material, lo que conlleva la utilización de recursos naturales no renovables, una demanda importante de energía, además de la emisión de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, la producción de una tonelada de cemento Pórtland, libera aproximadamente una tonelada de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera. A nivel mundial, la industria del cemento aporta un 7% del CO₂ generado. Por otro lado, la disposición de los desechos producto de la demolición de estructuras de hormigón en general, como edificios fuera de uso, carreteras, puentes, etc., añade otro problema medioambiental, constituyendo una fracción considerable de los desechos sólidos en países industrializados.

1.5. Limitaciones de la Investigación

No existieron limitaciones para el desarrollo del presente trabajo de investigación, ya que se cuenta con tiempo y facilidades para lograr culminarlo de la mejor manera posible y los recursos económicos fueron sustentados por los tesisistas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1. A Nivel internacional:

Estudios realizados por la Universidad Industrial de Santander (UIS) en Colombia, han dado como resultado el descubrimiento de un nuevo tipo de concreto, el cual lleva en su composición fibra de fique, lo que hace al concreto más fuerte, más durable y más resistente al agua. El campus de UIS tiene varios sitios de prueba donde se probó la mezcla del concreto – fibra y, hasta ahora, los resultados han sido bastante positivos.

2.1.2. A nivel nacional y local:

No se cuenta con antecedentes de estudios realizados a nivel nacional y local registrados con el propósito de evaluar las características del concreto con fibra de cabuya.

2.2. BASES TEÓRICAS.

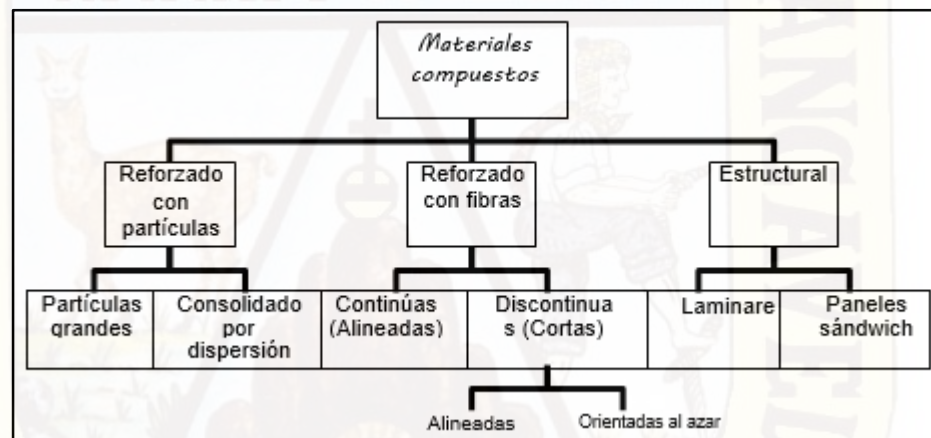
2.2.1. Materiales Compuestos:

Los materiales aglomerantes, en la forma de hormigones o morteros, son atractivos para su uso como materiales de construcción, dado su bajo costo, su durabilidad y su resistencia a la compresión para uso estructural. Adicionalmente, en el estado fresco ellos son fácilmente moldeables a las formas más complejas que sean requeridas. Su defecto radica en sus características de baja resistencia a la tracción, a los impactos, y a su susceptibilidad a los cambios de humedad. La adición de fibras como refuerzo de hormigones, morteros y pasta de cemento pueden incrementar muchas de las propiedades de éstos, destacando entre ella, la resistencia a la tensión, resistencia a la flexión, tenacidad, fatiga, impacto, permeabilidad y

resistencia a la abrasión.

Las combinaciones de propiedades de los materiales y la gama de sus valores se han ampliado, y se siguen ampliando, mediante el desarrollo de materiales compuestos. En términos generales, se considera que un material compuesto es un material multifase que conserva una proporción significativa de las propiedades de las fases constituyentes de manera que presente la mejor combinación posible. De acuerdo con este principio de acción combinada, las mejores propiedades se obtienen por la combinación razonada de dos o más materiales diferentes. El siguiente esquema clasifica los materiales compuestos según la adición.

Figura N° 01: Materiales compuestos.



Fuente: Clasificación de los materiales compuestos (Callister, 1996).

2.2.1.1 Materiales Compuestos Reforzados con Fibra:

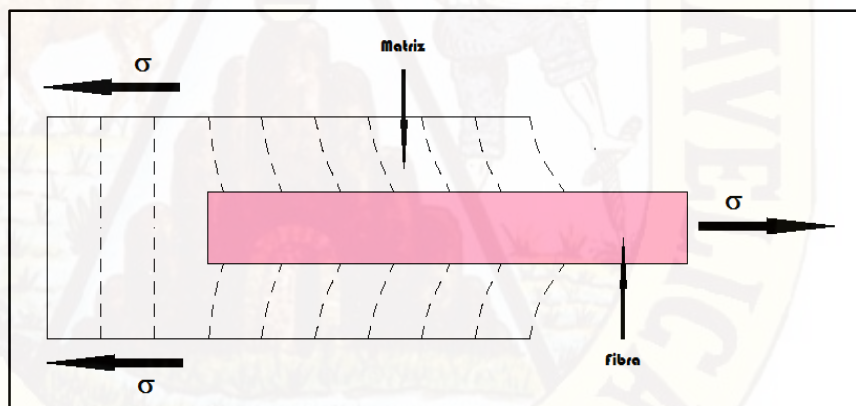
Tecnológicamente, los materiales compuestos con fases dispersas en forma de fibras son los más importantes. A menudo se diseñan materiales compuestos reforzados con fibras con la finalidad de conseguir elevada resistencia y rigidez a baja densidad. Estas características se expresan mediante los parámetros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

compuestos reforzados con fibras que tienen resistencias y módulos específicos excepcionalmente elevados.

2.2.1.2. Influencia de la Longitud de la Fibra:

Las características mecánicas de los compuestos reforzados con fibras no sólo dependen de las propiedades de la fibra, también dependen de la forma en que una carga se transmite a la fibra por medio de la fase matriz. En este proceso de transmisión de carga es muy importante que la fuerza de adhesión entre la interfaz fase matriz y fibra sea suficiente para soportar los esfuerzos de tracción. Al aplicar un esfuerzo de tracción, la unión fibra-matriz cesa en los extremos de la fibra y en la matriz se forma un patrón de deformación, en otras palabras, en los extremos de la fibra no hay transmisión de carga.

Figura N° 02: Longitud de la fibra.



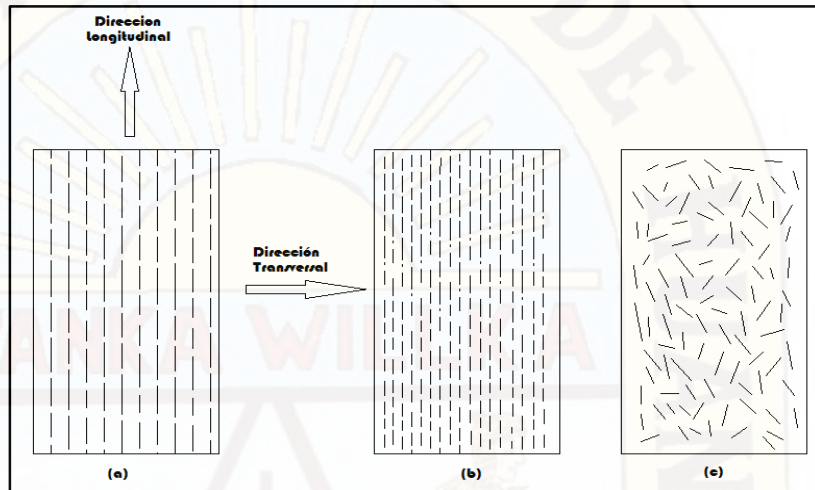
Fuente: Patrón de deformación en una matriz que rodea a una fibra sometida a un esfuerzo de tracción, Tesis comportamiento del concreto hidráulico con adiciones de fibra – UIS.

2.2.1.3 Influencia de la Orientación y la Concentración de la Fibra.

La disposición u orientación relativa de las fibras, su concentración y distribución influyen radicalmente en la resistencia y en otras propiedades de los materiales compuestos reforzados con fibras. Con respecto a la orientación existen dos situaciones extremas: (1) alineación paralela de los ejes longitudinales de las fibras y (2)

alineación al azar. Las fibras continuas normalmente se alinean, mientras que las fibras discontinuas se pueden alinear, orientar al azar o alinearse parcialmente.

Figura N° 03: Orientación y compuestos reforzados.



Fuente: Representaciones esquemáticas de compuestos reforzados con fibras (a) continuas y alineadas, (b) discontinuas y alineadas y (c) discontinuas y orientadas al azar, Tesis comportamiento del concreto hidráulico con adiciones de fibra – UIS.

Las consideraciones sobre la orientación y la longitud de las fibras de un compuesto particular dependen del nivel, de la naturaleza del esfuerzo aplicado y del costo de fabricación. Las velocidades de producción de compuestos con fibras cortas (alineadas y orientadas al azar) son rápidas y se pueden conformar piezas de formas intrincadas que no son posibles con refuerzos de fibras continuas. Además, los costos de fabricación son muchos más bajos que en el caso de compuestos reforzados con fibras continuas y alineadas.

2.2.2. Fase Matriz:

La fase matriz de un material compuesto con fibras ejerce varias funciones. En primer lugar, une las fibras y actúa como un medio que distribuye y

transmite a las fibras los esfuerzos externos aplicados; sólo una pequeña fracción del esfuerzo aplicado es resistida por la matriz. Además, la matriz debe ser dúctil y, por otra parte, el módulo elástico de la fibra debe ser mucho mayor que el de la matriz. En segundo lugar, la matriz protege las fibras del deterioro superficial que puede resultar de la abrasión mecánica o de reacciones químicas con el medio ambiente. Estas interacciones introducen defectos superficiales capaces de originar grietas, que podrían producir fallos con esfuerzos de tracción relativamente bajos. Finalmente, la matriz separa las fibras y, en virtud de su relativa blandura y plasticidad, impide la propagación de grietas de una fibra a otra, que originaría fallos catastróficos; en otras palabras, la matriz actúa como una barrera que evita la propagación de grietas.

Aunque algunas fibras individuales se rompan, la rotura total del material compuesto no ocurrirá hasta que se hayan roto gran número de fibras adyacentes. Es esencial que la adherencia de la unión entre fibra y matriz sea elevada para minimizar el arrancado de fibras. En efecto, la resistencia de la unión tiene gran importancia en el momento de seleccionar la combinación matriz- fibra. La resistencia a la tracción final del compuesto depende, en gran parte de la magnitud de esta unión; una unión adecuada es esencial para optimizar la transmisión de esfuerzos desde la matriz a las fibras.

2.2.3. Fase Fibrosa:

Una importante característica de muchos materiales, especialmente los frágiles, es que las fibras con diámetros pequeños son mucho más resistentes que el material macizo. Por lo tanto, la probabilidad de que se presente una imperfección superficial crítica que conduzca a la rotura disminuye cuando aumenta el volumen específico. Este fenómeno se utiliza con ventaja en los compuestos reforzados con fibras.

2.2.4. La Cabuya:

Es una planta típica de las yungas y vertientes occidentales andinas. Este vegetal es de múltiples usos: de su fibra se hacen hilos, de sus hojas papel,

de sus espinas agujas, y sus hojas jabonosas sirven como detergente. Además, el zumo fermentado da una agradable bebida, es por ello que los cronistas decían que esta maravillosa planta regalaba, aguja, hilo, vestido, cuerdas, miel, vino, vinagre, papel, jabón y alimento.

La cabuya es una planta endémica del Perú. Crece en toda la costa a excepción del cerro Chimbote y el cerro Campana, en Trujillo. En la sierra, crece desde los 1450 hasta los 3000 msnm. Esta planta se desarrolla en las regiones costa, yunga y quechua. La cabuya se encuentra distribuida desde América Central hasta América del Sur.

La cabuya tuvo gran importancia en las sociedades prehispánicas. Fue una de las primeras fibras vegetales procesadas para la manufactura de tejidos como redes, hondas y otros textiles. En Paracas se encuentran hondas o warakas hechas de cabuya asociadas a los ajuares funerarios. La honda es una "boleadora" de fibra vegetal, destinada para arrojar piedras y cazar. En la cultura Nazca la fibra de cabuya se utiliza para hacer vástagos o sujetadores de los abanicos de plumas, asimismo sirvió para elaborar hondas, redes y calzados.

Figura N° 04: Proceso de desfibrado de la Cabuya.





Fuente: Algunas ilustraciones del proceso de la Cabuya - Mujer y Medio Ambiente.

2.2.5. La Fibra de Cabuya:

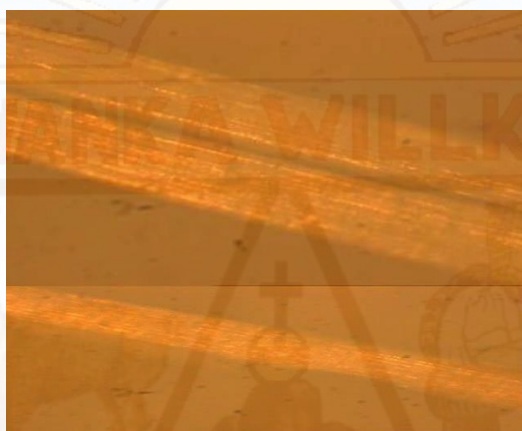
Las fibras vegetales están constituidas por ligamentos fibrosos, que a su vez se componen de microfibrillas dispuestas en capas de diferentes espesores y ángulos de orientación, las cuales son ricas en celulosa. Las diversas células que componen una fibra se encuentran aglomeradas por la mela intercelular, compuesta por hemicelulosa, peptina y principalmente lignina. La región central de la fibra también puede presentar una cavidad denominada lacuna. Las lacunas y los lúmenes son responsables de la gran incidencia de poros permeables en las fibras, ya que absorben una elevada cantidad de agua (Agopyan y Savastano).

Las fibras de cabuya son duras, pues provienen de los haces vasculares, principalmente del xilema. Los haces mecánicos del fique están constituidos de fibras elementales o fibrillas, soldadas entre sí como una cera o goma. Las extremidades de estas fibrillas se superponen para formar unos largos filamentos multicelulares a lo largo de la hoja; dichos filamentos pluricelulares son las "fibras".

Las fibras de fique son llamadas fibras "estructurales" por qué su principal función es sostener y dar rigidez a las hojas. Cuando se extraen, se presentan

función es sostener y dar rigidez a las hojas. Cuando se extraen, se presenta (0.50 a 3.0 m) y de espesor variable (1/10 a 1/3 mm de diámetro), la sección transversal de la fibra en un mismo hilo es variable y por lo tanto siempre que se trate de señalar un diámetro, debe hablarse de diámetro promedio. A continuación se muestran imágenes logradas con un microscopio dispuesto por la escuela de física de la Universidad Industrial de Santander.

Figura N° 05: Las fibras de la cabuya.



Fuente: Detalles sobre la variación del diámetro en la fibra de fique, Tesis comportamiento del concreto hidráulico con adiciones de fibra – UIS.

2.2.6. Concreto reforzado con fibras naturales:

Desde que las fibras de asbesto fueron relacionadas con potenciales peligros para la salud (Coutts, 1998), se inició la búsqueda de posibles sustitutos que le proporcionan al concreto las propiedades tan favorables que el asbesto le daba, y que además fuesen competitivos en calidad y precio. Las fibras de acero, de vidrio y más recientemente las de polipropileno, con alternativas viables para reforzar el concreto.

Existe otro grupo conocido como las Fibras Naturales o vegetales que han sido motivo de diversos estudios para su posible aplicación en este propósito. Materiales reforzados con fibras naturales se pueden obtener a un bajo costo usando la mano de obra disponible en la localidad y las técnicas adecuadas para su obtención.

A finales de los años 60, se llevó a cabo en varios países una evaluación sistemática de las propiedades ingenieriles de las fibras naturales y de los compuestos formados por estas fibras con el cemento. Los resultados de las investigaciones indicaron que algunas fibras naturales pueden ser usadas con éxito para fabricar materiales de construcción.

La capacidad de refuerzo de una fibra depende del grado en que los esfuerzos pueden transferirse desde la matriz, grado que a su vez está regido por las características intrínsecas de la fibra, como: resistencia a la tensión mayor que la resistencia de la matriz; capacidad de resistir deformaciones muy superiores a la deformación en que la matriz se agrieta; módulo de elasticidad alto para aumentar el esfuerzo que soporten en un elemento bajo carga, siempre y cuando las fibras y la matriz se conserven totalmente adheridas; adherencia adecuada con la pasta de cemento; relación longitud / diámetro adecuada para que conserve su capacidad de absorción de esfuerzos.

Los refuerzos de fibra mejoran de varias maneras la tenacidad de la matriz, ya que una grieta que se mueva a través de la matriz encuentra una fibra; si la unión entre la matriz y la fibra no es buena, la grieta se ve obligada a propagarse alrededor de la fibra, a fin de continuar con el proceso de fractura. Además, una mala unión ocasiona que la fibra empiece a separarse de la matriz. Ambos procesos consumen energía, e incrementan, por lo tanto, la tenacidad a la fractura. Finalmente, al iniciarse la grieta en la matriz, fibras aun no rotas pueden formar un puente sobre la grieta, lo cual proporciona un esfuerzo compresivo que evita que la grieta se abra.

De acuerdo con Delvasto, los materiales cementicios reforzados con fibras vegetales pueden presentar los siguientes problemas: alta alcalinidad de la pasta (pH 12 – 13), que deteriora con el tiempo las fibras naturales celulósicas por lixiviación de los componentes ligantes de las celdas de su microestructura; mineralización en el interior de las fibras por precipitación de los productos de hidratación del cemento; deterioro de la fibra por aumento de la densificación de la interface.

2.2.7. Características mecánicas de la fibra de cabuya:

Esta caracterización mecánica de la fibra de Cabuya contiene la resistencia última a tensión, esfuerzos últimos a tensión y el módulo de elasticidad de la fibra de cabuya, estos son los parámetros mecánicos más importantes que se determinaron, mediante la recopilación de datos obtenidos experimentalmente.

2.2.8. Concreto:

Según Flavio Abanto Castillo (2000) “el término de concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia. El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto”.

Siendo hoy en día el concreto el material de construcción que mayor se emplea en nuestro país, se debe no solo dominar su uso y las manifestaciones del producto resultante sino también la de sus componentes y su interrelación ya que son en primera instancia los que le confieren su particularidad.

2.2.8.1. Propiedades del concreto:

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus materiales componentes, pudiendo ser mejor comprendidas si se analiza la naturaleza del concreto.

El mismo Flavio Abanto Castillo (2000); “Se sabe que la estructura del concreto no es homogénea y que en consecuencia no es isotrópica, es decir no mantiene las mismas propiedades en diferentes direcciones. Esto se debe principalmente a los diferentes materiales que intervienen, su variabilidad individual así como el

proceso mismo de elaboración, en que durante la etapa en que la pasta es plástica, se posibilita el acomodo de los diferentes componentes hasta su ubicación definitiva al endurecer”.

2.2.8.2. Propiedades del concreto en estado no endurecido:

a) Trabajabilidad.

Es la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, manipulado y puesto en obra, con los medios de compactación del que se disponga. La trabajabilidad depende de:

- Dimensiones del elemento.
- Secciones armadas.
- Medios de puesta en obra.

Habrà una mayor trabajabilidad cuando:

- Contenga más agua. Repercute en la resistencia (Baja).
- Más finos.
- Agregados redondeados.
- Más cemento.
- Fluidificantes / plastificantes.
- Adiciones.

b) Consistencia:

Según el Ing. Enrique Pascal Carbajal se denominamos consistencia a la mayor o menor facilidad que tiene el concreto fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica. La consistencia depende de:

- Agua de amasado.
- Tamaño máximo del agregado.
- Granulometría.
- Forma de los agregados influye mucho el método de compactación.

Tipos de Consistencia:

- Seca – Vibrado enérgico.
- Plástica – Vibrado normal.
- Blanda – Apisonado.
- Fluida – Barra.

Tabla N° 01: Consistencia / asentamiento

CONSISTENCIA	ASIENTO (cm.)
Seca	0 – 2
Plástica	3 – 5
Blanda	6 – 9
Fluida	10 – 15

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto
Ing. Enrique Pascal Carbajal.

c) Exudación

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N° 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener.

d) Contracción

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de figuración que acarrea con frecuencia.

Como se sabe la pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible. Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla. Este proceso no es irreversible, ya que si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida. Debemos tener muy claro que el concreto de todas maneras se contrae, por lo que debemos tomar las medidas adecuadas, a fin de evitar la aparición de fisuras.

2.2.8.3. Propiedades del concreto en estado endurecido

Físico-químicas:

a) Impermeabilidad.

El concreto es un sistema poroso y nunca va a ser totalmente impermeable. Se entiende por permeabilidad como la capacidad que tiene un material de dejar pasar a través de sus poros un fluido.

Para lograr una mayor impermeabilidad se pueden utilizar aditivos impermeabilizantes así como mantener una relación agua cemento muy baja. La permeabilidad depende de:

- Finura del cemento.
- Cantidad de agua.
- Compacidad.

b) Durabilidad.

Depende de los agentes agresivos, que pueden ser mecánicos, químicos o físicos. Los que más influyen negativamente son:

- Sales.
- Calor.
- Agente contaminante.
- Humedad.

c) Resistencia Térmica.

- Bajas temperaturas Hielo / deshielo (deterioro Mecánico).
- Altas temperaturas $>300^{\circ}\text{C}$.

Mecánicas:

a) Resistencia a compresión.

La resistencia a la compresión del concreto normalmente se la cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto, aunque en estructuras especiales como túneles y presas, o cuando se emplean cementos especiales, pueden especificarse tiempos menores o mayores a 28 días.

b) Resistencia a flexión

Generalmente su valor corresponde a 10% de la resistencia en compresión del concreto de un determinado f'_c , esta propiedad nos sirve para diseñar estructuras que estarán cargadas y en el que es muy importante conocer esta propiedad.

2.2.9. Tipos Concreto:

2.2.9.1. Por el peso Específico:

- Ligero, cuyo peso unitario se encuentre entre 1200–2000 Kg/m³.
- Normal, cuyo peso unitario se encuentre entre 2000–2800 Kg/m³.
- Pesado, cuyo peso unitario se encuentre entre >2800 Kg/m³.

2.2.9.2. Según su aplicación:

- Simple: Concreto sin ninguna armadura. Buena resistencia a compresión.
- Armado: Con acero. Buena resistencia a compresión y a flexión.
- Pretensado: Resistencia a tracción: viguetas.
- Postensado: Resistencia a tracción: se introducen fundas.

2.2.9.3. Por su composición:

- Ordinario.
- Ciclópeo: con áridos de 50 cm.
- Cascotes: Hormigón de desechos y ladrillos.
- Refractario: resistente a altas temperaturas (cemento de aluminato cálcico), etc.

2.2.10. Componentes del concreto:

2.2.10.1. Cemento:

Se define como cemento al material pulverizado que posee la propiedad que por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. Quedan excluidas de esta definición las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

Según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento Pórtland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir:

2.2.10.2. Cemento Portland = Clinker Portland + Yeso.

El cemento Portland es un polvo muy fino de color verdoso. Al

mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad.

El Clinker Pórtland.- Es un producto semi acabado de forma de piedras negruzcas de tamaños de $\frac{3}{4}$ " aproximadamente, obtenido de la calcinación de una mezcla de materiales calcáreos y arcillosos en proporciones convenientes, hasta llegar a una fusión incipiente (Clinkerización) a 1450°C . Está compuesto químicamente por Silicatos de calcio, aluminatos de calcio, ferro aluminatos de calcio y otros en pequeñas cantidades, los cuales se forman por la combinación del Óxido de Calcio (CaO) con los otros óxidos: dióxido de silicio (SiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3) y óxido férrico (Fe_2O_3). El Clinker Pórtland se enfría rápidamente y se almacena en canchas al aire libre.

2.2.10.3. Composición Del Cemento

Luego del proceso de formación del clinker y molienda final, se obtienen los siguientes compuestos que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado:

a) Silicato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$). $\longrightarrow \text{C}_3\text{S} \longrightarrow \text{Alita.-}$

Define la resistencia inicial (en la primera semana) y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.

b) Silicato dicálcico ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$). $\longrightarrow \text{C}_2\text{S} \longrightarrow \text{Belita.-}$

Define la resistencia a largo plazo y tiene incidencia menor en el calor de hidratación.

c) Aluminato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$). $\longrightarrow \text{C}_3\text{A.-}$

Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso (3% - 6%) para controlarlo. Es responsable de la resistencia del cemento a los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce sulfoaluminatos con propiedades expansivas, por

lo que hay que limitar su contenido.

d) Aluminio – ferrito tetracálcico ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$). —→

C4AF (Celita).-

Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

e) Óxido de Magnesio (MgO).- Pese a ser un componente menor, tiene importancia pues para contenidos mayores del 5% trae problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida.

f) Óxidos de Potasio y Sodio (K_2O , Na_2O). (Álcalis).-

Tienen importancia para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados, y los solubles en agua contribuyen a producir eflorescencias con agregados calcáreos.

g) Óxidos de Manganeso y Titanio (Mn_2O_3 , TiO_2).- El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su coloración, que tiende a ser marrón si se tienen contenidos mayores del 3%. Se ha observado que en casos donde los contenidos superan el 5% se obtiene disminución de resistencia a largo plazo. El segundo influye en la resistencia, reduciéndola para contenidos superiores a 5%. Para contenidos menores, no tiene mayor trascendencia.

2.2.11. Tipos de cementos y sus principales aplicaciones

a) Cementos pórtland sin adición.- Constituidos por Clinker Pórtland y la inclusión solamente de un determinado porcentaje de sulfato de calcio (yeso).

Tipo I: Para usos que no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo, es usado cuando el concreto no está expuesto a ataques de sulfatos de suelo, agua o a elevadas temperaturas ocasionadas por el calor de hidratación.

Tipo II: Para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.

Tipo III: Para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales, se usan cuando los encofrados tienen que ser retirados casi de inmediato, o cuando la estructura tiene que ser puesta en servicio lo antes posible.

Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación. Desarrolla resistencias a más largo plazo que el Tipo I y se usa en estructuras masivas como en presas de gravedad.

Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

b) Cementos pórtland adicionados. - Cuando a los tres primeros tipos de cemento se les adiciona el sufijo A, significa que son cementos a los que se ha añadido incorporadores de aire en su composición, manteniendo las propiedades originales. Estos cementos adicionados son mezclas de cemento y un material de características puzolánicas molidos en forma conjunta.

Tipo IS: Es un cemento al cual se le ha añadido entre 25% y 75% de escoria de altos hornos referido al peso total.

Tipo ISM: Es un cemento al cual se le ha añadido menos del 25% de escoria de altos hornos referida al peso total.

Tipo IP: Es un cemento al cual se ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y el 40% del peso total.

Tipo IPM: Es un cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje menor del 15% del peso total.

Las puzolanas son materiales inertes, silíceos y/o aluminosos, que individualmente tienen propiedades aglomerantes casi nulas, pero que finamente molidas y al reaccionar químicamente con hidróxidos de calcio y agua adquieren propiedades cementantes. Las puzolanas se adquieren por lo general de arcillas calcinadas, tierras diatomáceas, tufos y cenizas volátiles, ladrillo pulverizado, etc.

La particularidad de remplazar parte del cemento por estos materiales, estriba en cambiar algunas de sus propiedades, como son retrasar y/o disminuir el desarrollo de la resistencia en el tiempo, reducir

la permeabilidad, mayor capacidad para retener agua, mayor Cohesividad, menor calor de hidratación y mejor comportamiento frente a la agresividad química.

Todos estos cementos tienen variantes en que se les añade aire incorporado (sufijo A), se induce resistencia moderada a los sulfatos (sufijo M), o se modera el calor de hidratación (sufijo H).

2.2.12. Almacenamiento del Cemento

El cemento que se mantiene seco conserva todas sus características. Almacenado en latas estancas o en ambientes de temperatura y humedad controlada, su duración será indefinida. En las obras se requieren disposiciones para que el cemento se mantenga en buenas condiciones por un espacio de tiempo determinado. Lo esencial es conservar el cemento seco, para lo cual debe cuidarse no sólo la acción de la humedad directa sino además tener en cuenta la acción del aire húmedo.

En obras grandes o en aquellos casos en que el cemento deba mantenerse por un tiempo considerable se deberá proveer una bodega, de tamaño adecuado sin aberturas ni grietas, ventilados a fin de evitar la humedad tal que se pueda mantener el ambiente lo más seco que sea posible si se puede se debe planificar el empleo de extractores de aire. En los casos en que sea previsible la presencia de lluvias, el techo tendrá la pendiente adecuada. El piso deberá ser de preferencia de tablas, que se eleven 10 cm. Sobre el suelo natural para evitar el paso de la humedad. Eventualmente se pueden usar tarimas de madera. Las bolsas se deberán apilar juntas, de manera de minimizar la circulación del aire, dejando un espacio alrededor de las paredes de al menos 50 cm. Las puertas y las ventanas deberán estar permanentemente cerradas. El apilamiento del cemento, por periodos no mayores de 60 días, podrá llegar hasta una altura de doce bolsas. Para mayores periodos de almacenamiento el límite recomendado es el de ocho bolsas, para evitar la compactación del cemento. Las bolsas de cemento se dispondrán de manera que se facilite su utilización de acuerdo al orden cronológico de recepción, a fin de evitar

el envejecimiento de determinadas partidas. No deberá aceptarse, de acuerdo a lo establecido en la norma, bolsas deterioradas o que manifiesten señales de endurecimiento del cemento. En obras pequeñas o cuando el cemento va a estar almacenado en periodos cortos, no más de 7 días, puede almacenarse con una mínima protección, que puede consistir en una base afirmada de concreto pobre y una cobertura con lonas o láminas de plástico. Las cubiertas deberán rebasar los bordes para evitar la penetración eventual de la lluvia a la plataforma. El recubrimiento deberá afirmarse en la parte inferior y si es posible en la superior para evitar que sea levantada por el viento. En todos los casos el piso deberá estar separado del terreno natural y asegurar que se mantenga seco. En caso de largas periodos de almacenamiento se recomienda, además, de lo anterior, rotar periódicamente la posición de los sacos, aprovechando el cambio para dar golpes de canto a los sacos y soltando así la lámina de polietileno que llegue hasta el piso. Y no arrojar las bolsas desde lo alto ni arrastrarlas por el piso. Las bolsas inferiores podrían presentar grumos blandos por efecto de la compactación recuerde siempre que al abrir la bolsa de cemento la apariencia debe ser harinosa, sin grumos. De observarse grumos que con la presión de las yemas de los dedos no se deshacen podrían haberse producido proceso de hidratación y debería realizarse algunos ensayos a fin de confirmar su utilidad.

2.2.13. Agregados

La provincia de Angaraes cuenta con diversas canteras de donde se extraen el agregado fino y el agregado grueso, siendo las principales: Cantera de Tuccipampa, Ocopa y Aquarma.

2.2.13.1. Agregado Fino

Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas y cumple con la norma NTP – 400.037.

La granulometría del agregado fino empleado en un trabajo

determinado debe ser razonablemente uniforme. Las variaciones de más o menos 0.2 en el módulo de fineza pueden ser causa de rechazo.

El agregado fino deberá contener suficiente cantidad de material que pasa la malla N° 50 si se desea obtener adecuada trabajabilidad en la mezcla. En pastas ricas en material cementante, este porcentaje puede disminuir, mientras que las pastas pobres requieren importante cantidad de material fino.

Se recomienda que el agregado fino tenga un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. Ello no excluye la posibilidad de emplear agregados con módulos de fineza mayores o menores si se toman las precauciones adecuadas en la selección de las proporciones de la mezcla.

Debe estar compuesto de partículas limpias de perfil angular duros y compactas libre de materia orgánica u otras sustancias dañinas.

2.2.13.2. Agregado grueso

El agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas y que cumple con la norma NTP 400.037; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava. Estará conformado de fragmentos cuyos perfiles sean preferentemente angulares o semi angulares, limpios, duros, compactos, resistentes y de texturas preferentemente rugosas y libres de material escamoso o partículas blandas. La resistencia a la compresión del agregado no será menor de 600 kg/cm². Estará graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037.

La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más de 6% del agregado que pasa la malla ¼".

El tamaño máximo del agregado a tomar será:

- $\frac{1}{5}$ de la menor dimensión entre caras de encofrados ó $\frac{1}{3}$ de la altura de las losas o $\frac{3}{4}$ del espacio libre mínimo entre varillas individuales de refuerzo.

Para el caso de ser necesario el lavado del material este debe hacerse con agua libre de materia orgánica, sales o sólidos en suspensión.

Las partículas perjudiciales presentes en el agregado grueso no deberán exceder de los siguientes valores:

Tabla N° 02: Límite de partículas perjudiciales en el agregado Grueso.

•	Arcilla	0.25%
•	Partículas blandas	5.00%
•	Material más fino que la malla N° 200	3.00%
•	Carbón y Lignito:	
	a) Cuando el acabado superficial es de importancia	0.50%
	b) Otros concretos	1.00%

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto Ing. Enrique Pascal Carbajal.

2.2.14. Agua en el concreto:

Usos Requisitos y Normas del Agua:

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto.

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse.

La Norma Peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y

curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites: Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088:

Tabla N°03: Límites permisibles de la calidad del agua.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5,000 ppm Máximo
Materia Orgánica	3 ppm Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1,000 ppm Máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	600 ppm Máximo
Cloruros (ión Cl ⁻)	1,000 ppm Máximo
Ph	5 a 8 Máximo

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto Ing. Enrique Pasquel Carbajal.

Cuando el agua a ser utilizada no cumpla con uno o varios de los requisitos indicados en la tabla anterior, se deberá realizar ensayos comparativos empleando el agua en estudio y agua destilada o potable, manteniendo similitud de materiales y procedimientos. Dichos ensayos se realizarán, de preferencia, con el mismo cemento que será usado. Dichos ensayos incluirán la determinación del tiempo de fraguado de las pastas y la resistencia a la compresión de morteros a edades de 14 y 28 días.

2.2.14.1. Aguas prohibidas:

Está prohibido emplear en la preparación del concreto:

- Aguas ácidas. En general, el agua de mezclado que contiene ácidos clorhídrico, sulfúrico y otros ácidos inorgánicos comunes en concentraciones inferiores a 10,000 ppm no tiene un efecto adverso en la resistencia. Las aguas ácidas con valores PH menores que 3.0 pueden ocasionar problemas de manejo y se deben evitar en la medida de lo posible.

- Aguas calcáreas; minerales; carbonatadas; o naturales
- Aguas provenientes de minas o relaves
- Aguas que contengan residuos industriales
- Aguas con un contenido de cloruro de sodio mayor del 3%; o un contenido de sulfato mayor del 1%.
- Aguas que contengan algas: materia orgánica: humus; partículas de carbón; turba; azufre; o descargas de desagües.
- Aguas que contengan ácido húmico u otros ácidos orgánicos.
- Aguas que contengan azúcares o sus derivados.

Las aguas con porcentajes significativos de sales de sodio o potasio disueltas, en especial en todos aquellos casos en que es posible la reacción álcali-agregado. Las aguas con concentraciones de hidróxido de sodio de 0.5% el peso del cemento, no afecta en gran medida a la resistencia del concreto toda vez que no ocasionen un fraguado rápido. Sin embargo, mayores concentraciones pueden reducir la resistencia del concreto. El hidróxido de potasio en concentraciones menores a 1.2% por peso de cemento tiene poco efecto en la resistencia del concreto desarrollada por ciertos cementos, pero la misma concentración al ser usada con otros cementos puede reducir sustancialmente la resistencia a los 28 días.

Aun cuando un concreto hecho con agua de mar puede tener una resistencia temprana mayor que un concreto normal, sus resistencias a edades mayores (después de 28 días) pueden ser inferiores. Esta reducción de resistencia puede ser compensada reduciendo la relación agua – cemento.

El agua de mar no es adecuada para producir concreto reforzado

con acero y no deberá usarse en concreto presforzado debido al riesgo de corrosión del esfuerzo, particularmente en ambientes cálidos y húmedos.

El agua de mar que se utiliza para producir concreto, también tiende a causar eflorescencia y humedad en superficies de concreto expuestas al aire y al agua. En algunos casos muy excepcionales puede ser necesario utilizar agua de mar en la preparación del concreto. En estos casos debe conocerse el contenido de sales solubles, así como que para una misma concentración los electos difieren si hay un contacto duradero, con renovación o no del agresivo, o si se trata de una infiltración.

Si el agua de mar se emplea como agua de mezclado es recomendable que el cemento tenga un contenido máximo del 5% de aluminato tricálcico (C3A) y la mezcla tenga un contenido mínimo de cemento de 350 kg/m³; una relación agua-cemento máxima de 0.5; consistencia plástica; y un recubrimiento al acero de refuerzo no menor de 70 mm.

2.3. Definición de Términos

- **Agregado.** Un material granular duro de composición mineralógica, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.
- **Agregado Fino.** Agregado que pasa el tamiz de 6.4 mm (N 04).
- **Agregado Grueso.** Agregado retenido en el tamiz de 6.4 mm (N°4).
- **Concreto.** Material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.
- **Causas.** Origen de una cosa o suceso: la causa del incendio fue un cigarrillo mal apagado.
- **Químico.** Un químico es un científico especializado en la química. Los químicos estudian la composición de la materia y las propiedades que participan en su interacción, los productos resultantes, y la aplicación de estas propiedades en la vida

del hombre.

- **Acido.** Un ácido (del latín acidus, que significa agrio) es considerado tradicionalmente como cualquier compuesto químico que, cuando se disuelve en agua, produce una solución con una actividad de catión hidronio mayor que el agua pura, esto es, un pH menor que 7.
- **Dosificación.** La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen al concreto, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correctos. Generalmente expresado en gramos por metro (g/m).
- **Homogeneidad.** Uniformidad en la composición y la estructura de una sustancia o una mezcla: la homogeneidad de la masa es el secreto de este postre.
- **Lixiviación.** Proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El uso de la fibra de cabuya influye en el comportamiento mecánico de Concretos $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=210$ kg/cm² comúnmente utilizados en las construcciones del distrito de Lircay Provincia de Angaraes.

2.4.2. Hipótesis Específico

- a) Determinar en el laboratorio dos diseños de mezclas de concreto de $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=210$ kg/cm², con distintos porcentajes de incorporación de fibra de cabuya.
- b) Determinar en el laboratorio la resistencia del concreto con fibra de cabuya y sin fibra de cabuya.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Definición Conceptual de la Variable

a. Variable Independiente:

X₁: La utilización de la fibra de cabuya

b. Variable Dependiente:

Y_1 : Influye en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto, en el distrito de Lircay.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

Lugar : Lircay
Distrito : Lircay.
Provincia : Angaraes.
Región : Huancavelica.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Aplicado

Es una Investigación Aplicado por que mediante un proceso busca convertir el conocimiento teórico que se tiene de un concreto común, en conocimiento práctico y útil con la adición de la fibra de cabuya a un concreto para hacer mucho más eficiente la calidad del concreto.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Descriptivo

Por lo que se describen los datos y características de los lugares donde se encuentra las cabuyas en cantidades mayores en el distrito de lircay.

3.4. METODO DE INVESTIGACIÓN

Explicativo

Investigaciones realizadas para estudiar un fenómeno de la utilización de la fibra de cabuya en concreto simple a través del tiempo de duración del proyecto en mención.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Experimental

Porque se manipula deliberadamente dos variables como son: concreto simple con adición de 4% de fibra de cabuya y concreto simple sin fibra de cabuya en el laboratorio las veces necesarios hasta establecer un grado de confianza, vinculadas a las causas, tales son para medir el efecto que tienen en otra variable de interés.

3.6. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.6.1. Población

Lugares donde se ubica la cabuya en el Distrito de Lircay.

3.6.2. Muestra

Muestras de probetas con 4% en volumen de fibra de cabuya incorporados en el diseño.

3.6.3. Muestreo

Se realizó una técnica de muestreo probabilístico aleatorio estratificado en donde las cabuyas son inicialmente agrupadas en diferentes categorías, tales como la edad. Luego, se realiza la selección aleatoriamente para la selección de las cabuyas.

3.7. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Se tomarán como muestras las cabuyas existentes en la localidad de Lircay, las cuales se llevarán a un laboratorio para realizar los diferentes ensayos y una vez obtenidos los datos se comparará los resultados obtenidos con los datos obtenidos de los agregados tomando en cuenta las Normas Técnicas Peruanas y se planteara el tipo y porcentaje de fibra de cabuya adecuado a utilizar en el proyecto de investigación ubicado en Lircay.

Figura N° 06: Lugar del estudio del proyecto.



Fuente: Elaboración Propia

3.7.1. Técnicas

Las principales técnicas que se utilizará en este estudio serán

- Ubicar los lugares con mayor presencia de la cabuya.
- Ubicar las canteras de mayor volumen.
- Recolectar la muestra, agregados y cemento.

3.7.2. Instrumentos

El instrumento a utilizar en estas técnicas será:

- Bolsas de conservación de muestra.
- Balanza.
- Papel y lapicero.
- Movilidad adecuada.

3.7.3. Validez del Equipo y Confiabilidad

Los equipos e instrumentos a utilizar serán del laboratorio de mecánica de suelos – concreto y asfalto de la Escuela Académica Profesional Civil – Lircay de la Universidad Nacional de Huancavelica.

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Normas técnicas ASTM Y ACI

3.9. TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

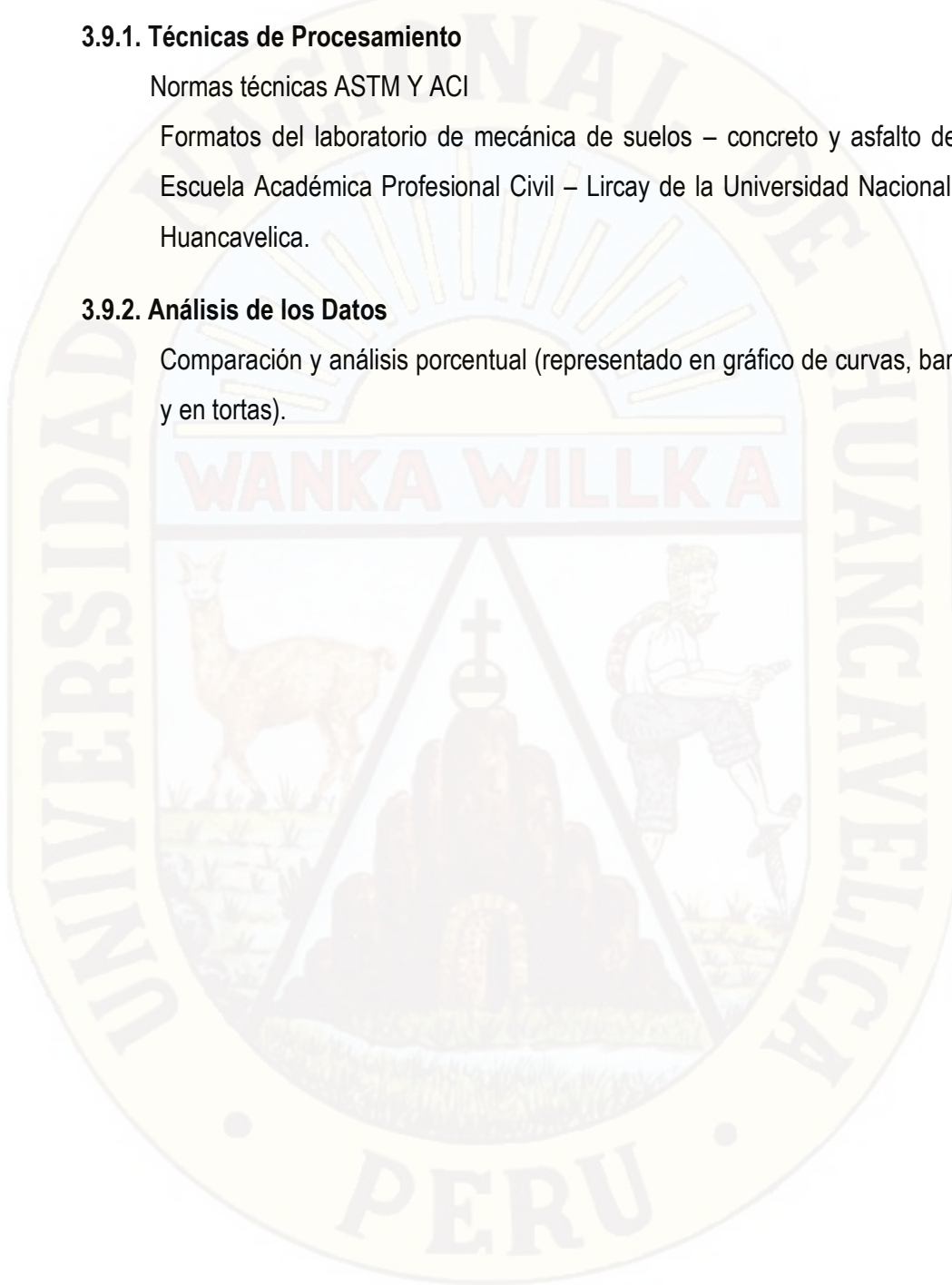
3.9.1. Técnicas de Procesamiento

Normas técnicas ASTM Y ACI

Formatos del laboratorio de mecánica de suelos – concreto y asfalto de la Escuela Académica Profesional Civil – Lircay de la Universidad Nacional de Huancavelica.

3.9.2. Análisis de los Datos

Comparación y análisis porcentual (representado en gráfico de curvas, barras y en tortas).



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PRESENTACION DE RESULTADOS.

La investigación envuelve una serie de ensayos y estudios sobre los materiales que componen al concreto y sobre los factores que hacen que estos materiales puedan modificar su resistencia a la compresión de dicho material.

También desarrollaremos los diseños de mezclas para el concreto con una incorporación de fibra de cabuya en porcentajes de 4%, en volumen seco para el concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con cemento Andino portland tipo I, previo a ello determinaremos la cantidad de agua para el diseño final.

El procedimiento consistió en realizar ensayos de slump hasta obtener la cantidad de agua necesaria para lograr un asentamiento de 3" a 4", con la cantidad de agua que logre este asentamiento se realizará el diseño de mezcla, para cada uno de los porcentajes de fibra de cabuya indicados.

En el diseño de mezcla con los distintos porcentajes de incorporación de fibra de cabuya, empleando el tipo de cemento Andino portland tipo I, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Teniendo el diseño de mezcla del concreto patrón, además de haber obtenido la consistencia requerida, con un asentamiento de 3" a 4", y que alcanza la resistencia a la compresión $f'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días para el concreto con cemento Andino portland tipo I, se procedió a dosificar incorporando la fibra de cabuya en un 4%, en volumen seco, de acuerdo a los resultados que deseamos obtener:

Teniendo como dato el volumen del agregado fino en los diseños de mezcla para el concreto patrón, se calculará la cantidad de fibra de cabuya multiplicando el volumen del agregado por el porcentaje que elijamos, este resultado indica la

cantidad de fibra de cabuya expresado en Kg, esta será restada al volumen total del agregado y este cálculo se efectuará para los demás porcentajes de fibra de cabuya que se quieran emplear.

Al elaborarse las mezclas de concreto empleando un cierto porcentaje de fibra de cabuya, con el mismo slump de 3" a 4", indudablemente que obtendremos consistencias diferentes a la del concreto patrón, el diseño será el mismo y no se harán las correcciones correspondientes por ser justamente uno de los efectos provocados por la fibra de cabuya.

Se deberá evaluar al concreto colocado y ver en qué medida se beneficia al incorporarle la fibra de cabuya y sobre todo en qué medida se minimizan estas alteraciones producidas por los cambios volumétricos en el concreto endurecido.

Luego de haber realizados los ensayos de consistencia y de resistencia sin fibra de cabuya y con fibra de cabuya respectivamente, después de haber obtenido las características deseadas en las mezclas de concreto, se procedió a fabricar testigos de concreto simple para evaluar el comportamiento de la fibra de cabuya sobre el concreto ya colocado.

A continuación se describirá el proceso constructivo y las pautas tomadas en cuenta.

4.1.1. Descripción general de los ensayos a realizar

Para determinar la influencia de la adición de la fibra de cabuya o cortados en 5 centímetros en la mezcla de concreto, se confeccionaron probetas de este material, cilíndricas de 15 cm de arista, fabricadas según los procedimientos indicados en la norma técnica Peruana, las que posteriormente fueron ensayadas a compresión, determinando así su resistencia.

Dichas probetas se fabricaron para el tipo de concreto, que es comúnmente utilizado con fines de concreto simple ($f'c=175 \text{ kg/cm}^2$) y armado ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$); además cada serie de probetas contiene un porcentaje determinado de fibra de cabuya reemplazando una fracción del agregado fino en un 4% para cada probeta.

4.1.2. Tratamiento de la fibra de cabuya

La fibra de cabuya utilizado en esta experiencia proviene de los terrenos del Distrito de Huayllay, estas fibras se extrajo manualmente de las cabuyas previamente cortadas en estado fresco.

4.1.2.1. Limpieza y curado de la fibra de cabuya

Las fibras de cabuya recolectadas son sometidas a un remojo y lavado en una mezcla de agua y cal, por 24 horas con la finalidad de remover cualquier impureza junto a las fibras, El proceso es relativamente sencillo, ya que el tratamiento se hace con cal para poder tener una adherencia adecuada con el concreto.

4.1.2.2. Cortado de la fibra de cabuya

Una vez que las fibras de cabuya se encuentran curadas libres de toda suciedad y secas, son transportadas al laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos de EPIC, en la Facultad de Ingeniería de Minas-Civil, ubicado en la sede Lircay de la UNH, donde se realizó el cortado de las fibras de cabuya.

Figura 07. Cortado de la fibra de cabuya.



Fuente. Elaboración Propia.

4.1.2.3. Proceso de molienda

El proceso utilizado para el cortado de las fibras de cabuya a

rasgos generales fue el siguiente:

- i. Primero se cortan las fibras de cabuya en dimensiones de 5 centímetros aproximadamente con una tijera nueva y bien filuda luego fueron colocadas dentro de un contenedor plástico de dimensiones adecuadas para ello.
- ii. Los tiempos de cortado fueron variables duras ya que se realizó de forma manual a falta de una máquina para tal efecto.

El proceso del cortado descrito se realiza reiteradas ocasiones, para obtener la cantidad deseada de material desmenuzado.

Para la correcta consecución de los pasos mencionados, fue necesario tomar resguardos por un tema de seguridad, debido a la naturaleza extremadamente agresiva del material en el cortado, utilizando implementos de seguridad básicos como guantes y de seguridad.

4.1.2.4. Material resultante

El resultado después del cortado es un material con una textura esponjosa, con una cantidad considerable de fibras parejas debido a los cortes realizados de una sola dimensión.

Figura 08. Cortado de la fibra de cabuya.



Fuente. Elaboración Propia.

4.1.3. Tratamiento de los Agregados

Antes de poder realizar correctamente la dosificación y la posterior,

elaboración de mezclas, es necesario realizar una serie de ensayos, con el fin de determinar la granulometría de los agregados a emplear, además como su densidad, y verificar ciertas condiciones que pone como requisito la norma Técnica Peruana.

La fibra de cabuya fue tratado en una mezcla de agua con cal. la arena, la grava y la piedra chancada de $\frac{1}{2}$ " fueron sometido a los ensayos para determinar su densidad y granulometría principalmente, además de verificar que cumpla con los requisitos sobre la cantidad de finos presentes y contenido de materia orgánica.

4.1.3.1. Características de los agregados

En esta sección se presentan las características como densidad, resistencia, porosidad y distribución volumétrica que se acostumbra denominar granulometría o gradación. Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas estándar que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas.

A continuación se muestran los ensayos realizados al agregado fino, grueso y la piedra chancada respectivamente, los cuales serán empleados en el diseño de mezcla.

4.1.3.2. Análisis granulométrico

Como se sabe las partículas tienen diversas formas geométricas y diversos volúmenes, resultaría difícil medir el volumen y la forma geométrica de las partículas del agregado, por ello existe una manera indirecta, que consiste en tamizar las partículas del agregado por una serie de mallas de aberturas conocidas y luego pesar los materiales retenidos en cada malla refiriéndolos en porcentajes con respecto al peso total.

A esto se le denomina análisis granulométrico o granulometría que es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada. Cuando se representa la distribución granulométrica de la mezcla de agregados de pesos específicos que no difieren mucho, la granulometría es prácticamente igual sea la mezcla en peso o en volumen absoluto, pero cuando se trata de agregados de pesos específicos muy diferentes, hay que hacer las conversiones a volumen absoluto para que se represente realmente la distribución volumétrica que es la que interesa para la elaboración de concreto.

La serie de tamices estándar ASTM para concreto tiene la particularidad de que empieza por el tamiz de abertura cuadrada 3" y el siguiente tiene una abertura igual a la mitad del anterior. A partir de la malla 3/8" se mantiene la misma secuencia, pero el nombre de las mallas se establece en función del número de aberturas por pulgada cuadrada.

4.1.4. Etapas y Ensayos Para la Elaboración del Concreto

4.1.4.1 Ensayo de granulometría para el agregado fino:

Equipos y Materiales:

- Balanza.
- Tamices.
- Maquina tamizadora.

Figura 09: Proceso de tamizado de los agregados.



Fuente: Elaboración Propia

El agregado fino estará graduado dentro de los límites indicados en las Normas NTP 400.012 ó ASTM C 136. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme y continua, con valores retenidos en las mallas N°4 a N°100 de la serie Tyler. Se recomienda para el agregado los siguientes límites:

Tabla N° 04: Límites para el ensayo granulométrico del Agregado Fino.

MALLAS	% QUE PASA
3/8"	100
4	95 a 100
8	80 a 100
16	50 a 85
30	25 a 60
50	10 a 30

Fuente: Naturaleza y Materiales del Concreto Ing. Enrique Rivva López.

El análisis granulométrico que se muestra a continuación pertenece al agregado fino, proveniente de la cantera de Aquarma.

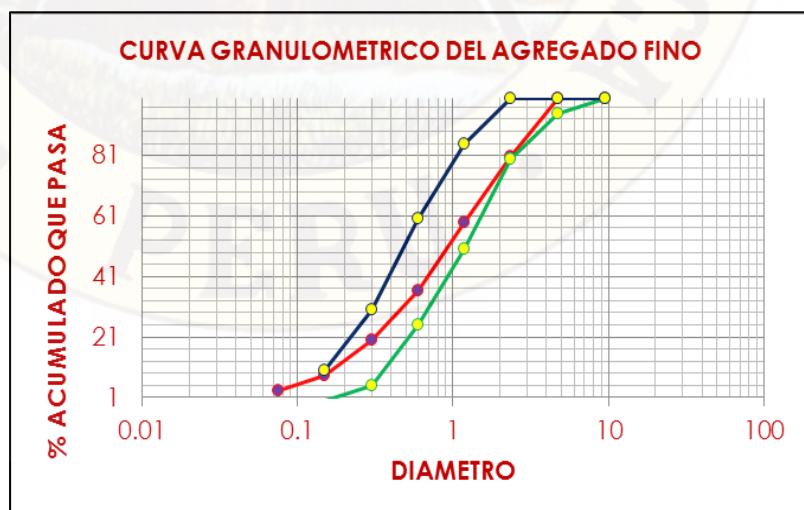
Peso Total de la muestra: **3150 gr.**

Cuadro N° 01: ensayo granulométrico del Agregado Fino.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
N 4	4.700	0.00	0.00	0.00	100.00
N 8	2.360	605.99	19.24	19.24	80.76
N 16	1.180	690.90	21.93	41.17	58.83
N30	0.600	715.32	22.71	63.88	36.12
N 50	0.300	514.25	16.33	80.21	19.79
N 100	0.150	363.73	11.55	91.75	8.25
N 200	0.075	159.57	5.07	96.82	3.18
FONDO		100.24	3.18	100.00	0.00
		3150.00	100.00		

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 02: Curva granulométrico del agregado fino.



Fuente: Elaboración Propia

4.1.4.2. Ensayo de granulometría para el agregado grueso

El agregado grueso estará graduado dentro de los límites especificados en las Normas NTP 400.012 ó ASTM C 136.

Equipos y Materiales

- Balanza
- Mallas
- Bandejas

Tabla N° 05: Límites para el agregado Grueso.

MALLAS	% QUE PASA
2"	-
1 ½"	100
1"	95-100
¾"	-
½"	25-60
3/8"	10 a 30
Nº4	0.1

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto
Ing. Enrique Pasquel Carbajal.

El análisis granulométrico que se muestra a continuación pertenece al agregado grueso, proveniente de la cantera de Aquarma.

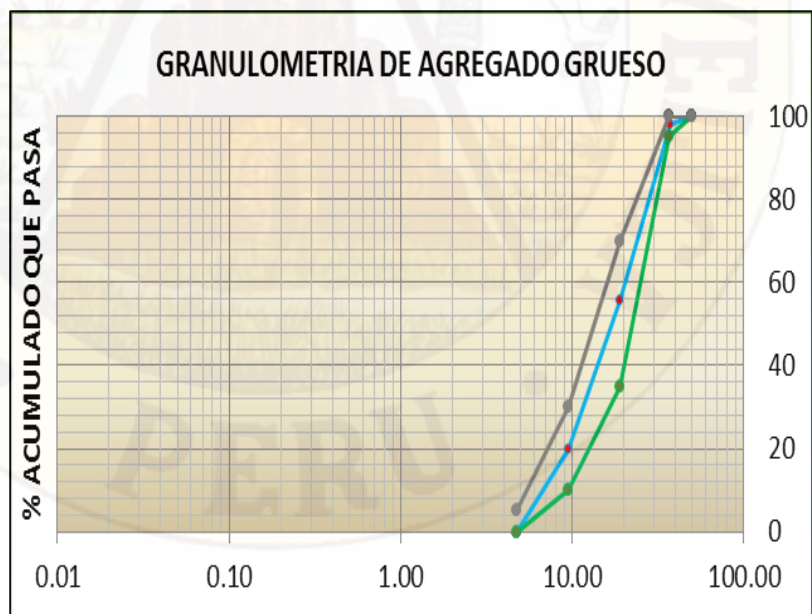
Peso Total de la muestra: **4000 gr.**

Cuadro N° 03: Análisis del agregado Grueso.

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
				RETENIDO	PASANTE
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	51.48	1.89	1.89	98.11
3/4"	19.00	1160.56	42.51	44.40	55.60
3/8"	9.50	974.56	35.70	80.10	19.90
N 4	4.75	543.40	19.90	100.00	0.00
		2730.00	100.00		

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 04: Curva granulométrico del agregado Grueso.



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4.3. Módulo de Fineza y tamaño Máximo Nominal

Módulo de Fineza

El módulo de fineza estará entre los valores de 2.3 - 3.1, un índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado. Se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, y N°100, dividida entre 100.

A continuación se muestran los porcentajes retenidos acumulados para el diseño de mezcla.

Tabla N° 06: porcentajes retenidos acumulados para el diseño de mezclas.

MALLAS	% RETENIDO ACUMULADO
3/8"	0.00
4	0.00
8	19.24
16	41.17
30	63.88
50	80.21
100	91.75
200	96.82
FONDO	100

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto
Ing. Enrique Pasquel Carbajal.

El módulo de fineza se calculará sumando los porcentajes retenidos acumulados de la siguiente manera:

$$MF = \frac{19.24 + 41.17 + 63.88 + 80.21 + 91.75}{100} = 2.83$$

$$MF = 2.83$$

Tamaño máximo y tamaño máximo nominal.-

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 el tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso.

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Tamaño Máximo Nominal = $\frac{3}{4}$ "

4.1.4.4. Peso Unitario

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C 29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa.

Por ejemplo:

Para un agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento.

El peso unitario o volumétrico se expresa en Kilos por metro cúbico del material. Este peso está influenciado por:

- Gravedad específica.

- Granulometría.
- Perfil y textura superficial.
- Condición de humedad.
- Grado de compactación de masa.

Equipos y Materiales:

- Balanza de torsión (sensibilidad de 0 – 100 gr.)
- Balanza de capacidad pesada (Sensibilidad 50 gr.)
- Recipiente cilíndrico (Agregado fino)
- Varilla de acero 60 cm. de largo con punta semiesférica, $d = 5/8"$

Peso Unitario Suelto.-

1° Pesamos la Briqueta en la balanza.

Figura N° 10: Pesado de las Briquetas.



Fuente: Elaboración Propia.

2° Tomamos sus dimensiones.

3° Procedemos al llenado del cilindro con la arena, enrasamos con la varilla de fierro y limpiamos los bordes del recipiente con la brocha.

4° Pesamos en la balanza de capacidad pesada. Peso volumétrico suelto Ag. Fino= 1475 Kg/m³

Peso volumétrico suelto Ag. Grueso= 1495 Kg/m³

Peso unitario compactado. -

- 1° Llenamos el recipiente con el agregado hasta la tercera parte, y golpeamos 25 veces en forma de espiral desde una altura aproximada de 30 cm.
- 2° De igual manera llenamos las dos terceras partes y damos 25 golpes.
- 3° Llenamos finalmente el recipiente y damos 25 golpes más, enrazamos con la varilla y limpiamos el borde con la brocha.
- 4° Pesamos el recipiente con el agregado compactado en la balanza de capacidad pesada.

Peso volumétrico compactado **Ag. Fino= 1552Kg/m³**

Peso volumétrico compactado **Ag. Grueso= 1571 Kg/m³**

4.1.4.5. Peso Específico

El peso específico se refiere a la densidad de las partículas individuales y no a la masa del agregado como un todo. Pudiendo definirse al peso específico como la relación, a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen de agua destilada, libre de gas.

El peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo corresponde a agregados absorbentes y débiles.

Para el Agregado Fino

La norma ASTM C 128 ó NTP 400.022 indica el procedimiento para determinar el peso específico del agregado fino.

Equipos y Materiales

- Balanza electrónica.
- Estufa.

- Picnómetros.

- Gotero.

1° Pesamos los dos picnómetros llenos de agua hasta la línea de aforo uno a uno y tomamos apunte de los pesos.

Figura N° 11: Pesado del picnómetro con agua.



Fuente: Elaboración Propia

2° Pesamos 60 gr. arena y la tara que la contendrá para cada picnómetro.

Figura N° 12: Pesado del Agregado Fino.



Fuente: Elaboración Propia

3° Echamos el agregado al picnómetro, echamos agua hasta la mitad del picnómetro y lavamos sus paredes con agua mediante un gotero.

4° Los ponemos al fuego de la estufa durante unos minutos hasta que las burbujas empiecen a salir.

Figura N° 13: Matraz con Muestra.



Fuente: Elaboración Propia.

5° Finalmente pesamos los picnómetros cuando estén fríos y realizamos el cálculo respectivo del peso específico para el agregado fino.

Resultados del Ensayo:

N° de Picnómetro: P-1

- a. Peso de Picnómetro: 94.45 gr.
- b. Peso A. Fino Seco: 60.00gr.
- c. Peso Picnómetro +Agua: 344.21gr.
- d. Peso Picnómetro + Agua + Ag. Fino: 380.42 gr.
- e. Peso Específico: $(b/(c+b-d))$: 2.63gr/cm^3

N° de Picnómetro: P-2

- a. Peso de Picnómetro: 94.03 gr.
- b. Peso A. Fino Seco: 60.00gr.
- c. Peso Picnómetro +Agua: 344.12 gr.

d. Peso Picnómetro + Agua + Ag. Fino: 380.08 gr.

e. Peso Específico: $(b/(c+b-d))$: 2.59 gr/cm³

Peso Específico Promedio: 2.61 gr/cm³

Para el Agregado Grueso

La norma ASTM C 127 ó NTP 400.021 indica el procedimiento para determinar el peso específico del agregado grueso.

Equipos y Materiales

- Balanza electrónica.
- Horno.
- Canastilla de alambre.
- Balde.
- Bandejas.

1° Pesamos una cantidad necesaria de agregado grueso, para luego sumergirla en agua, dentro de un balde.

Figura N° 14: Sumersión de Canasta.



Fuente: Elaboración Propia.

2° Dentro del balde colocamos la canastilla de alambre que contendrá al agregado.

3° Finalmente vaciamos el agregado grueso, y lo pesamos, tomamos nota del peso para hacer los cálculos respectivos.

Figura N° 15: Sumersión de Canasta más agregado grueso.



Fuente: Elaboración Propia.

Resultados del Ensayo:

N° Tara: T-1

- a. Peso del Agregado Grueso al Aire: 461.79 gr.
- b. Peso del Agregado Grueso Sumergido al Agua: 288.68 gr.
- c. Peso del Agregado Grueso Seco al Horno: 454.24 gr.
- d. Peso Específico: $(c / (a - b)) : 2.63 \text{ gr/cm}^3$

N° Tara: T-2

- a. Peso del Agregado Grueso al Aire: 462.42 gr.
- b. Peso del Agregado Grueso Sumergido al Agua: 289.65 gr.
- c. Peso del Agregado Grueso Seco al Horno: 453.01 gr.
- d. Peso Específico: $(c / (a - b)) : 2.67 \text{ gr/cm}^3$
- e. Peso Específico Promedio: 2.65gr/cm³

4.1.4.6. Porcentaje de Absorción

Se entiende por absorción, al contenido de humedad total interna de un agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y de secado superficial. Esta condición

se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.

Este tiene importancia, puesto que se refleja en el concreto reduciendo la cantidad de agua en la mezcla, teniendo mucha influencia en las propiedades de resistencia y en la trabajabilidad, por ello es importante tenerlo en cuenta al momento de hacer las correcciones necesarias en el diseño de mezcla.

Para el Agregado Fino

La norma ASTM C 128 ó NTP 400.022 indica el procedimiento para determinar el porcentaje de absorción del agregado fino.

Equipos y Materiales

- Balanza electrónica.
- Horno.
- Bandejas.
- Molde cónico.
- Barra de metal.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1° Tomamos una muestra representativa de 1000 gr. de agregado fino, que luego será colocado en una bandeja y llevado al horno por 24 horas, a continuación se retirará la muestra del horno y se dejará enfriar y reposar.

Figura N° 16: Muestra Agregado Fino.



Fuente: Elaboración Propia.

2° Retiramos la muestra del horno y la cubrimos con agua durante 24 horas, seguidamente extendemos la muestra sobre una superficie adecuada expuesta a una corriente suave tibia de ventilación y la removemos hasta que adquiera un secado uniforme y que los granos no se adhieran entre sí.

Figura N° 17: Secado superficialmente seco del Agregado Fino.



Fuente: Elaboración Propia.

3° Echamos el agregado fino en el molde cónico de Absorción, de manera suelta hasta que llegue a la superficie.

Figura N° 18: Compactación del Cono.



Fuente: Elaboración Propia.

4° Seguidamente con una barra de metal se le aplicará suavemente 25 golpes.

5° Enrasamos la superficie con ayuda de la barra de metal.

Figura N° 19: Enrase del Cono de absorción.



Fuente: Elaboración Propia.

6° Luego se procederá a retirar el molde en forma vertical, observamos que el agregado fino se desmorona, esto nos indica que la muestra ha alcanzado una condición de superficialmente seco.

Figura N° 20: Ensayo del Desmoronamiento



Fuente: Elaboración Propia.

7° Finalmente se pesa una cantidad necesaria y se lleva al horno durante 24 horas, para luego ser pesada nuevamente y así obtener el porcentaje de absorción del agregado fino.

Resultados del Ensayo:

$$\%ABS = (\text{Ag. Fino Sat.} - \text{Ag. Fino Seco}) / \text{Ag. Seco} \times 100$$

$$\%ABS = 2.27 \%$$

Para el Agregado Grueso

La norma ASTM C 127 ó NTP 400.021 indica el procedimiento para determinar el porcentaje de absorción del agregado grueso.

Equipos y Materiales

- Balanza electrónica.
- Horno.
- Bandejas.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- 1° Tomamos una cantidad necesaria de agregado grueso y lo sumergimos en un recipiente con agua durante 24 horas.
- 2° Secamos el agregado superficialmente con un paño y lo colocamos en una bandeja, lo pesamos y lo llevamos al horno por 24 horas.
- 3° Luego retiramos el agregado del horno y después de un tiempo prudente lo pesamos y tomamos nota del peso.
- 4° Finalmente hacemos el cálculo respectivo y determinamos el porcentaje de absorción para el agregado grueso.

Resultados del Ensayo:

$$\%ABS = (\text{Ag. Grueso Sat.} - \text{Ag. Grueso Seco}) / \text{Ag. Seco} \times 100$$

$$\%ABS = 2.46 \%$$

4.1.4.7. Contenido de Humedad

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas.

Para el Agregado Fino

Equipos y Materiales

- Balanza electrónica.
- Horno.
- Bandejas.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1° Colocamos una muestra representativa de agregado fino en una tara o bandeja, lo pesamos y lo llevamos al horno durante 24 horas.

Figura N° 21: Muestra Húmeda en la Tara.



Fuente: Elaboración Propia.

2° Retiramos las muestras del horno dejamos enfriar durante un tiempo prudencial y pesamos.

Figura N° 22: Muestra en el Horno.



Fuente: Elaboración Propia.

3° Finalmente hacemos los cálculos correspondientes y obtenemos el contenido de humedad del agregado.

Resultados del Ensayo:

N° de Tara: T-1

- a. Peso de la tara: 30.02 gr.
- b. Peso Tara + Ag. Fino Húmedo: 190.08 gr.
- c. Peso Tara + Ag. Fino Seco: 182.62 gr.
- d. Contenido Humedad: $((b - c)/(c - a) \times 100) = 5.52 \%$

N° de Tara: T-2

- a. Peso de la tara: 30.04 gr.
- b. Peso Tara + Ag. Fino Húmedo: 185.80 gr.
- c. Peso Tara + Ag. Fino Seco: 178.40 gr.
- d. Contenido Humedad: $((f - g)/(g - e) \times 100) = 5.58 \%$
- e. Contenido de Humedad Promedio Ag. Fino = 5.55 %

Para el Agregado Grueso

Equipos y Materiales

- Balanza electrónica.
- Horno.
- Bandejas.

El procedimiento a seguir igual que el anterior:

- 1° Colocamos una muestra representativa de agregado grueso en una tara o bandeja, lo pesamos y lo llevamos al horno durante 24 horas.
- 2° Retiramos las muestras del horno dejamos enfriar durante un tiempo prudencial y pesamos.
- 3° Finalmente hacemos los cálculos correspondientes y obtenemos el contenido de humedad del agregado.

Resultados del Ensayo:

N° de Tara: J-1

- a. Peso de la tara: 81.20 gr.
- b. Peso Tara + Ag. Grueso Húmedo: 650.50 gr.
- c. Peso Tara + Ag. Grueso Seco: 632.20 gr.
- d. Contenido Humedad: $((b - c)/(c - a) \times 100) = 4.44 \%$

N° de Tara: J2

- a. Peso de la tara: 68.50 gr.
- b. Peso Tara + Ag. Grueso Húmedo: 547.20 gr.
- c. Peso Tara + Ag. Grueso Seco: 531.60 gr.
- d. Contenido Humedad: $((f - g)/(g - e) \times 100) = 4.40 \%$
- e. Contenido de Humedad Promedio Ag. Grueso = 4.42 %

4.1.4.8. Etapas y Ensayos Para la Elaboración del Concreto

4.1.4.8.1. Preparación de Muestras de Pruebas

El primer paso a seguir es la extracción de los agregados, los que son tomados de las canteras, y que constituyen un proceso fundamental en la elaboración del concreto.

Las muestras de agregados que se obtienen de las canteras, son tomadas para verificar sus características tales como granulometrías, tamaño máximo, módulo de fineza, etc., a fin de que cumplan con los requisitos necesarios para la preparación de mezclas de concreto. Los agregados tanto fino como grueso, serán transportados desde las canteras en sacos tejidos, para evitar la pérdida de materiales finos, que conserven su humedad y no estén expuestos a contaminaciones y cambios de temperatura.

Estos materiales han sido transportados en camiones y trasladados hacia el laboratorio, en donde han sido sometidos a diversos ensayos. Para la preparación de muestras de pruebas, se procedió a tomar una cantidad representativa mediante el método del cuarteo de cada material.

Figura N° 23: Dosificación de la muestra.



Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente todos los materiales serán mezclados para la dosificación final del estudio.

Figura N° 24: Mezclado de concreto.



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4.8.2 Alcances Referentes al uso y Mezclado de la Fibra de cabuya en el Concreto

Se deberá añadir la fibra de cabuya junto con el cemento y los agregados a fin de que constituyan muestras representativas, los concretos con fibra de cabuya y sin fibra de cabuya deberán contener el mismo contenido unitario

de cemento, de esta manera se prepararán las mezclas de concreto con la fibra de cabuya con los mismos agregados y tipo de cemento, solo así se podrán realizar las comparaciones entre los tipos de concreto que se elaborarán.

4.1.4.8.3 Ensayo de Slump Mediante el Cono de Abrams

El método tradicional para medir la trabajabilidad es el Slump o asentamiento con el cono de Abrams.

Equipos y Materiales

- a. **Cono de Abrams.** Es un molde troncocónico, cuyo diámetro base mide 20 cm., su diámetro superior mide 10 cm. y su altura es de 30 cm., está provisto en sus lados de agarraderas.

Figura N° 25: Cono de Abrams.



Fuente: Elaboración Propia.

- b. Varilla compactadora de 5/8" de diámetro con punta semiesférica.

- c. Una superficie plana no absorbente.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- 1° Se procede a llenar el molde con concreto, en número de tres capas.

Figura N° 26: Ensayo de Cono de Abrams.



Fuente: Elaboración Propia.

- 2° En la primera capa se llena el cono hasta un tercio de su volumen, y se aplican 25 golpes con la varilla para compactarlo, los golpes deben ser aplicados de manera uniforme sin que se llegue a impactar la base sobre la que está apoyado el cono.
- 3° Luego se procede a llenar el cono con la mezcla de concreto hasta los dos tercios de su volumen, aplicándose nuevamente 25 golpes.
- 4° Finalmente se llena el cono con el concreto restante hasta su superficie se le aplica 25 golpes.

Figura N° 27: Ensayo de Cono de Abrams.



Fuente: Elaboración Propia.

5° Se retira la mezcla sobrante de su superficie con una espátula de manera que quede enrasada y uniforme.

6° Inmediatamente se procede a levantar el cono de manera vertical con un movimiento continuo y con mucho cuidado, se coloca el cono al lado de la mezcla, para medir el asentamiento, la toma de medida será entre la altura del molde y la cara superior central de la mezcla, nunca se debe medir en el punto más bajo o alto del cono de mezcla de concreto, se debe hacer siempre en el punto medio.

Figura N° 28: Ensayo de Slump.



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4.9. Elaboración de Probetas Cilíndricas de Concreto

Para la elaboración de las probetas de concreto sin fibra de cabuya y con fibra de cabuya, se utilizarán moldes cilíndricos llamados briquetas.

Figura N° 29: Briquetas.



Fuente: Elaboración Propia.

Se moldearán cuatro probetas para $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$. Y cuatro probetas de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Por 14 y 28 días de edad del concreto.

El procedimiento que se seguirá es el siguiente:

- 1° Se limpian y se engrasan las briquetas con petróleo, con la ayuda de una brocha.
- 2° Los moldes serán colocados sobre una superficie plana, para que no se produzcan vibraciones y segregaciones del material.
- 3° Se vierte la mezcla en cada molde hasta un tercio de su volumen, luego se procede a compactar con una varilla, en un número de 25 golpes uniformemente distribuidos.
- 4° Se vierte nuevamente la mezcla de concreto hasta los dos tercios del volumen del molde y nuevamente se le aplican 25 golpes de manera uniforme.

5° Finalmente se vierte la mezcla restante hasta la superficie del molde y se aplican los 25 golpes, a esta última capa se le adicionará la mezcla hasta rebosar.

Figura N° 30: Chuseado de las Briquetas.



Fuente: Elaboración Propia.

6° Luego se retirará el material excedente y enrasamos hasta que la superficie muestre un buen acabado.

Figura N° 31: Enrazado de la Briqueta.



Fuente: Elaboración Propia.

7° Con la ayuda de un martillo se golpea las paredes de las probetas para eliminar los vacíos que pudiesen existir en el interior de la mezcla.

8° Dejaremos que la mezcla endurezca lo suficiente de manera que se puedan marcar para poder identificarlas en su cara superior con los datos correspondientes

Figura N° 32: Fraguado de Concreto.



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4.10. Curado de las Probetas Cilíndricas de Concreto

El curado puede ser definido como el mantenimiento de un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura adecuada en el concreto durante su etapa inicial, a fin de lograr que los espacios ocupados originalmente por el agua en la pasta fresca se llenen con los productos de hidratación del cemento, reduciendo así a un mínimo los poros capilares y permitiendo que se desarrollen las propiedades que se desea que el material alcance.

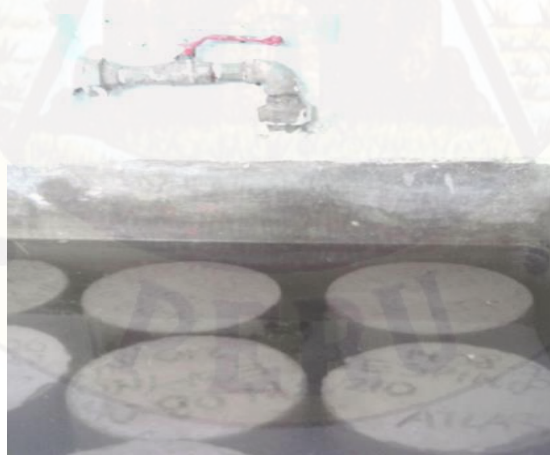
Siendo el proceso de curado un aspecto esencial en la producción de concretos que deben cumplir con determinadas propiedades, los requisitos a ser considerados para la realización de un curado adecuado son:

- a) Mantenimiento en el concreto de un contenido de humedad adecuado. El método de curado elegido deberá evitar pérdidas de humedad del concreto durante el período seleccionado.

- b) Protección del elemento contra cualquier tipo de alteración mecánica, durante el curado deben evitarse cargas o esfuerzos prematuros en el concreto.
- c) Mantenimiento del curado durante el tiempo necesario para obtener la hidratación del cemento y el endurecimiento del concreto.

Para este caso, se desmoldarán las probetas elaboradas sin fibra de cabuya para cada tipo de cemento respectivamente, después de transcurrir 24 horas y las probetas con fibra de cabuya se desmoldaron a los 48 horas por ser tardío su curado inicial ya que las fibras de cabuya retienen agua en la mezcla, desde el momento en que se llenaron con concreto, seguidamente se colocarán en la poza de curado, el agua que contendrá la poza deberá contener una solución de cal, cabe recalcar que el agua deberá ser potable y libre de impurezas, y no deberá estar expuesta a movimientos que pudieran afectar este proceso.

Figura N° 33: Curado del Concreto.



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4.11. Ensayo de Resistencia a la Compresión

La resistencia es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento, pues depende fundamentalmente de esta concentración.

La resistencia en compresión del concreto es el parámetro que nos indica su calidad, hay que tener en cuenta que esta resistencia se verá influenciada si no se toman las medidas correctas del curado inicial, tamaño de probeta, esbeltez, condiciones de humedad, etc.

Para el presente ensayo se utilizará lo siguiente:

Equipos y Materiales

- Prensa hidráulica de lectura analógica
- Equipos y herramientas para la preparación del refrendado de las probetas cilíndricas, de acuerdo a la norma NTP 339.037.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- 1° Después de retirar las probetas de concreto de la poza de curado, se tomarán medidas de sus diámetros y alturas de cada probeta a ensayar.
- 2° Seguidamente se hará el refrendado a cada testigo, para eliminar las imperfecciones en las caras de las probetas, solo así lograremos que la carga aplicada sea uniforme.
- 3° Para la preparación del capping o refrendado se tendrá que calentar en una olla de presión, la proporción de 3:1 de azufre y bentonita, aproximadamente durante media hora.

Figura N° 34: Preparado del Refrentado.



Fuente: Elaboración Propia.

- 4° Una vez que esta mezcla presente una forma fluida y viscosa, la cogemos con un cucharón y la colocamos sobre el molde de capiado sobre el irá superpuesto el testigo durante un minuto que es el tiempo que necesita para endurecer, realizaremos esta operación en ambas caras del testigo de concreto.

Figura N° 35: Molde de Capeado.



Fuente: Elaboración Propia.

- 5° Luego se colocarán las probetas en forma centrada en la prensa de ensayo que comprime a una velocidad de carga de 0.14 a 0.34 Mpa/s, la cual se deberá mantener constante durante la

duración del ensayo, es decir hasta cuando se logre la ruptura de la probeta.

Figura N° 36: Maquina de Compresión.



Fuente: Elaboración Propia.

6° Se tomará nota de la lectura, el tipo de rotura y cualquier otra observación que se haya notado durante este ensayo.

Figura N° 37: Ensayo de Compresión.



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.5. Diseños de Mezcla del Concreto sin fibra de cabuya con cemento Andino Portland Tipo I

Se determinará, las proporciones de una mezcla de concreto, cuyas especificaciones de obras son:

a) La resistencia en compresión de diseño especificada para el concreto es

de 175 Kg/cm² y 210 Kg/cm² a los 28 días.

- b) Las condiciones de colocación requieren una mezcla de consistencia plástica.

4.1.5.1. Diseños de Mezcla para 210 Kg/cm² en Concreto sin fibra de cabuya.

A continuación se detallan los pasos a realizar para el diseño:

- 1) Determinación de la resistencia promedio f'_{cr} .

De acuerdo a la tabla N°1 del caso n°3 es de $f'_c = 294$ Kg/cm².

Tabla N° 07: Determinación de la resistencia promedio.

f'_c especificado	F'_{cr} (Kg/cm ²)
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez

- 2) Selección del TMN del agregado grueso.

El TMN será = 3/4".

- 3) Selección del asentamiento

Tabla N° 08: Cantidad de agua de amasado aproximado.

: CANTIDADES APROXIMADAS DE AGUA DE AMASADO EN KILOGRAMOS O LITROS POR 1M3 DE CONCRETO EN FUNCION DEL SLUMP Y EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO								
Slump	Tamaño Maximo del Agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
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	
% aire atrapado	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30	0.20

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

El asentamiento será de 3" a 4".

- 4) Seleccionar el contenido de aire atrapado

Tabla N° 09: Contenido del Aire atrapado.

Contenido de aire atrapado	
TNM del agregado Grueso	Aire Atrapado %
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez

- 5) Seleccionar el contenido de agua

Tabla N° 10: selección del contenido del agua.

Asentamiento	Agua en l/m³, para TNM agregados y consistencia indicadas							
	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	187	184	174	166	154	--

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 6) Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad.

Tabla N° 11: Relación agua/cemento.

f'c Kg/cm²	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

Tabla N° 12: Contenido de aire incorporado

TNM del agregado Grueso	Contenido de aire total (%)		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.5
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.0	5.5
2"	2.0	3.5	5.0
3"	1.5	3.0	4.5
6"	1.0	2.5	4.0

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 7) Cálculo del contenido de cemento (5)/(6).
- 8) Seleccionar el peso del agregado grueso (TABLA 05)
proporciona el valor de b/b_o , donde b_o y b son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso).

Tabla N° 13: Peso del agregado grueso por volumen de concreto.

TNM del agregado Grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de finiza del fino (b/b_o)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	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

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 9) Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.
- 10) Cálculo del volumen del agregado fino.
- 11) Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.
- 12) Presentación del diseño en estado seco.
- 13) Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
- 14) Presentación del diseño en estado húmedo.

Cuadro N° 05: selección de la resistencia de diseño.

Selección de la resistencia de diseño F'_{cr}	210 kg/cm ²
Peso específico del cemento	2920 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 06: Características físicas de la arena.

Peso Específico SSS	2611 kg/m ³
Modulo de Fineza	2.83
Porcentaje de Absorción	2.27 %
Contenido de Humedad	5.55 %

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 07: Características físicas de la piedra.

Peso Específico SSS	2651 kg/m ³
Peso Volumétrico Compactado Seco	1571 kg/m ³
Porcentaje de Absorción	2.46 %
Contenido de Humedad	4.42 %

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.5.2. Resultados de los ensayos de Consistencia del concreto

Resultados de los ensayos de consistencia para el concreto sin fibra de cabuya.

Cuadro N° 08: Cálculo de valores de diseño.

Elemento	Volumen Absoluto	Peso Específico	Peso	Proporción (en peso)
Cemento	0.104 m ³	2920 kg/m ³	303.68 kg	1.00
Arena (seca)	0.305 m ³	2611 kg/m ³	796.36 kg	2.62
Piedra (seca)	0.366 m ³	2651 kg/m ³	970.27 kg	3.20
Agua	0.205 m ³	1000 kg/m ³	205.00 kg	28.69 Lt/saco
Aire	0.020 m ³			
	1.000 m ³		2275.31 kg	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 09: Corrección por absorción y humedad.

Elemento		Peso Absoluto	Corrección por Humedad	Peso Corregido
Peso arena humeda		796.36 m3	1.06	840.56 kg
Peso piedra humeda		970.27 m3	1.04	1013.16 kg
Elemento	Humedad	Absorción	Humedad Superficial	Contribución de agua
Arena	5.55 %	2.27 %	3.28 %	26.12 kg
Piedra	4.42 %	2.46 %	1.96 %	19.02 kg
				45.14 kg

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 10: Diseño final corregido por humedad y absorción.

Elemento	Peso Absoluto	Corrección	Peso Corregido	Proporción (en peso)	probeta
Cemento	303.68 kg		303.68 kg	1.00	1.700608
Arena	796.36 kg	1.06	840.56 kg	2.77	4.707136
Piedra	970.27 kg	1.04	1013.16 kg	3.34	5.673696
Agua	205.00 kg	-45.14 kg	159.86 kg	22.37 Lt/saco	0.895216
Aire					0
2275 kg			2317.26 kg		

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5.3. Resultados de Resistencia a la Compresión del concreto de Probetas

A continuación se muestra el cuadro resumen de las resistencias promedios obtenidas del diseño de mezcla del concreto sin fibra de cabuya para el concreto con cemento Andino Portland tipo I.

Cuadro N° 11: Resultado de testigos a compresión.

TESTIGOS ENSAYADOS $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$,SIN FIBRA DE CABUYA					
Cód.	Fecha de Vaciado.	Fecha de Ensayo.	Edad de la probeta.	Compr.Pro Max.Kg/cm2	Descripción
1	01/09/2016	28/09/2016	28	210	0% fib. cabuya

2	01/09/2016	14/09/2016	14	189	0% fib. cabuya
---	------------	------------	----	-----	----------------

Fuente: De los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos de La Facultad de Ingeniería Minas- Civil-Ambiental.

4.1.5.4. Diseños de Mezcla del Concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, con 4% de fibra de cabuya con cemento Andino Portland Tipo I

Se determinará, las proporciones de una mezcla de concreto, cuyas especificaciones de obras son:

- La resistencia en compresión de diseño especificada para el concreto es de 210 Kg/cm^2 a los 28 días.
- Las condiciones de colocación requieren una mezcla de consistencia plástica.

4.1.5.5. Diseños de Mezcla para el Concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con 4% de fibra de cabuya.

A continuación se detallan los pasos a realizar para el diseño:

- Determinación de la resistencia promedio f'_{cr} .

De acuerdo a la tabla N°14 del caso n°3 es de $f'_c = 294 \text{ Kg/cm}^2$.

Tabla N° 14: Determinación de la resistencia promedio f'_{cr} .

f'_c especificado	$F'_{cr} \text{ (Kg/cm}^2 \text{)}$
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- Selección del TMN del agregado grueso.

El TMN será = $3/4''$.

- Selección del asentamiento.

Tabla N° 15: Asentamientos para diverso tipos de estructuras.

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MÁXIMO	SLUMP MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

El asentamiento será de 3" a 4" .

- 4) Seleccionar el contenido de aire atrapado.

Tabla N° 16: Contenido de aire atrapado.

TNM del agregado Grueso	Aire Atrapado %
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 5) Seleccionar el contenido de agua.

Tabla N° 17: Volumen del agua por metro cubico.

Asentamiento	Agua en lt/m³, para TNM agregados y consistencia indicadas							
	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	187	184	174	166	154	--

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 6) Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad.

Tabla N° 18: Relación de agua/cemento.

f'c Kg/cm²	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

Tabla N° 19: Contenido de aire incorporado y total.

TNM del agregado Grueso	Contenido de aire total (%)		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.5
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.0	5.5
2"	2.0	3.5	5.0
3"	1.5	3.0	4.5
6"	1.0	2.5	4.0

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 7) Cálculo del contenido de cemento (5) / (6).
- 8) Seleccionar el peso del agregado grueso, proporciona el valor de b/bo, donde bo y b son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso).

Tabla N° 20: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

TNM del agregado Grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de finura del fino (b/bo)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	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

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 9) Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.
- 10) Cálculo del volumen del agregado fino.
- 11) Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.
- 12) Presentación del diseño en estado seco.
- 13) Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
- 14) Presentación del diseño en estado húmedo.

Cuadro N° 12: Selección de la resistencia de diseño.

Selección de la resistencia de diseño F'_{cr}	210 kg/cm ²
Peso específico del cemento	2920 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 13: Características físicas de la arena.

Peso Específico SSS	2611 kg/m ³
Modulo de Fineza	2.83
Porcentaje de Absorción	2.27 %
Contenido de Humedad	5.55 %

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 14: Características físicas de la Piedra.

Peso Específico SSS	2651 kg/m ³
Peso Volumétrico Compactado Seco	1571 kg/m ³
Porcentaje de Absorción	2.46 %
Contenido de Humedad	4.42 %

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 15: Calculo de valores de diseño.

Elemento	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Proporcion (en peso)
Cemento	0.104 m ³	2920 kg/m ³	303.68 kg	1.00
Arena (seca)	0.305 m ³	2611 kg/m ³	796.36 kg	2.62
Piedra (seca)	0.326 m ³	2651 kg/m ³	864.23 kg	2.85
Agua	0.205 m ³	1000 kg/m ³	205.00 kg	28.69 Lt/saco
fibra de cabuya	0.040 m ³			
Aire	0.020 m ³			
	1.000 m ³		2169.27 kg	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5.6. Resultados de los ensayos de Consistencia del concreto

Resultados de los ensayos de consistencia para el concreto con fibra de cabuya.

Cuadro N° 16: Diseño final corregido por humedad y absorción.

DISEÑO FINAL CORREGIDO POR HUMEDAD Y ABSORCION				
Elemento	Peso Absoluto	Corrección	Peso Corregido	Proporcion (en peso)
Cemento	303.68 kg		303.68 kg	1.00
Arena	796.36 kg	1.06	840.56 kg	2.77
Piedra	864.23 kg	1.04	902.43 kg	2.97
Agua	205.00 kg	-43.06 kg	161.94 kg	22.66 Lt/saco
fibra de cabuya	0.004 kg		0.004 kg	0.00 Lt/saco
Aire				
	2169 kg		2208.61 kg	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5.7. Resultados de Resistencia a la Compresión del concreto de Probetas

A continuación se muestra el cuadro resumen de las resistencias promedios obtenidas del diseño de mezcla del concreto con fibra de cabuya para el concreto con cemento Andino Portland tipo I.

Cuadro N° 17: Resultado de resistencia a compresión de las probetas.

TESTIGOS ENSAYADOS $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON FIBRA DE CABUYA					
Cód.	Fecha de Testigo	Fecha de Ensayo	Edad (d)	Compr.Pro Max.Kg/cm ²	Descripción
1	01/09/2016	28/09/2016	28	212	4% Fib. de cabuya
2	01/09/2016	14/09/2016	14	190	4% Fib. de cabuya

Fuente: De los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos de La Facultad de Ingeniería Minas- Civil-Ambiental.

4.1.5.8. Diseños de Mezcla del Concreto $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ sin fibra de cabuya con cemento Andino Portland Tipo I

Se determinará, las proporciones de una mezcla de concreto, cuyas especificaciones de obras son:

- La resistencia en compresión de diseño especificada para el concreto es de $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días.
- Las condiciones de colocación requieren una mezcla de consistencia plástica.

4.1.5.9. Diseños de Mezcla para el Concreto sin fibra de cabuya.

Diseño de mezcla para $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$:

A continuación se detallan los pasos a realizar para el diseño:

- Determinación de la resistencia promedio f'_{cr} .

Tabla N° 21: Determinación de la resistencia promedio f'_{cr} .

f'_c especificado	$F'_{cr} \text{ (Kg/cm}^2 \text{)}$
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

De acuerdo a la tabla N° 21 del caso es de $f'_{cr} = 245 \text{ Kg/cm}^2$.

2) Selección del TMN del agregado grueso.

El TMN será = 3/4".

2) Selección del asentamiento.

Tabla N° 22: Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras.

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MÁXIMO	SLUMP MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

El asentamiento será de 3" a 4".

3) Seleccionar el contenido de aire atrapado.

Tabla N° 23: Contenido del aire atrapado.

TNM del agregado Grueso	Aire Atrapado %
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 4) Seleccionar el contenido de agua.

Tabla N° 24: Volumen de agua por metro cubico.

Asentamiento	Agua en l/m³, para TNM agregados y consistencia indicadas							
	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	187	184	174	166	154	--

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 5) Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad.

Tabla N° 25: Resistencia a la compresión a los 28 días.

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg / cm²)	
f_{cr}	0%
140	0.80
175	0.71
210	0.64
245	0.58
280	0.53
315	0.49
350	0.45

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

Tabla N° 26: Contenido del aire incorporado y total.

TNM del agregado Grueso	Contenido de aire total (%)		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.5
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.0	5.5
2"	2.0	3.5	5.0
3"	1.5	3.0	4.5
6"	1.0	2.5	4.0

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 7) Cálculo del contenido de cemento (5)/(6).

- 8) Seleccionar el peso del agregado grueso proporciona el valor de b/b_o , donde b_o y b son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso).

Tabla N° 27: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

TNM del agregado Grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de finiza del fino (b/b_o)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	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

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 9) Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.
- 10) Cálculo del volumen del agregado fino.
- 11) Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.
- 12) Presentación del diseño en estado seco.
- 13) Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
- 14) Presentación del diseño en estado húmedo.

Cuadro N° 18: selección de la resistencia de diseño.

Selección de la resistencia de diseño F'_{cr}	175 kg/cm ²
Peso específico del cemento	2920 kg/m ³

Ingresar Slump	3" a 4"
Tamaño maximo del agregado	3/4"
Peso especifico del agua	1000 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 19: Características física de la arena.

Peso Especifico SSS	2611 kg/m ³
Modulo de Fineza	2.83
Porcentaje de Absorción	2.27 %
Contenido de Humedad	5.55 %

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 20: Características física de la piedra.

Peso Especifico SSS	2651 kg/m ³
Peso Volumétrico Compactado Seco	1571 kg/m ³
Porcentaje de Absorción	2.46 %
Contenido de Humedad	4.42 %

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 21: Calculo de valores de diseño.

Elemento	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Proporcion (en peso)
Cemento	0.095 m ³	2920 kg/m ³	277.40 kg	1.00
Arena (seca)	0.314 m ³	2611 kg/m ³	819.85 kg	2.96
Piedra (seca)	0.366 m ³	2651 kg/m ³	970.27 kg	3.50
Agua	0.205 m ³	1000 kg/m ³	205.00 kg	31.41 Lt/saco
Aire	0.020 m ³			
	1.000 m ³		2272.52 kg	

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 22: Corrección por absorción y humedad.

Elemento		Peso Absoluto	Corrección por Humedad	Peso Corregido
Peso arena humeda		819.85 m3	1.06	865.35 kg
Peso piedra humeda		970.27 m3	1.04	1013.16 kg
Elemento	Humedad	Absorción	Humedad Superficial	Contribucion de agua
Arena	5.55 %	2.27 %	3.28 %	26.89 kg
Piedra	4.42 %	2.46 %	1.96 %	19.02 kg
				45.91 kg

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6.0. Resultados de los ensayos de Consistencia del concreto

Resultados de los ensayos de consistencia para el concreto con vidrio molido.

Cuadro N° 23: Diseño final corregido por humedad y absorción.

Elemento	Peso Absoluto	Corrección	Peso Corregido	Proporcion (en peso)
Cemento	277.40 kg		277.40 kg	1.00
Arena	819.85 kg	1.06	865.35 kg	3.12
Piedra	970.27 kg	1.04	1013.16 kg	3.65
Agua	205.00 kg	-45.91 kg	159.09 kg	24.37 Lt/saco
Aire				
2273 kg			2315.00 kg	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6.1. Resultados de Resistencia a la Compresión del concreto de Probetas

A continuación se muestra el cuadro resumen de las resistencias promedios obtenidas del diseño de mezcla del concreto sin fibras de cabuya para el concreto con cemento Andino Portland tipo I.

Cuadro N° 24: Resistencia a la compresión de las probetas de concreto.

TESTIGOS ENSAYADOS $f'_c=175\text{kg/Cm}^2$ SIN FIBRA DE CABUYA.					
Cód.	Fecha de Testigo	Fecha de Ensayo	Edad (d)	Compr.Pro Max.Kg/cm ²	Descripción
1	01/09/2016	28/09/2016	28	175	0% fib.cabuya
2	01/09/2016	14/09/2016	14	157	0% fib.cabuya

Fuente: De los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos de La Facultad de Ingeniería Minas- Civil-Ambiental.

4.1.6.2. Diseños de Mezcla del Concreto $f'_c= 175 \text{ kg/cm}^2$, con 4% de fibra de cabuya con cemento Andino Portland Tipo I

Se determinará, las proporciones de una mezcla de concreto, cuyas especificaciones de obras son:

- La resistencia en compresión de diseño especificada para el concreto es de $f'_c= 175 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días.
- Las condiciones de colocación requieren una mezcla de consistencia plástica.

4.1.6.3. Diseños de Mezcla para el Concreto $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ con 4% de fibra de cabuya.

Diseño de mezcla para $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$:

A continuación se detallan los pasos a realizar para el diseño:

- Determinación de la resistencia promedio f'_{cr} .

Tabla N° 28: Determinación de la resistencia promedio f'_{cr} .

f'_c especificado	$F'_{cr} (\text{Kg/cm}^2)$
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 2) Selección del TMN del agregado grueso.

El TMN será = 3/4".

- 3) Selección del asentamiento.

Tabla N° 29: Asentamientos recomendados para estructuras.

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MÁXIMO	SLUMP MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

El asentamiento será de 3" a 4".

- 4) Seleccionar el contenido de aire atrapado.

Tabla N° 30: Contenido de aire atrapado.

TNM del agregado Grueso	Aire Atrapado %
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 5) Seleccionar el contenido de agua.

Tabla N° 31: Volumen de agua por metro cubico.

Asentamiento	Agua en lt/m ³ , para TNM agregados y consistencia indicadas							
	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	187	184	174	166	154	--

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 6) Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad.

Tabla N° 32: Resistencia a la compresión a los 28 días.

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg / cm ²)	
f'cr	0%
140	0.80
175	0.71
210	0.64
245	0.58
280	0.53
315	0.49
350	0.45

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

Tabla N° 33: Contenido del aire incorporado y total.

TNM del agregado Grueso	Contenido de aire total (%)		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.5
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.0	5.5
2"	2.0	3.5	5.0
3"	1.5	3.0	4.5
6"	1.0	2.5	4.0

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 7) Cálculo del contenido de cemento (5)/(6).
- 8) Seleccionar el peso del agregado grueso proporciona el valor de b/b_o , donde b_o y b son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso).

Tabla N° 34: Peso del agregado grueso por volumen de concreto.

TNM del agregado Grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de finza del fino (b/b_o)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	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

Fuente: diseño de mezclas Enrique Rivva Lopez.

- 9) Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.
- 10) Cálculo del volumen del agregado fino.
- 11) Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.
- 12) Presentación del diseño en estado seco.
- 13) Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
- 14) Presentación del diseño en estado húmedo.

Cuadro N° 25: Selección de la resistencia de diseño.

Selección de la resistencia de diseño F'_{cr}	175 kg/cm ²
Peso específico del cemento	2920 kg/m ³
Ingresar Slump	3" a 4"
Tamaño máximo del agregado	3/4"
Peso específico del agua	1000 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 26: Características físicas de la arena.

Peso Especifico SSS	2611 kg/m ³
Modulo de Fineza	2.83
Porcentaje de Absorción	2.27 %
Contenido de Humedad	5.55 %

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 27: Características físicas de la piedra.

Peso Especifico SSS	2651 kg/m ³
Peso Volumétrico Compactado Seco	1571 kg/m ³
Porcentaje de Absorción	2.46 %
Contenido de Humedad	4.42 %

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 28: Calculo de valores de diseño.

Elemento	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Proporcion (en peso)
Cemento	0.095 m ³	2920 kg/m ³	277.40 kg	1.00
Arena (seca)	0.314 m ³	2611 kg/m ³	819.85 kg	2.96
Piedra (seca)	0.326 m ³	2651 kg/m ³	864.23 kg	3.12
Agua	0.205 m ³	1000 kg/m ³	205.00 kg	31.41 Lt/saco
fibra de cabuya	0.040 m ³			
Aire	0.020 m ³			
	1.000 m ³		2166.48 kg	

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 29: Corrección por absorción y humedad.

Elemento		Peso Absoluto	Corrección por Humedad	Peso Corregido
Peso arena humeda		819.85 m3	1.06	865.35 kg
Peso piedra humeda		864.23 m3	1.04	902.43 kg
Elemento	Humedad	Absorción	Humedad Superficial	Contribucion de agua
Arena	5.55 %	2.27 %	3.28 %	26.89 kg
Piedra	4.42 %	2.46 %	1.96 %	16.94 kg
				43.83 kg

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6.4. Resultados de los ensayos de Consistencia del concreto

Resultados de los ensayos de consistencia para el concreto con vidrio molido.

Cuadro N° 30: Diseño final corregido por humedad y absorción.

Elemento	Peso Absoluto	Corrección	Peso Corregido	Proporcion (en peso)
Cemento	277.40 kg		277.40 kg	1.00
Arena	819.85 kg	1.06	865.35 kg	3.12
Piedra	864.23 kg	1.04	902.43 kg	3.25
Agua	205.00 kg	-43.83 kg	161.17 kg	24.69 Lt/saco
fibra de cabuya	0.004 kg		0.004 kg	0.00 Lt/saco
Aire				
	2166 kg		2206.35 kg	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6.5. Resultados de Resistencia a la Compresión $f'_c=175\text{kg/Cm}^2$ del concreto de Probetas con 4% de fibras de cabuya.

A continuación se muestra el cuadro resumen de las resistencias promedios obtenidas del diseño de mezcla del concreto con 4% de fibra de cabuya para el concreto con cemento Andino Portland tipo I.

Cuadro N° 31: Resultado de la ruptura de testigos de concreto con 4% de fibra de cabuya.

TESTIGOS ENSAYADOS $f_c=175\text{kg/Cm}^2$, CON 4% FIBRA DE CABUYA					
Cód.	Fecha de Testigo	Fecha de Ensayo	Edad (d)	Compr.Pro Max.Kg/cm ²	Descripción
1	01/09/2016	28/09/2016	28	177.00	4% fibra de cabuya
2	01/09/2016	14/09/2016	14	158	4% fibra de cabuya

Fuente: De los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos de La Facultad de Ingeniería Minas- Civil-Ambiental.

4.1.6.6. Análisis Comparativo Referente a la Resistencia a la Compresión del Concreto en probetas cilíndricas.

A continuación se compararán y analizarán los resultados obtenidos de los ensayos y las relacionen que guardan entre ellos. Como se sabe en el presente estudio se ha empleado el cemento Andino Portland Tipo I, la fibra de cabuya en porcentajes desde 4% en volumen seco del agregado fino y los agregados que provienen de la cantera de Aquarma.

La práctica y las investigaciones que se hicieron a lo largo de este estudio nos permitirán analizar los resultados y ver en qué medida se benefician las propiedades de consistencia y de resistencia del concreto con la incorporación de la fibra de cabuya, puesto que es el fin de este tema de investigación.

A continuación se muestran los cuadros y el gráfico que representan el estudio de los resultados de los ensayos de resistencia practicados al concreto con y sin fibra de cabuya, a las edades de 28 días.

Resumen de Ensayos de Resistencia a la Compresión del concreto.

Cuadro N° 32: Análisis Comparativo de la Resistencia a la Compresión del Concreto en probetas cilíndricas.

Característica del Diseño	Fibra (%)	Reducción Agregado fino (%)	Relación a/c Efectiva	Prom. Resistencia Compr.
				28
sin fibra de cabuya	0	0	0.55	210.00
Con fibra de cabuya en vol. Seco	0.04	0.04	0.55	212.00
Sin fibra de cabuya	0	0	0.61	175.00
Con fibra de cabuya en vol. Seco	0.04	0.4	0.61	177.00

Fuente: Elaboración Propia

4.1.7. Estudio de costos

Se realizará un análisis comparativo y se analizarán los costos del concreto sin fibra de cabuya y el concreto con fibra de cabuya, con el empleo del cemento portland Tipo I, en los porcentajes de 4% del volumen de los agregados.

Cuadro N° 33: Concreto $f_c=210\text{kg/Cm}^2$ sin fibra de cabuya o concreto patrón

Materiales	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Parcial	Total
Cemento Andino Tipo I	Bls.	8.64	24.00	207.46	
	m3	0.226	8.00	1.81	
Agua	m3	0.401	70.000	28.07	
Piedra Chancada	m3	0.301	60.000	18.07	

Arena gruesa	m3				S/.254.95
--------------	----	--	--	--	-----------

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 34: Concreto $f_c=210\text{kg/Cm}^2$ con 4% de fibra de cabuya.

Materiales	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Parcial	Total
Cemento Andino Tipo I	Bls.	8.64	24.00	207.46	
Agua	m3	0.226	8.00	1.81	
Piedra Chancada	m3	0.401	70.000	28.07	
Arena gruesa	m3	0.286	60.000	17.19	
Fibra de cabuya	m3	0.014	8.00	0.07	
Costo Total por m3	m3				S/.254.60

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 35: Concreto $f_c=175\text{kg/Cm}^2$ sin fibra de cabuya.

Materiales	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Parcial	Total
Cemento Andino Tipo I	Bls.	8.64	24.00	207.46	
Agua	m3	0.225	8.00	1.81	
Piedra Chancada	m3	0.401	70.000	28.07	
Arena gruesa	m3	0.283	60.000	17.00	
Costo Total por m3	m3				S/.254.484

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 36: Concreto $f_c=175\text{kg/Cm}^2$ con 4% de fibra de cabuya.

Materiales	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Parcial	Total
Cemento Andino Tipo I	Bls.	8.64	24.00	207.46	
Agua	m3	0.225	8.00	1.80	
Piedra Chancada	m3	0.401	70.000	28.07	
Arena gruesa	m3	0.268	60.000	16.06	
Fibra de cabuya	m3	0.045	5.00	0.23	
Costo Total por m3	m3				S/.253.62

Fuente: Elaboración Propia

4.1.8. Análisis Comparativo De Costos Del Concreto Con Y Sin Fibra De Cabuya

A continuación se muestra el cuadro resumen de los costos del metro cúbico de cada tipo de concreto:

Cuadro N° 37: Análisis Comparativo De Costos Del Concreto Con y Sin Fibra De Cabuya.

Diseño $f'_c=210\text{ kg/Cm}^2$ de mezcla	Costo(m3)	Diseño $f'_c=175\text{ kg/Cm}^2$ de mezcla	Costo (m3)
Concreto de Patrón	255.42	Concreto de patrón	254.48
Con 4% de fibra de cabuya	254.59	Con 4% de fibra de cabuya	253.60

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 38: Costos comparativos por m³.



Fuente: Elaboración Propia

De los costos evaluados podemos indicar que la diferencia entre los costos por m³ de concreto preparado sin fibra y con fibra de cabuya es de 0.32% para concreto de f'c=210kg/Cm2 y 0.35% para concretos de f'c=175kg/Cm2 con respecto al concreto normal, esto no es muy significativo para las ventajas de incremento de resistencia y trabajabilidad que nos da la fibra de cabuya.

4.2. Discusión

El presente estudio tuvo por finalidad evaluar las influencias de la fibra de cabuya en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto.

Tuvo gran importancia evaluar la consistencia que alcanzó el concreto, así como el tiempo que perduró el efecto de la fibra de cabuya sobre la mezcla, ya que es justamente una característica que se obtiene al usar la fibra de cabuya y es lo que se deseaba demostrar.

En tal sentido se realizará un análisis evaluativo y comparativo a las edades de 14 y 28 días en el concreto sin fibra de cabuya y en el concreto con fibra de cabuya.

Concreto $f_c=210\text{kg/Cm}^2$ sin fibra de cabuya con cemento Andino Portland tipo I:

Para este diseño de concreto alcanzamos las siguientes resistencias a la compresión:

R. Compresión

28 días: 210.00 Kg/cm^2

14 días: 189.00 Kg/cm^2

Concreto $f_c=210\text{kg/Cm}^2$ con 4% de fibra de cabuya con cemento Andino Portland tipo I:

R. Compresión

28 días: 212.00 Kg/cm^2

14 días: 190.00 Kg/cm^2

Concreto $f_c=175\text{kg/Cm}^2$ sin fibra de cabuya con cemento Andino Portland tipo I:

R. Compresión

28 días: 175.00 Kg/cm^2

14 días: 157.00 Kg/cm^2

Concreto $f_c=175 \text{ kg/Cm}^2$ con 4% de fibra de cabuya con cemento Andino Portland tipo I:

R. Compresión

28 días: 177.00 Kg/cm^2

14 días: 158.00 Kg/cm^2

De los resultados que se pueden apreciar debo indicar que el concreto elaborado con el 4 % de fibra de cabuya tiene un mejor comportamiento por cuanto se nota un incremento en la resistencia a la compresión diferenciado en los concretos preparados con dicha fibra para el diseño respecto al concreto normal.

4.3. PRUEBA DE HIPOTESIS

El proceso que permite realizar el contraste de hipótesis requiere ciertos procedimientos. Se ha podido verificar los planteamientos de diversos autores y cada uno de ellos con sus respectivas características y peculiaridades, motivo por el cual era necesario decidir por uno de ellos para ser aplicado en la investigación.

a) Planteamiento de Hipótesis: Hipótesis Alternativa:

Ha: La adición de la fibra de cabuya en una mezcla de concreto con relación al concreto tradicional utilizada en el Distrito de Lircay, proporciona una mejora de las propiedades mecánicas del concreto con fines estructurales.

Hipótesis Nula:

Ho: La adición de la fibra de cabuya en una mezcla de concreto con relación al concreto tradicional utilizada en el Distrito de Lircay, no proporciona una mejora de las propiedades mecánicas del concreto con fines estructurales.

b) Nivel de significancia o riesgo:

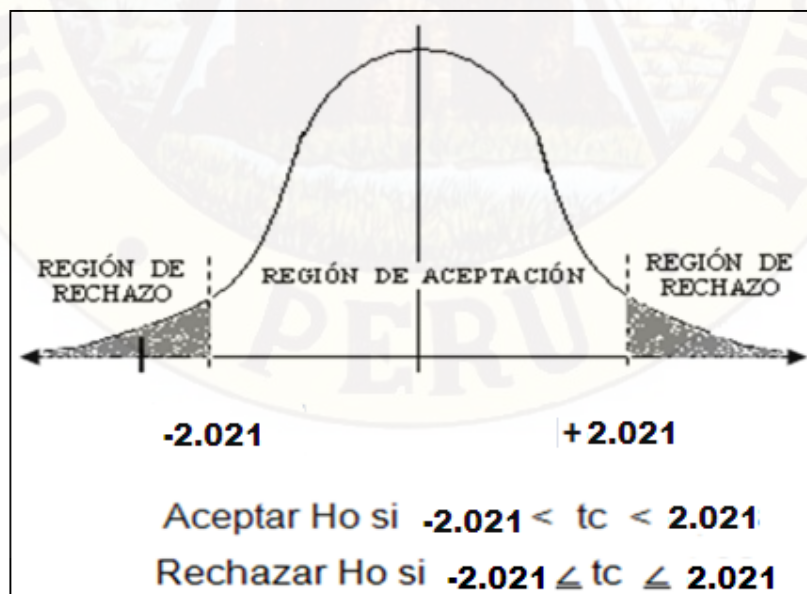
$$\alpha = 0,05.$$

$$gl = 34$$

Buscando a 5% de significancia y 34 grados de libertad en la prueba t de Student se tiene que los puntos críticos o "t" teórica son igual a 2,021; por lo tanto:

$$\text{Valor crítico} = 2,021$$

Figura N° 39: Nivel de Significancia.



Fuente: Elaboración Propia.

c) Cálculo estadístico de prueba:

El estadígrafo de prueba más apropiado para este caso es la Prueba t, ya que el tamaño de la muestra es menor que 30 ($n < 30$) y como es la hipótesis alterna (H_1) existe dos posibilidades ($H_1 : \mu_1 > \mu_2$ ó $\mu_1 < \mu_2$) se aplicó la prueba bilateral, o sea a dos colas.

Como el diseño es pre experimental, se tomó dos tipos de muestra, antes de la investigación (pre test) y después de la investigación (post test);

$$t_c = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{204.75 - 206.75}{\sqrt{\frac{22.23^2}{8} + \frac{28.93^2}{8}}} = -0.155$$

d) Decisión Estadística:

Puesto que t calculada es mayor que la t teórica; es decir en el primer caso ($-0.155 > 2.021$), en consecuencia se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_i).

e) Conclusión Estadística:

Se ha demostrado con un nivel de significancia del 5% y la prueba t de Student que el empleo de la fibra de cabuya ha influido favorablemente y significativamente en la resistencia del concreto de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de este estudio pueden abordarse desde varios puntos de interés, los cuales, en su mayoría, han sido tocados con anterioridad en alguno de los capítulos precedentes.

- La absorción de agua en la fibra de cabuya es nula, para un determinado descenso del cono de Abrams.
- La incorporación de la fibra de cabuya en la mezcla de concreto permite la utilización de dicho material, que existe en cantidades suficientes en nuestra provincia de Angaraes y darle el uso adecuado en los distintos tipos de estructuras.
- Existe una tendencia, aunque en este caso ligero, a un aumento en la resistencia del concreto, al incluir un 4% de fibra de cabuya en volumen seco en la mezcla, lo que corrobora estudios anteriores similares referentes al tema.
- Lo más trabajoso es el deshilado de la fibra de cabuya y su posterior curado con cal remojado en agua.
- En la investigación realizado se denotó la conservación del agua por la fibra de cabuya al momento del fraguado inicial del concreto hasta las 48 horas.
- Con el 4% de cabuya al momento de la ruptura de los testigos de concreto en el ensayo a compresión se denota que no se desmorona el testigo, el cual podría ayudar en la seguridad en el momento que ocurra un sismo. Para dar un incremento de tiempo en la evacuación de las personas.

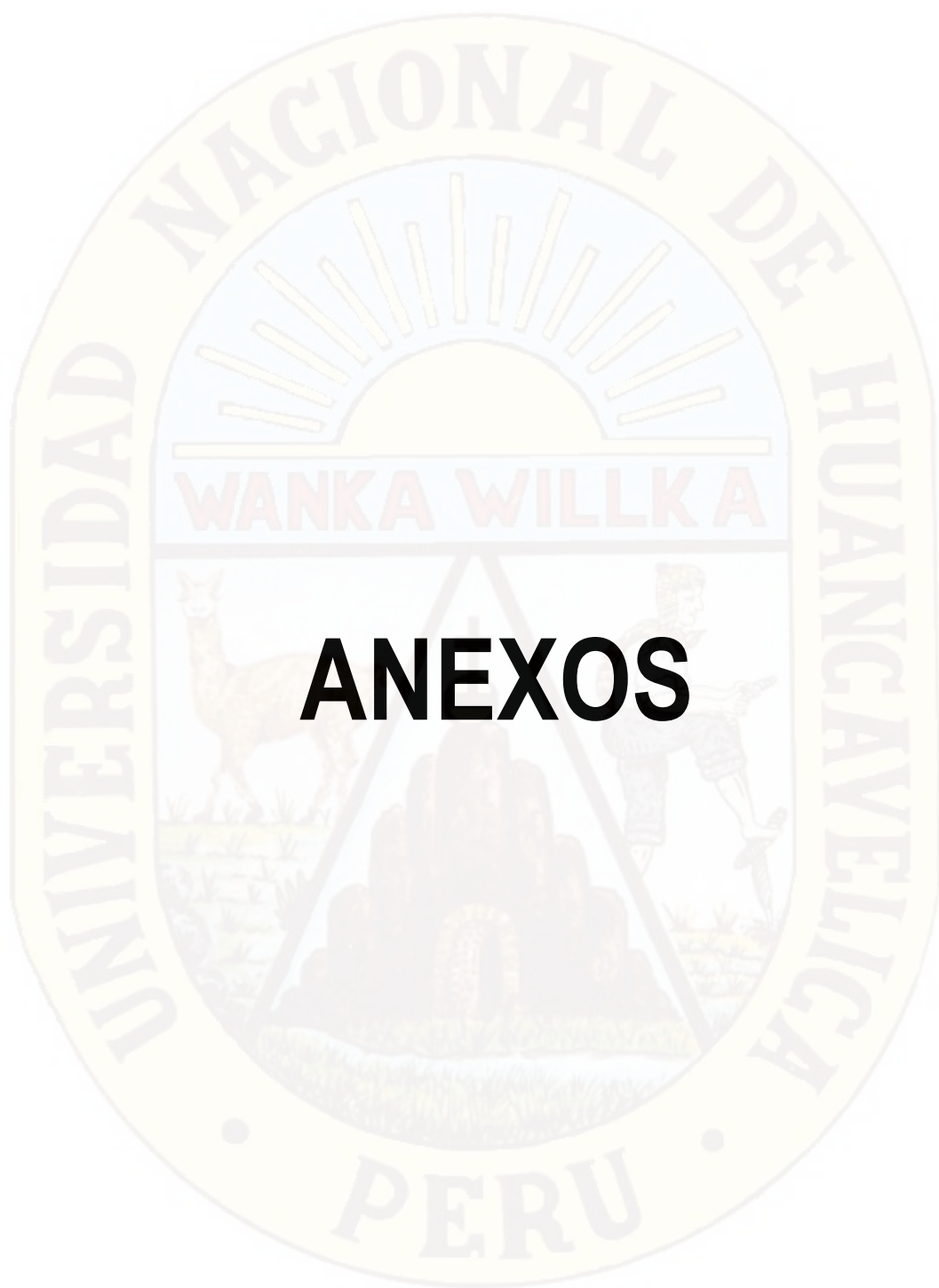
RECOMENDACIONES

Antes de hacer las recomendaciones, se debe tomar en cuenta que los resultados obtenidos al final de la presente investigación no deben ser tomados como absolutos o definitivos, ya que hubo muchos factores que influyeron en la obtención de los mismos entre ellos tenemos las etapas del proceso de mezclado, elaboración, colocado, curado del concreto, las condiciones ambientales en que se desarrollaron y sobre todo el criterio para desarrollar la investigación.

- Se recomienda realizar las correcciones por humedad a los agregados teniendo en cuentas las mismas condiciones en que se realizarían en obra para no alejarnos de resultados reales y similares.
- Se recomienda concientizar a la población de Lircay para la utilización de la fibra de cabuya, con esto se estaría realizando un aporte a la utilización de productos orgánicos resistentes debidamente curados, además de reducir los costos asociados a la producción de hormigón y la disminución del peso del concreto.
- Se recomienda utilizar las fibras partidas en concreto hasta en un 4% del volumen en seco total del agregado fino. Si bien, según los resultados obtenidos, no se apreció una variación significativa en la resistencia a partir del concreto patrón, este mismo hecho permite verificar que la inclusión de la fibra en el concreto, es completamente factible, desde el punto de vista de inalterabilidad de las características principales de este material (densidad y resistencia).
- Finalmente, aunque el uso de la fibra de cabuya para la elaboración del concreto es una excelente idea, no podemos dejar de lado las conclusiones anteriores, y dar una iniciativa en implementar un centro de ventas de fibras de cabuya, por lo que se llega a pensar que el uso de la fibra en el concreto estaría garantizado en todo tipo de estructuras para que pudieran usarlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] UNH (2010): "Reglamento de grados y títulos aprobado con resolución N°574-2010-R-UNH (07/07/10)
- [2] NTP 339.185 (2012): "Contenido de humedad total del agregado por secado. Método de ensayo para (ASTM C 566)
- [3] NTP 400.012 (2001): "Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso. Método de ensayo para (ASTM C 136).
- [4] ING. ABRAHAM POLANCO RODRÍGUEZ (2010) "Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto.
- [5] UNIVERSIDAD POLITECNICA HISPANO MEXICANA (2009) "Manual para la Elaboración de tesis y trabajos de Investigación"
- [6] CARLOS JAVIER CATALAN ARTEAGA (2013) "Estudio de la influencia de la fibra de coco en hormigones grado H15, H20, y H30" Tesis para optar al título de ingeniero constructor en la Universidad Austral de Chile.
- [7] ANDRES GUILLERMO PARRA LOPEZ MARCO FIDEL PARRA MEJIA (2007) "comportamiento del concreto hidráulico con adiciones de fibra vegetales".



ANEXOS

ENSAYOS REALIZADOS SIN FIBRA DE CABUYA EN EL LABORATORIO
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA ESCUELA ACADEMICA
PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL – LIRCAY.



**ENSAYOS REALIZADOS FIBRA CON 4% FIBRA DE CABUYA EN EL
LABORATORIO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA ESCUELA
ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL – LIRCAY.**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C - 39) $f'_c = 175 \text{ KG/CM}^2$.

PROYECTO : TESIS "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA FIBRA DE CABUYA EN CONCRETOS DE $f'_c = 175 \text{ KG/CM}^2$
Y $f'_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGARAES"

SOLICITADO :

Bach. HUAMANI ARANGO, Felipe

Bach. MONGE HURTADO, Eddson Luis

MUESTREO Y CURADO: Solicitantes

FECHA DE EMISIÓN: 28/09/2016

PROBETAS			PESO	DIAM.	AREA	EDAD	CARGA	TENSIÓN	DESCRIPCION
N°	FECHA DE	FECHA DE	(gr)	(cm)	(cm ²)	(Días)	MAXIMA	MÁXIMA	
	VACEADO	RUPTURA					(Kg)	(Kg/cm ²)	
1	01/09/2016	28/09/2016	13622	15,00	176,72	28	37464	177	4% EN VOLUMEN SECO DE FIBRA DE CABUYA
2	01/09/2016	28/09/2016	13622	15,20	181,46	28	36292	175	0% FIBRA DE CABUYA
3	01/09/2016	14/09/2016	13622	15,10	179,08	14	30788	158	4% EN VOLUMEN SECO DE FIBRA DE CABUYA
4	01/09/2016	14/09/2016	13622	15,00	176,72	14	31279	157	0% DE FIBRA DE CABUYA
28/09/2016									

MAQUINA : Prensa Hidraulica ADR Digital Readout Unit series 37- 4855 con Capacidad de 250000 Lb.

ENSAYO: Compresión simple de probetas de concreto. Los testigos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por los solicitantes.

OBSERVACIONES:


Ing. Uriel Nera Cabán
CIP. N° 76935



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERIA MINAS CIVIL AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C - 39) $f'_c = 210 \text{ KG/CM}^2$.

PROYECTO : TESIS "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA FIBRA DE CABUYA EN CONCRETOS DE $f'_c = 175 \text{ KG/CM}^2$
Y $f'_c = 210 \text{ KG/CM}^2$ EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGARAES"

SOLICITADO :

Bach. HUAMANI ARANGO, Felipe

Bach. MONGE HURTADO, Eddson Luis

MUESTREADO Y CURADO: Solicitantes

FECHA DE EMISIÓN: 28/09/2016

PROBETAS			PESO	DIAM.	AREA	EDAD	CARGA	TENSIÓN	DESCRIPCION
N°	FECHA DE	FECHA DE	(gr)	(cm)	(cm ²)	(Dias)	MAXIMA	MÁXIMA	
	VACEADO	RUPTURA					(Kg)	(Kg/cm ²)	
1	01/09/2016	28/09/2016	13622	15,00	176,72	28	37464	212	4% EN VOLUMEN SECO DE FIBRA DE CABUYA
2	01/09/2016	28/09/2016	13622	15,20	181,46	28	36292	210	0% FIBRA DE CABUYA
3	01/09/2016	14/09/2016	13622	15,00	176,72	14	30788	190	4% EN VOLUMEN SECO DE FIBRA DE CABUYA
4	01/09/2016	14/09/2016	13622	15,00	176,72	14	31279	189	0% DE FIBRA DE CABUYA
28/09/2016									

MAQUINA : Prensa Hidraulica ADR Digital Readout Unit series 37- 4855 con Capacidad de 250000 Lb.

ENSAYO: Compresión simple de probetas de concreto. Los testigos de concreto fueron curados, muestreados y proporcionados por los solicitantes.

OBSERVACIONES:


Ing. Uriel Neira Ceballos
CIP. N° 76935

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS MATERIALES EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN VIVIENDAS EN EL DISTRITO DE LIRCAY, PROVINCIA DE ANGARAES, REGIÓN HUANCAMELICA”

NOMBRE DE LOS ELABORADORES: MONGE HURTADO EDDSON LUIS

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS:	VARIABLES:	METODOLOGÍA
FORMULACION DEL PROBLEMA PROBLEMA GENERAL: ¿De qué manera influye la zona de estudio en la vida útil de las materiales de concreto armado de la Ciudad de Lircay? PROBLEMAS ESPECÍFICOS: a. ¿Cuáles son los elementos nocivos para las edificaciones? b. ¿Cómo realizar inspecciones a las viviendas para su análisis? c. ¿Realizar formatos de inspección y buscar el visto bueno del propietario? d. ¿Tomar 3 zonas de estudio para determinar sus problemas y daños? e. ¿Cómo tomar medidas preventivas para evitar o	OBJETIVO GENERAL: Determinar la realidad de las edificaciones existentes en la Ciudad de Lircay. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: a) Conocer y comprender la acción de los elementos nocivos de la edificación y sus problemas en el transcurso del tiempo. b) Desarrollar una metodología, análisis y registro de datos, para la inspección general de viviendas familiares. c) Implementar un formato especial de Inspección de Viviendas con el visto bueno del Propietario. d) Analizar y comparar las tres zonas en estudio, e indicar los problemas o daños de mayor proporción.	HIPÓTESIS GENERAL La vida útil de los materiales de concreto armado se ve influenciada a la zona, en el Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes, Región Huancavelica. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS: Hi: La vida útil de los materiales de concreto armado se debe significativamente a la influencia de la zona en el Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes.	VARIABLE INDEPENDIENTE: La zona de estudio (X) VARIABLE DEPENDIENTE: influye en la vida útil de los Materiales de concreto armado.	TIPO DE INVESTIGACION: Aplicado NIVEL DE INVESTIGACION: descriptivo MÉTODO DE INVESTIGACION: Explicativo. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No Experimental. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO Población: Conformada por todas las Obras de Concreto Armado en las 3 zonas de Estudio: Barrio de Bellavista, Barrio de Pueblo Nuevo, Barrio de Pueblo Viejo, en el Distrito de Lircay. Muestra: La muestra se seleccionará al azar, consistiendo en 15 obras de concreto armado de cada zona de estudio, obteniéndose un total de 45 obras estudiadas. TÉCNICAS Elaboración de una Ficha de Inspección Visual General de la Estructura.

postergar los daños de la vivienda? f. ¿Cómo reconocer fácilmente los problemas dentro de las viviendas?	e) Determinar las medidas preventivas necesarias para evitar o postergar al máximo, la corrosión. f) Realizar un manual básico de identificación, desarrollo y mitigación de problemas constructivos y químicos en las viviendas unifamiliares y multifamiliares.	Ho: La vida útil de los materiales de concreto armado no se debe significativamente a la influencia de la zona en el Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes.	• Elaboración de cuadros Estadísticos de cada Zona inspeccionada. • Elaboración de cuadros comparativos de las zonas inspeccionadas. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO, Para el procesamiento de la información utilizaremos aspectos de la Estadística Descriptiva mediante la Técnica de Datos Agrupados y No Agrupados, y se presentarán organizados en cuadro con respectivo gráfico de barras para su mejor ilustración.
--	---	--	--

2016							
JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
X							
X							
X	X	X	X				
			X				
			X				
				X			
				X	X	X	X
						X	
							X
							X

[illegible]

PRESUPUESTO

ITEM	ÚTILES DE OFICINA (Detalle)	UND.	P.U.	CANT.	S/.
01	Lapiceros - azul / negro / rojo	Unid.	0.50	15	7.50
02	Plumones de pizarra	Unid.	3.00	10	30.00
03	Papel bond 75 gramos	Unid.	14.00	10	140.00
04	Pizarra acrílica	Unid.	130.00	1	130.00
05	Cinta de embalaje	Unid.	2.00	5	10.00
06	Goma en barra	Unid.	3.00	5	15.00
07	Archivadores	Unid.	2.00	10	20.00
08	Tinta impresora de color y negro	Unid.	50.00	8	400.00
09	Tóner	Unid.	150.00	2	300.00
10	Fundas mica para documentos A4	Unid.	0.25	100	25.00
11	Cuaderno de 50 hojas	Unid.	1.00	10	10.00
12	Cuaderno de 100 hojas	Unid.	2.50	10	25.00
13	Vinifan	Unid.	3.00	5	15.00
14	Folder manila	Unid.	0.50	20	6.00
15	Papel lustre	Unid.	0.50	10	10.00
16	CD/DVD	Unid.	1.00	10	10.00
17	Grapas	Caja	3.00	5	15.00
18	Clip	Caja	1.50	5	7.50
19	Chinchas	Unid.	2.00	5	10.00
20	Cámara digital de 8mg pixeles	Unid.	350.00	1	350.00
21	Empastado de Tesis	Und.	30.00	8	240.00
SUB TOTAL S/.					1,776.00

ITEM	MATERIALES PARA TRABAJOS EN LABORATORIO	UND.	P.U.	CANT.	S/.
01	Hormigón	1M3	100.00	2	200.00
02	cemento	Bolsa	25.00	4	100.00
03	Cal	Bols.	10.00	2	20.00
04	costales	Unid.	1.50	20	30.00
05	Protector	Unid.	35.00	2	70.00
06	Guantes de Cuero	Unid.	30.00	2	60.00
07	Guantes de Látex Grueso	Unid.	15.00	2	30.00
08	Tijeras	Unid.	20.00	2	40.00
SUB TOTAL S/.					550.00

ITEM	PERSONAL Y LABORATORIO	UND.	P.U.	CANT.	S/.
1.	Apoyo Especializado	Glb.	1,500.00	1	1,500.00
2.	Ensayos de Laboratorio	Glb.	850.00	1	850.00
3.	Apoyo Secretarial	Glb.	500.00	1	500.00
SUB TOTAL S/.					2,850.00
TOTAL:					5,176.00

FINANCIAMIENTO: El presente trabajo de investigación ha sido financiado con los recursos propios de los señores investigadores.

