

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ INFLUENCIA DE LA LINAZA COMO ADITIVO NATURAL EN LA  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE  
HUARAZ - 2018”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**BACHILLER : MILLENI DARMELLY CABRERA CÁCERES**

**ASESOR : DR. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA**

**HUARAZ, 2021**



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A  
OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

**1. Datos del autor:**

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

Código de alumno: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

D.N.I. n°: \_\_\_\_\_

*(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)*

**2. Tipo de trabajo de investigación:**

Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico

Trabajo de Investigación

Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

**3. Para optar el Título Profesional de:**

\_\_\_\_\_

**4. Título del trabajo de investigación:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**5. Facultad de:** \_\_\_\_\_

**6. Escuela o Carrera:** \_\_\_\_\_

**7. Línea de Investigación (\*):** \_\_\_\_\_

**8. Sub-línea de Investigación (\*):** \_\_\_\_\_

*(\*) Según resolución de aprobación del proyecto de tesis*

**9. Asesor:**

Apellidos y nombres \_\_\_\_\_ D.N.I n°: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ ID ORCID: \_\_\_\_\_

**10. Referencia bibliográfica:** \_\_\_\_\_

**11. Tipo de acceso al Documento:**

Acceso público\* al contenido completo.

Acceso restringido\*\* al contenido completo

*Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.*

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 12. Originalidad del archivo digital

*Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.*



Firma del autor

## 13. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

*Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.*



*El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.*

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

## 14. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Seleccione la  
Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:



Varillas William Eduardo

Asistente en Informática y Sistemas

- UNASAM -

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



REGISTRO	
LIBRO	FOLIO
01	265

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS VIRTUAL N° 260**

En la ciudad de Huaraz, al (a los) **VEINTITRES** día (s) del mes de **FEBRERO** del **DOS MIL VEINTIDÓS**, siendo las **17**:**00** horas, se reunieron el Jurado Examinador integrado por:

- PRESIDENTE : **MAG. ING. VÍCTOR RAUL VILLEGAS ZAMORA**
- SECRETARIO : **ING. RAMÓN TEODORO URTECHO CASIMIRO**
- VOCAL : **ING. JORGE LUIS VARGAS GARCIA**
- y: :
- ASESOR : **DR. ING. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA**
- CO - ASESOR : **-----**

Para proceder al Acto de Sustentación para optar el Título Profesional de INGENIERO(A) CIVIL, bajo la modalidad:  Tesis  Proyecto  Proyecto de Experiencia Profesional, del (de la) Bachiller: **MILLENI DARMELLY CABRERA CACERES** del (de la) (Tesis) - (Proyecto) - (Proyecto de Experiencia Profesional):

**INFLUENCIA DE LA LINAZA COMO ADITIVO NATURAL EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2018**

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil; se procedió a recepcionar la exposición del aspirante; luego de las interrogantes, objeciones y, aclaraciones y su absolución, el Jurado Examinador determinó la calificación de:

**APROBADO**

Siendo las **18**:**15** horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, firmando la presente por triplicado. en señal de conformidad.

PRESIDENTE  
MAG. ING. VÍCTOR RAUL VILLEGAS ZAMORA

SECRETARIO  
ING. RAMÓN TEODORO URTECHO CASIMIRO

VOCAL  
ING. JORGE LUIS VARGAS GARCIA

ASESOR  
DR. ING. ELIO ALEJANDRO MILLA VERGARA

CO - ASESOR

SUSTENTANTE  
MILLENI DARMELLY CABRERA CACERES



## DEDICATORIA

A Dios

Por darme fuerzas y sabiduría en momentos difíciles  
que me dio la vida.

A mi mamá Darmelly Cáceres Guillermo

Por haberme enseñado con su ejemplo el amor hacia el estudio, el  
trabajo y a la Facultad de Ingeniería Civil.

A mi abuelita Dionicia Alberta Guillermo Garro

Por haberme inculcado los valores y principios.

A Marco Manuel Rodríguez Salazar

Por haber creído en mí, enseñarme a no rendirme en momentos  
difíciles y darme su apoyo incondicional.

Al Ingeniero Max Anderson Huerta Maza

Por haberme incentivado e impulsado a realizar este proyecto de  
investigación y que a su manera me aconsejó para poder ser una mejor profesional.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, por haberme dado la oportunidad de seguir mis estudios de pregrado.

A la Facultad de Ingeniería Civil, por haberme albergado en sus aulas los mejores años de mi vida, por haberme dejado cumplir y realizar mis sueños de ser Ingeniera.

A mis profesores que aportaron gran parte de los conocimientos que hoy poseo y que me guían en mis decisiones como profesional.

A mi asesor el Ingeniero Elio Milla Vergara por haberme apoyado y guiado con sus conocimientos en la elaboración de mi tesis.

A mis amigos de la universidad que me hicieron vivir experiencias muy bonitas y que siempre los recordaré con amor y nostalgia.

## RESUMEN

Con el pasar de los años se ha ido introduciendo a la tecnología del concreto otros estudios no convencionales, como es el caso de los aditivos naturales ya sean de origen animal o vegetal. Así mismos estos van de la mano con reducir la contaminación ambiental es por eso que hoy en día se da más prioridad a todo lo que venga de la naturaleza de igual manera esto favorecerá a generar bajas de costos e impactos negativos que generan los aditivos químicos en la naturaleza.

La presente investigación se inició con los ensayos del agregado que proviene de la cantera de Parihuanca, para estos ensayos usamos las Normas Técnicas Peruanas (NTP), para luego realizar el diseño de mezcla de concreto mediante el método del Instituto Americano del Concreto (ACI), para una resistencia a la compresión específica de 210 kg/cm<sup>2</sup>, empleando cemento Portland Tipo I. Luego se fabricaron 60briquetas de concreto adicionando 0%, 25%, 75% y 100% de aditivo natural, baba de lianza con respecto al volumen de agua, para luego ser ensayadas a las edades de 7, 14 y 28 días.

Al analizar los datos que se obtuvo en el laboratorio de los 60 testigos de concreto con aditivo natural al 0%, 25%, 75% y 100%, llegué a la conclusión de que la resistencia a compresión del concreto aumenta conforme se va aumentando la adición del aditivo natural, de igual forma la resistencia a la compresión del concreto aumenta conforme aumentan las edades, llegando así a la resistencia máxima de compresión del concreto a una edad de 28 días.

El concreto aumentó en un 10% a la edad de 28 días con un 100% de adición de baba de lianza.

**Palabras clave:** Concreto, Aditivo, Linaza, Resistencia a la Compresión.

## ABSTRACT

Over the years, other unconventional studies have been introduced to concrete technology, such as natural additives, whether of animal or vegetable origin. Likewise, these go hand in hand with reducing environmental pollution that is why nowadays more priority is given to everything that comes from nature in the same way this will favor to generate lower costs and negative impacts that chemical additives generate nature.

The present investigation began with the tests of the aggregate that comes from the Parihuanca quarry, for these tests we used the Peruvian Technical Standards (NTP), to then carry out the design of the concrete mix using the method of the American Concrete Institute (ACI) , for a specific compressive strength of 210 kg / cm<sup>2</sup>, using Type I Portland cement. Then 60 concrete briquettes were manufactured adding 0%, 25%, 75% and 100% of natural additive, bonding slime with respect to the volume of water, to later be tested at the ages of 7, 14 and 28 days.

When analyzing the data that was obtained in the laboratory of the 60 concrete controls with natural admixture at 0%, 25%, 75% and 100%, I came to the conclusion that the compressive strength of concrete increases as the strength increases. addition of the natural additive, in the same way, the compressive strength of concrete increases as the ages increase, thus reaching the maximum compressive strength of concrete at an age of 28 days.

Concrete increased by 10% at the age of 28 days with a 100% addition of bonding slime.

**Keywords:** Concrete, Additive, Linseed, Compressive Strength.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente en la ciudad de Huaraz, no se utilizan aditivos naturales para mejorar la resistencia del concreto. Lo cual refleja resultados negativos a la resistencia de la misma ya que solo se limitan a usar en ciertos casos los aditivos químicos que no se adecuan al clima de la zona,

Debido a la variación climatológica de la ciudad de Huaraz el concreto necesita de aditivos para lograr su resistencia máxima en el tiempo establecido.

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad determinar en un concreto de resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con cemento Portland tipo I y agregados de la cantera Pariahuanca, los efectos en la resistencia a la compresión de la adición del aditivo natural, baba de Lizana, en porcentajes de: 0%, 25%, 75% y 100% respecto al volumen de agua. Las cuáles serán determinadas: la resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días, sometiéndose los testigos de dimensiones: diámetro= 15cm y altura =30cm al ensayo de compresión.

Con los resultados obtenidos en el laboratorio, se harán las interpretaciones respectivas luego de comprar las 60 briquetas teniendo como base 15 briquetas de concreto que ha servido de patrón las cuales tienen 0.00% de aditivo natural, baba de linaza.

## ÍNDICE

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA: .....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problema Específico .....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES: .....	3
1.4.1. Hipótesis General.....	3
1.4.2. Hipótesis Específica.....	3
1.4.3. Variables: .....	3
1.5. OBJETIVOS .....	3
1.5.1. Objetivo General.....	3
1.5.2. Objetivo Específico.....	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	4
2. BASES TEÓRICAS: .....	4
2.1. Antecedentes de la Investigación: .....	4
2.2. Definiciones: .....	9

2.2.1. Concreto.....	9
2.2.1.1. Definición.....	9
2.2.1.2. Requisitos de la Mezcla .....	11
2.2.1.3. Composición del Concreto.....	11
a) La Pasta:.....	11
2.2.1.4. Cemento .....	12
c) Cemento Portland Tipo I.....	14
2.2.1.5. Agua .....	15
2.2.4.6. Agregados:.....	17
2.2.1.6. Aditivos .....	33
2.2.1.7. Propiedades del Concreto fresco.....	38
2.2.1.7.1. <i>Trabajabilidad y consistencia</i> .....	38
2.2.1.7.2. <i>Segregación</i> .....	40
2.2.1.7.3. <i>Exudación</i> .....	40
2.2.1.7.4. <i>Contracción</i> .....	41
2.2.1.8. Propiedades del Concreto endurecido:.....	41
2.2.1.8.1. <i>Elasticidad</i> .....	41
2.2.1.8.2. <i>Resistencia</i> .....	42
2.2.2. Linaza.....	49
2.2.2.1. <i>Aditivos naturales en la antigüedad</i> .....	49

2.2.2.2. Principales componentes de la Linaza.....	51
2.2.2.3. Usos de la Linaza en la construcción .....	52
2.2.2.4. Concreto reforzado con fibras naturales .....	53
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	55
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
3.1. METODOLOGÍA Y TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	55
3.1.1. Tipo de Investigación: .....	55
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: .....	55
3.2.1. Diseño Metodológico:.....	55
3.2.2. Procedimientos para realizar la Investigación .....	56
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	58
3.4. INSTRUMENTOS:.....	59
3.4.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos. ....	60
3.5. PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS: .....	61
PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS.....	61
RECOLECCIÓN DE LA BABA DE LINAZA .....	80
DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN EL MÉTODO DEL ACI 211.....	83
ELABORACIÓN DE LAS BRIQUETAS DE CONCRETO. ....	84
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	87

4.1. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO CON BABA DE LINAZA AL 0%, 25%, 75% Y 100% A UNA EDAD DE 7 DÍAS.....	87
4.2. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO CON BABA DE LINAZA AL 0%, 25%, 75% Y 100% A UNA EDAD DE 14 DÍAS.....	88
4.3. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO CON BABA DE LINAZA AL 0%, 25%, 75% Y 100% A UNA EDAD DE 28 DÍAS.....	90
4.4. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO CON LAS EDADES. .....	92
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	93
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES.....	94
BIBLIOGRAFÍA.....	95
ANEXOS.....	99

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Con el pasar de los años, el hombre ha ido dando importancia a productos naturales, reciclados o reutilizados con el fin disminuir la contaminación y las consecuencias que nos traerá ésta a un futuro, así mismo se busca aprovechar los recursos naturales que tenemos en nuestra localidad y con ellos mejorar la resistencia a compresión del concreto, reduciendo el costo e impacto ambiental que los aditivos químicos producen en su elaboración.

Así mismo debido a la variación climatológica de la ciudad de Huaraz el Concreto necesita de aditivos para lograr su resistencia máxima en el tiempo establecido. Se cuenta con investigaciones donde emplearon aditivos naturales como: sangre, nopal, cascara de huevo, donde los resultados fueron favorables mejorando así las propiedades del concreto.

Esto favorece a cada localidad ya que nos ayuda a aprovechar mejor nuestros recursos y a la vez mejora las propiedades del concreto, este puede estar en un estado fresco como también endurecido, así mismo podríamos generar bajas de costos e impactos negativos que generan los aditivos químicos en la naturaleza y que estos a futuro son dañinos.

En la presente investigación se empleó la baba de linaza como aditivo natural en el concreto, reemplazando así al aditivo químico, para incrementar la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huaraz.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo influye la adición de linaza como aditivo natural, en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huaraz?

### **1.2.2. Problema Específico**

¿Cuánto es el incremento de la resistencia a la compresión del concreto con la adición de la linaza como aditivo natural en la ciudad de Huaraz?

## **1.3. Justificación**

Al realizar esta investigación se aporta conocimientos sobre el uso de aditivos naturales para mejorar la resistencia del concreto, en nuestro caso usaremos la baba de Linaza, estos aportes irán de la mano con los conocimientos de tecnología del concreto.

Al verificar que la baba de linaza favorece a la resistencia a la compresión del concreto, obtenemos un nuevo aditivo natural que aporta positivamente a la compresión del concreto implicando un menor costo y sobre todo ayuda a reducir el impacto negativo ambiental en comparación con un aditivo químico que genera más costo y aumenta el impacto negativo ambiental de nuestra región.

Esta investigación da paso a más investigaciones a futuro como que componentes tienen los aditivos naturales, en nuestro caso la baba de linaza, que favorecen a la resistencia del concreto. Así mismo se puede establecer una mejor metodología para el empleo de aditivos naturales como la baba de linaza en el concreto.

## **1.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES:**

### **1.4.1. Hipótesis General**

La adición de la linaza como aditivo natural influye en el incremento de la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huaraz.

### **1.4.2. Hipótesis Específica**

La adición de la linaza como aditivo natural incrementa en un 10% la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huaraz.

### **1.4.3. Variables:**

- Variable Independiente: La linaza
- Variables Dependientes: La resistencia a compresión del concreto

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. Objetivo General**

Determinar la influencia de la linaza como aditivo natural en la resistencia a compresión del concreto en la ciudad de Huaraz.

### **1.5.2. Objetivo Específico**

Cuantificar el incremento de la resistencia a la compresión con la adición de la linaza como aditivo natural en la ciudad de Huaraz.



## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2. BASES TEÓRICAS:

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación:

Chandra S. et al (1997), “Uso de cactus en morteros y concretos”, **Revista cemento y hormigón-Estados Unidos**. Se investigó el efecto que tiene el uso de extracto de nopal en las propiedades del mortero y el concreto. La relación de agua cemento permaneció constante en 0.50, se tomaron 3 muestras:

- Muestra de referencia sin ningún extracto de nopal. (R)
- Muestra con 50% de extracto de nopal, CEX y 50% de agua (C50)
- Muestra con 100% de extractos de nopal (C100)

Los resultados mostraron que la trabajabilidad de la mezcla de mortero con 50% de CEX (C50) resulto mejor que la mezcla de referencia (R), y mejora aún más con en el caso de 100% CEX (C100). Para el ensayo de resistencia a la compresión se fabricó prismas de morteros de 4x4x16 cm, el nopal posee propiedades retardantes, lo cual retrasó el desarrollo de la resistencia a temprana edad, la resistencia a los 28 días se mantuvieron similares entre las muestras de referencia (R) y (C50) pero la de (100C) estaba con el 10% menos de la resistencia de la muestra en referencia (R); sin embargo a los 90 días las muestras que contenían extracto de nopal sobrepasaron a la muestra de referencia, la muestra de 100% CEX sobre pasó hasta en 10.80% al de la muestra en referencia (R).

Resultados similares se obtuvo en la resistencia a la flexión, mejoró la resistencia a la congelación, disminuyó significativamente la absorción de agua.

Juárez Alvarado Cesar Antonio (2002), **“Concretos base cemento portland reforzados con Fibras Naturales (Agave Lecheguilla), como materiales para construcción en México”**, los principales resultados indican que la fibra de lechuguilla es resistente a la tensión, resulta factible entonces fabricar con este material compuesto elementos constructivos, tales como láminas acanaladas, prefabricados arquitectónicos y cimbras perdidas. Sin embargo, es necesario investigar aún más la durabilidad del concreto con fibras para que sea viable en el desarrollo de la infraestructura en las zonas rurales, tal como tuberías, tanques de almacenamiento y caminos.

Ramírez Arellanes Samuel (2008), **“Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo mucílago de nopal como aditivo natural”**, en este trabajo se evaluó la influencia del mucílago de nopal en la microestructura de pastas de cemento, así como la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad en cilindros de concreto a diferentes edades. Los materiales utilizados fueron cemento portland blanco y mucílago de nopal (opuntia ficus indica).”

Sanchez Puerta Karina Ysabel (2010), **“Propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel para reparar fisuras en muros de monumentos históricos de tierra”** se intenta usar el mucílago o goma de tuna para ralentizar la velocidad de secado de los grouts de barro y, con ello, controlar la fisuración por contracción de secado. En consecuencia, se mejoraría la resistencia del grout sin aditivo en la interface mortero-adobe.

Primo Cubas Cristina (2014), **“Efecto de la Adición de extracto de paleta de Tuna (Opuntia Ficus – Indica) en la resistencia a compresión del Concreto”** Veintisiete probetas fueron fabricadas con estas adiciones (1%, 3% y 5% en base cemento) y con ellas se realizaron los ensayos a compresión hasta U11 periodo de 28 días. Nueve probetas sin esta adición botánica sirvieron como probetas patrón. Las probetas con adición de extracto de paleta de tuna (Opuntia Ficus – Indica) al 1% en peso cemento, Incrementaron la resistencia a compresión del concreto en un 21%. En cambio, se observó una disminución en la resistencia de las probetas fabricadas con adiciones de extracto al 3% y 5% en base cemento, en un 10% y 38% respectivamente.

Babilonia Escallon Indira (2015) **“El uso de aditivos de origen natural integral a masas de concreto para la protección contra la corrosión del acero estructural embebido (caso de estudio: Sábila)”** evaluaron compresión y corrosión con un aditivo natural (sábila) adicionado a la mezcla de concreto. Con 72 probetas de concreto, 18 cilíndricas de 4" por 8" y las restantes de 10" por 20". Realizaron las muestras con resistencias de 210, 245 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Se usó el 15 y 30% de sábila, en relación a la cantidad total de agua, luego de la recolección del extracto de sábila proveniente de la ciudad de Cartagena, se inició el proceso de licuado para poder obtener una consistencia uniforme a la hora de hacer la adición al agua, se prepararon 18 muestras de 210 kg/cm<sup>2</sup>, 18 kg/cm<sup>2</sup> de 245 y 18 de 280 kg/cm<sup>2</sup>, y a cada muestra se le adicionó el porcentaje de sábila correspondiente. Realizaron ensayos a compresión para las muestras de 6" por 12" a los 7, 14 y 28 días. Los resultados de esta investigación arrojaron que la adición de sábila disminuye la compresión en más del 50% para el caso más crítico. En el ensayo de velocidad de corrosión se mostró una disminución de penetración de agentes agresivos hasta

del 9,74%, a medida que aumenta el contenido de sábila en cada una de las resistencias, ofreciendo un gran aporte a la corrosión del acero embebido.

Dra. Del Valle Angélica et al (2015), **Solicitaciones mecánicas y estáticas a concreto hidráulico simple elaborado con agregados pétreos redondeados y adicionados con fibras deshidratadas de cactus opuntia**, Instituto Mexicano del Transporte. Determina la resistencia mecánica del concreto adicionado con fibra deshidrata de cactus opuntia, mediante el método del American Concrete Institute (ACI) se realizó 35 especímenes de concreto hidráulico convencional y 60 especímenes de concreto hidráulico adicionado con fibra de cactus opuntia (nopal). La fibra de cactus deshidrata fue adicionado al concreto en 2% con respecto al peso de cemento y estos cilindros fueron ensayados a los 3, 7, 14, 28 y 40 días. Estos testigos fueron sometidos a esfuerzos de compresión y tensión. Se determinó que la fibra de cactus deshidratada mostro mayor resistencia a la tensión en un 2.02% con respecto a los especímenes sin fibra de cactus deshidratado, y mayor resistencia a la compresión en un 10.09% en comparación con los cilindros de concreto sin adición de fibra.

Mendoza Vásquez, José Luis (2016), **"Influencia del azúcar como aditivo natural en la resistencia a compresión axial y el tiempo de fraguado en los morteros de la ciudad de Cajamarca"** Los morteros de cemento son materiales de construcción de uso cada vez más extendido y especializado dentro de la edificación, cuyas características y prestaciones son diferentes según sea el destino para el que están diseñados. Es por ello que se estudió la influencia del azúcar en los porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12% del peso del cemento en la resistencia a compresión axial y tiempo de fraguado. Para ello es necesario realizar varios

ensayos en laboratorio a fin de realizar el diseño de mezcla. La información recogida permitió realizar 7 cubos de 5cm x 5 cm x 5cm para cada porcentaje de azúcar y otros 7 cubos sin adicionarle azúcar con norma ASTM C 109. Los cuales se sometieron a la máquina compresora a los 14 días, luego mediante factor (0.86) se estimó los resultados a los 28 días. Los resultados obtenidos determinaron que el azúcar acelera el tiempo de fraguado en al menos 50 minutos y los resultados de la resistencia a compresión determinaron que el azúcar les reduce 78% de resistencia a compresión axial con 3% azúcar, 88% de resistencia a compresión axial con 6%, 79% de resistencia a compresión axial con 9% y 64% de resistencia a compresión axial con 12% de azúcar del peso del cemento.

Galicia Pérez, Mónica Alexandra y Velásquez Curo, Marco Antonio (2016) **“Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”**. Se logró demostrar parcialmente la hipótesis general que dice: “La resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y consistencia de un concreto adicionado con diferentes porcentajes de ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho, mejora comparativamente con respecto a la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y consistencia de un concreto patrón de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”, pues las resistencias obtenidas en los concretos añadidos con ceniza de rastrojo de maíz fueron mayores solo para compresión a la resistencia alcanzada por el concreto patrón.

Aburto Moreno Zenown (2017), “**Influencia del Aloe Vera sobre la resistencia a la compresión, filtración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural**” el mejor uso de la planta fue con la corteza, 2mm de gel y la Aloína contenida entre estas dos membranas. El asentamiento disminuyó de manera lineal volviendo una mezcla mínima trabajable hasta el 2% de adición (1”), para este porcentaje el fraguado inicial favoreció casi el doble de tiempo y aproximadamente 7.6 veces más para el fraguado final. La resistencia a la compresión llegó a su valor máximo con adición de Aloe vera al 2%, alcanzando 355 kg/cm<sup>2</sup> (aumento del 41% de la resistencia patrón). La permeabilidad disminuyó 47.9% en términos de tasa de infiltración con un valor de 0.039 pulg/hora al 2% de Aloe vera. La absorción capilar disminuyó 32% alcanzado un valor de 1.9 g/m<sup>2</sup>xseg<sup>0.5</sup> también al 2% de adición de Aloe vera.

## 2.2. Definiciones:

### 2.2.1. *Concreto*

#### 2.2.1.1. Definición

Rivera (2000), menciona que “El concreto es un producto artificial que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentra embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado” (p. 8)

Pasquel (1998) afirma que

El concreto es el material constituido por la mezcla, en ciertas proporciones, de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida

con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

El cemento, el agua y la arena constituyen el mortero cuya función es unir las diversas partículas de agregado grueso llenando los vacíos entre ellas. La mezcla de estos compuestos produce una masa plástica que puede ser moldeada, pero cuanto más pasa el tiempo esta pierde esa característica y se vuelve cada vez más rígida.

Rivva (2000) menciona que

El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado.

La pasta es el resultado de la combinación química del material cementante con el agua. Es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de éste.

El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus diversas partículas no se encuentran unidas o en contacto unas con otras, sino que se encuentran separadas por espesores diferentes de pasta endurecida.

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. (p. 8)



### 2.2.1.2. Requisitos de la Mezcla

Las mezclas de concreto deberán cumplir con los siguientes requisitos básicos:

- La mezcla recién preparada deberá tener la trabajabilidad, consistencia y cohesividad que permitan su adecuada colocación en los encofrados.
- Esta mezcla deberá estar libre de segregación y tener una exudación mínima.
- La mezcla endurecida deberá tener las propiedades especificadas en función del empleo que se va a dar a la estructura.
- El costo de la unidad cúbica de concreto endurecido deberá ser el mínimo compatible con la calidad deseada. (Rivva, 200, p. 9)

### 2.2.1.3. Composición del Concreto

La Tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo.

Otra manera más conveniente a nuestro parecer es dividirlo en Pasta y Agregado, pudiendo así entender con mayor facilidad las funciones de cada uno.

La Pasta separa y llena los vacíos entre las partículas de agregado y se adhieren fuertemente a ellas. (Pasquel, 1998).

#### a) La Pasta:

Aquella parte del concreto endurecido conocido como pasta comprende a cuatro elementos fundamentales:



- a. El gel, nombre con el que se denomina al producto resultante de la reacción química e hidratación del cemento.
- b. Los poros incluidos en ella
- c. El cemento no hidratado, si lo hay.
- d. Los cristales de hidróxido de calcio, o cal libre, que puedan haberse formado durante la hidratación del cemento

*Función de la Pasta:*

La pasta tiene cuatro grandes funciones en el concreto:

- a. Contribuir a dar las propiedades requeridas al producto endurecido.
- b. Separar las partículas de agregado.
- c. Llenar los vacíos entre las partículas de agregado y adherirse fuertemente a ellas.

*Propiedades de la pasta:*

Las propiedades de la pasta dependen de:

- a. Las propiedades físicas y químicas del cemento.
- b. Las proporciones relativas de cemento y agua en la mezcla.
- c. El grado de hidratación del cemento, dado por la efectividad de la combinación química entre éste y el agua. (Rivva, 2000, p.10).

#### 2.2.1.4. Cemento

##### a) Compuestos Químicos:

Se ha visto que las materias primas utilizadas en la fabricación de cemento Portland consisten principalmente de cal, sílice, alúmina y hierro, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla1***Compuestos Químicos del Concreto*

<b>ÓXIDO</b>	<b>CONTENIDO (%)</b>
<b>CAO</b>	60 - 67
<b>SIO<sub>2</sub></b>	17 - 25
<b>AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	3 - 8
<b>FE<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.5 - 6
<b>MGO</b>	0.1 - 4
<b>ALCALIS</b>	0.2 - 1.3
<b>SO<sub>3</sub></b>	1 - 3

*Fuente: Concreto Simple, por G. Rivera.*

Estos compuestos interactúan en el horno, para formar una serie de productos más complejos, hasta alcanzar un estado de equilibrio químico, con la excepción de un pequeño residuo de cal no combinada (CaO), que no ha tenido suficiente tiempo para reaccionar. Sin embargo, el equilibrio no se mantiene durante el enfriamiento, y la velocidad de éste afecta el grado de cristalización y la cantidad de material amorfo, conocido como vidrio, difieren considerablemente de las de compuestos cristalinos de una composición química nominal similar. Otra complicación aparece debido a la interacción de la parte líquida del clinker con los compuestos cristalinos ya presentes.

No obstante, se puede considerar que el cemento se encuentra en un estado de equilibrio congelado, es decir, que los productos congelados reproducen el equilibrio existente durante la temperatura de formación del clinker. De hecho, se hace esta suposición para calcular la composición de compuestos de los cementos comerciales; la composición "potencial" se calcula a partir de las cantidades medibles de óxidos que están presentes en el clinker, como si se hubiera producido una cristalización completa de los productos en equilibrio. (Rivera, 2015, p. 23)

## b) Tipos De Cemento

Los tipos de cemento portland se clasifican de la siguiente manera:

- Tipo I: Destinado a obras en general que le exigen propiedades especiales.
- Tipo II: Destinado a obras expuestas a la acción moderada de los sulfatos y a obras en donde se requiere moderado calor de hidratación.
- Tipo III: Desarrolla altas resistencias iniciales.
- Tipo IV: Desarrolla bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos. (Pasquel, 1998, p. 40)

## c) Cemento Portland Tipo I

Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre 15% y 40% del peso total.

La puzolana es un material sílico aluminoso que por sí mismo posee poco o ningún valor cementicio pero que, dividido finamente, con la presencia de agua y a la temperatura ambiente normal, es capaz de reaccionar químicamente con el Hidróxido de calcio para formar compuestos con propiedades cementicias.

Cemento Portland adicionado con puzolana, de conformidad con la NTP 334.090 y la Norma ASTM C 595, recomendado para el uso general en todo tipo de obra civil.

Posee resistencia al ataque de sulfatos, bajo calor de hidratación que contribuye al vaciado de concretos masivos, mayor impermeabilidad, ganancia de mayor resistencia a la compresión con el tiempo, mejor trabajabilidad, siendo ideal para el uso de morteros, revestimientos y obras hidráulicas (en el caso de las obras portuarias expuestas al agua de mar, también en canales, alcantarillas, túneles y suelos con alto contenido de sulfatos).

Cumple con las exigencias que se indican en la norma de los cementos Tipo I, II y V. Además de tener una buena performance en ataques severos.

También se recomienda utilizar en edificaciones y estructuras industriales, puentes, perforaciones y en general en todas aquellas estructuras de volumen considerables y en climas cálidos. (Rivva, 2000, p. 31)

#### 2.2.1.5. Agua

El agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. En la Tabla 2 se muestra las sustancias en el agua.

De toda el agua que se emplea en la preparación de un mortero o un concreto, parte hidrata el cemento, el resto no presenta ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero o del hormigón.

La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30% de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla empiece a dejarse trabajar, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento, por lo tanto, de acuerdo con lo anterior como una regla práctica, se debe colocar la menor cantidad de agua en la mezcla, pero teniendo en cuenta que el mortero o el hormigón queden trabajables. (Rivera, 2015, p. 77)

**Tabla 2***Sustancias en el Agua*

<b>SUSTANCIAS DISUELTAS</b>	<b>VALOR MÁXIMO ADMISIBLE</b>
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300ppm
Sales de magnesio	150ppm
Sales Solubles	1500ppm
P.H	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500ppm
Materia orgánica	10ppm

*Fuente: Tecnología Del Concreto, por A. Abanto (p. 21)*

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr:

- a. La formación de gel
- b. Permitir que el conjunto de la masa adquiriera las propiedades que:
  - En estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma.
  - En estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas. (Rivva, 2000, p. 254)

*Requisitos del Comité 318 del ACI.*

- El agua empleada en el mezclado del concreto deberá estar limpia y libre de cantidades peligrosas de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica, u otras sustancias peligrosas para el concreto o el refuerzo.

- El agua de mezclado para concreto premezclado o para concreto que deberá contener elementos de aluminio embebidos, incluida la porción de agua de mezclado que es contribuida en forma de agua libre sobre el agregado, no deberá contener cantidades peligrosas de ion cloruro.
- No deberá emplearse en el concreto, aguas no potables, salvo que las siguientes condiciones sean satisfechas.
- La selección de las proporciones del concreto deberá basarse en mezclas de concreto en las que se ha empleado agua de la misma fuente. (Rivva, 2000, p. 260)

#### 2.2.4.6. Agregados:

“Es un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la presente norma. Se les llama también áridos” (Norma Técnica Peruana NTP.400.037)

Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, natural o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto.

Como agregados de las mezclas de mortero o concreto se pueden considerar, todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de la partícula), no perturben ni afecten desfavorablemente las propiedades y características de las mezclas y garanticen una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento Portland. En general, la mayoría son materiales inertes, es decir, que no desarrollan ningún tipo de reacciones con los demás componentes de las mezclas, especialmente con el cemento; sin embargo, existen algunos agregados cuya fracción más fina presenta actividad en virtud de sus propiedades

hidráulicas colaborando con el desarrollo de la resistencia mecánica, tales como; las escorias de alto horno de las siderúrgicas, los materiales de origen volcánico en donde hay sílice activa, entre otros.

Pero hay algunos otros agregados, que presentan elementos nocivos o eventualmente inconvenientes que reaccionan afectando la estructura interna del concreto y su durabilidad, como, por ejemplo, los que presentan elementos sulfurados, los que contienen partículas pulverulentas más finas o aquellas que se encuentran en descomposición latente como algunas pizarras. (Rivera, 2015, p. 41)

### *Propiedades del Agregado*

#### a) Dureza

“Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión, abrasión o en general el desgaste” (Rivva, 2000, p. 137)

#### b) Densidad

La densidad de los agregados depende tanto de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es de especial importancia en todos aquellos casos en que , por resistencia o durabilidad, se requieren concretos con un peso por encima o debajo de aquel que corresponda a concretos usuales. (Rivva, 2000, p. 137)

#### c) Porosidad

La palabra “poro” define al espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado. Se considera a la porosidad como a una de las más importantes propiedades físicas

de agregado, dada su influencia sobre las otras propiedades de éste y el papel que desempeña durante los procesos de congelación. (Rivva, 2000, p. 138)

d) Resistencia

Por su propia naturaleza la resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados. sin embargo, la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de la que corresponda a la mayoría de las rocas empleadas como agregado, las mismas que se encuentran por encima de los 1,000 kg/cm<sup>2</sup>. (Rivva, 2000, p. 139)

### *Funciones del Agregado*

Las tres principales funciones del agregado en el concreto son:

- a. Proporcionar un relleno adecuado a la pasta, reduciendo el contenido de ésta por unidad de volumen y, por lo tanto, reduciendo el costo de la unidad cúbica de concreto.
- b. Proporcionar una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas, de desgaste, o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.
- c. Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento; de humedecimiento y secado; o de calentamiento de la pasta.

(Rivva, 2000, p. 17)

### *Interrelación Agregado – Concreto*

Las propiedades del concreto resultante del empleo de un agregado determinado dependen de:



- a. La composición mineral de las partículas de agregado, la cual influye fundamentalmente sobre la resistencia, durabilidad y elasticidad del concreto.
- b. Las características superficiales de las partículas, las cuales influyen especialmente sobre la trabajabilidad, fluidez y consistencia del concreto; así como sobre la adherencia entre la pasta y el agregado.
- c. La granulometría de los agregados fino y grueso, definida por si misma, así como por la superficie específica, módulo de fineza y tamaño máximo del agregado grueso. Estas propiedades influyen fundamentalmente sobre las propiedades del concreto al estado endurecido, sobre su densidad y sobre la economía de la mezcla.
- d. El volumen de agregado por unidad de volumen del concreto, el cual influye específicamente en los cambios de volumen debido a los procesos de humedecimiento y secado; a los procesos de calentamiento y enfriamiento; así como el costo de la unidad cúbica de concreto.
- e. La porosidad y absorción del agregado, las cuales influyen sobre la relación agua-cemento efectiva, así como sobre las propiedades del concreto al estado endurecido. (Rivva, 2000, p. 18)

### *Clasificación de los agregados*

“En general los agregados se han clasificado de varias maneras a través del tiempo, pero principalmente desde los puntos de vista de su procedencia, densidad, tamaño, forma y textura” (Rivera, 2015, p. 41).

a) Clasificación según su procedencia

“De acuerdo con el origen de los agregados, según su procedencia ya sea de fuentes naturales o a partir de productos industriales, se pueden clasificar de la siguiente manera” (Rivera, 2015, p. 4).

a.1) Agregados naturales

Son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como; depósitos de arrastres fluviales (arenas y grava de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Pueden usarse tal como se hallen o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si ello requiere.

Todas las partículas que provienen de los agregados tienen su origen en una masa mayor la que sea ha fragmentado por procesos naturales como intemperismo y abrasión, o mediante trituración mecánica realizada por el hombre, por lo que gran parte de sus características vienen dadas por la roca madre que le dio su origen.

De acuerdo a la geología histórica; estos se transforman por fenómenos internos de la tierra, al solidificarse y enfriarse el magma (masa de materias en fusión), se forma las rocas originales o ígneas y posteriormente, por fenómenos geológicos externos, tales como la meteorización, con el tiempo se forman las rocas sedimentarias, al sufrir la acción de procesos de presión y temperatura forman el tercer grupo de las denominadas rocas metamórficas, esto se conoce como el ciclo geológico que está en permanente actividad. (Rivera, 2015, p. 42)

Rocas Ígneas: La mayor parte de la corteza terrestre está formada por rocas Ígneas y las demás proceden de ellas, por lo que se les llama rocas originales, endógenas o magmáticas por proceder del magma. En la Tabla 4 se presenta la clasificación de las rocas ígneas según la velocidad de solidificación del magma y el lugar de la corteza terrestre donde ocurre esta consolidación. (Rivera, 2015, p. 42)

**Tabla 3**

*Clasificación de Rocas Ígneas Según la Velocidad de Consolidación y localización*

DENOMINACIÓN	VELOCIDAD DE SOLIFICACIÓN	LOCALIZACIÓN
Intrusivas, abisales o plutónicas.	Lenta	Consolidadas a gran profundidad
Filonianas o hipoabisales	Media	Consolidadas a profundidad media
Extrusivas, efusivas o volcánicas	Rápida	Consolidación cerca o sobre la superficie (por alguna erupción).

*Fuente: Concreto Simple, Agregados para mortero o concreto, por G. Rivera.*

De acuerdo a la velocidad de enfriamiento del magma, se obtiene una textura dada, la cual incide en la capacidad de adherencia del material. A baja velocidad de enfriamiento, los granos o cristales son grandes, a velocidad alta son pequeños y si el enfriamiento es instantáneo quedan las partículas porosas (piedra pómez debida a la erupción de un volcán). (Rivera, 2015, p. 43)

Rocas Sedimentarias: Son las más abundantes de la superficie terrestre (75%); están formadas por fragmentos de rocas ígneas, metamórficas o otras sedimentarias. Su origen puede

darse por dos procesos: por descomposición y desintegración de las rocas mencionadas, en un proceso de erosión, transporte, depositación y consolidación; o por precipitación o depositación química (carbonatos). (Rivera, 2015, p. 43)

Los agentes que transportan y depositan se describe en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Clasificación de las Rocas Sedimentarias Según el Agente Geológico Externo.*

AGENTE	TRANSPORTE	DEPÓSITO
Agua	Río	Depósitos aluviales de canto rodado, grava, arcilla, limo, etc.
	Lago	Depósitos lacustres de estratos horizontales.
	Mar	Depósitos marinos que depende de vientos y mareas.
Hielo	Glaciar	Mezcla de toda clase de materiales y tamaños por su sistema de formación.
Aire	Viento	Dunas o barbajanes (Arena), Loess (Limo).

*Fuente: Concreto Simple, Agregados para mortero o concreto, por G. Rivera.*

Estos agentes, arrastran los materiales dándoles forma y tamaño característicos a los depósitos, dichos factores contribuyen en la calidad del material a usarse en las mezclas.

Por el tamaño de las partículas y de acuerdo al grado de consolidación del depósito se pueden clasificar según la Tabla 5. (Rivera, 2015, p. 54)

**Tabla 5**

*Clasificación de los Depósitos de Rocas Sedimentarias.*

DEPÓSITO INCONSOLIDADO	TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS mm.	DEPÓSITO CONSOLIDADO DE ROCAS
Cantos	256 - 64	Conglomerado muy grueso.
Gravas	64 - 5	Conglomerado.
Arenas	5 - 0,0074	Arenisca
Limos	0,0074 - 0,002	Limolitos
Arcillas	< 0,002	Arcillolitas o argilitas. (Según compactación).

*Fuente: Concreto Simple, Agregados para mortero o concreto, por G. Rivera*

Rocas Metamórficas: Ellas provienen de las rocas ígneas y sedimentarias, las cuales experimentan modificaciones en sólido debido a grandes presiones que sufren los estratos profundos, temperaturas elevadas que hay en el interior, y emanaciones de los gases del magma; según la incidencia de estos factores el metamorfismo puede ser:

Metamorfismo de Contacto: Debido a las intrusiones del magma y al calor aportado por éste, la formación de la roca es originada por transformación iónica y porque se presenta una fluidez que permite modificar sin fragmentar los cristales que se alargan y adelgazan.

Metamorfismo regional o dinámico: Se denomina regional porque generalmente ocupa grandes extensiones y se presenta a gran profundidad en condiciones de altas presiones de confinamiento, combinadas con reacciones químicas que originan una reagrupación molecular para conformar una roca más densa en su estructura.

Según el grado de metamorfismo, se obtiene estructuras foliadas (esquistadas) o masivas, las cuales inciden en la forma, tamaño y textura de las partículas del agregado. (Rivera, 2015, p. 44). La clasificación de los agregados naturales según el tipo de Roca, se muestra en la Figura 1.

### Figura 1

#### *Clasificación de los Agregados Naturales Según el Tipo de Roca.*

<b>Grupo Basáltico</b> <i>Andesita</i> <i>Basalto</i> <i>Porfiritas básicas</i> <i>Diabasa</i> <i>Dolerita</i> <i>Epidiorita</i>	<b>Grupo Pedernalino</b> <i>Horsteno</i> <i>Pedernal</i>	<b>Grupo Gábrico</b> <i>Diorita básica</i> <i>Gneis básico</i> <i>Gabro</i> <i>Peridotita</i> <i>Serpentina</i> <i>Hornblenda-roca</i>
<b>Grupo Granítico</b> <i>Gneis</i> <i>Granito</i> <i>Granodiorita</i> <i>Sienita</i>	<b>Grupo Arenisco</b> <i>Arenisca</i> <i>Aglomerado</i> <i>Brecha</i> <i>Tufa</i>	<b>Grupo Hornofélsico</b> <i>Rocas que se alteran al contacto de toda clase excepto el mármol.</i>
<b>Grupo Calizo</b> <i>Dolomita</i> <i>Caliza</i> <i>Mármol</i>	<b>Grupo Porfirítico</b> <i>Dacita</i> <i>Felsita</i> <i>Pórfido</i> <i>Traquita</i>	<b>Grupo Cuarzoso</b> <i>Arcilla refractaria</i> <i>Areniscas cuarzosas</i> <i>Cuarcita recristalizada</i>
<b>Grupo Esquistoso</b> <i>Filita</i> <i>Esquistos</i> <i>Pizarra</i>		

*Fuente: Concreto Simple, Agregados para mortero o concreto, por G.*

Rivera

a.2) Agregados artificiales:

Por lo general, los agregados artificiales se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, Clinker, limaduras de hierro y otros, comúnmente estos son de mayor o menor densidad que los agregados corrientes.

Actualmente se están utilizando concretos ligeros o ultraligeros, formados con algunos tipos de áridos los cuales deben presentar ciertas propiedades como son; forma de los granos compactada, redondeada con la superficie bien cerrada, ninguna reacción perjudicial con la pasta de cemento ni con el refuerzo, invariabilidad de volumen, suficiente resistencia a los fenómenos climatológicos; además deben de tener una densidad lo menor posible, con una rigidez y una resistencia propia suficientemente elevada y ser de calidad permanente y uniforme.

Los agregados ligeros más utilizados son los producidos con arcilla y pizarra expandida (incluyendo la arcilla pizarrosa y la pizarra arcillosa).

Es de anotar que se han desarrollado con bastante éxito agregados ligeros en Alemania (con arcilla y pizarra), y España (con arcilla expandida conocida comercialmente como ARLITA).

Estos agregados ligeros poseen características tales como; baja densidad, aislante, resistente, no tóxico e incombustible. Es utilizado en la fabricación de hormigón ligero estructural; aislamiento de cubiertas, suelos y terrazas; rellenos ligeros aislantes y resistentes y prefabricados (desde el bloque más ligero hasta el panel más grande).

La pequeña densidad aparente de los granos se debe siempre a su gran porosidad (hasta un 50% de su volumen y más).

La constitución porosa de cada uno de los granos se consigue mediante un tratamiento a altas temperaturas (en general 1100°C o mayores, según la temperatura de sinterización del material).

Sinterizar significa conglomerar o soldar metales pulverulentos sin alcanzar la temperatura de fusión).

La inclusión del aire se efectúa generalmente por:

- a) Formación de gases de determinados componentes de la materia prima o de aditivos mezclados. Una parte de los gases originados quedan encerrados en la masa viscosa y la expanden.
- b) Mezcla de materia prima reblandecida o ya fundida con agua o vapor. El vapor encerrado o un gas formado en esta mezcla, origina al enfriarse, una estructura celular.
- c) Combustión de componentes de la materia prima. (Rivera, 2015, p. 46)

- b) Clasificación según su densidad:

Depende de la cantidad de masa por unidad de volumen y del volumen de los poros, ya sean agregados naturales o artificiales. Esta distinción es necesaria porque afecta la densidad del concreto (ligero, normal o pesado) que se desea producir. (Rivera, 2015, p. 52). Ver Tabla

6



**Tabla 6**

*Clasificación de los Agregados Según su Masa Unitaria.*

<b>TIPO DE CONCRETO</b>	<b>MASA UNITARIA APROX. DEL CCTO. Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>MASA UNITARIA DEL AGREGADO kg/m<sup>3</sup></b>	<b>EJEMPLO DE UTILIZACIÓN</b>	<b>EJEMPLO DE AGREGADO</b>
Ultraligero	500 - 800		Concreto para aislamiento.	Piedra pómez Ag. Ultraligero.
Ligero	950 - 1350 1450 - 1950	480 - 1040	Rellenos y mampostería no estruc. Ccto. Estructural	Perlita Ag. Ultraligero
Normal	2250 - 2450	1300 - 1600	Ccto. Estruct. y no estruct.	Agregado de río o triturado.
Pesado	3000 - 5600	3400 - 7500	Ccto. Para proteger de radiación gamma ó X, y contrapesos	Hematita, barita, coridón, magnetita.

*Fuente: Concreto Simple, Agregados para mortero o concreto, por G. Rivera.*

c) Clasificación según su tamaño:

La forma más generalizada de clasificar los agregados es según su tamaño, el cual varía desde fracciones de milímetros hasta varios centímetros de sección; esta distribución del tamaño de las partículas, es lo que se conoce con el nombre de GRANULOMETRÍA.

De acuerdo con la clasificación unificada, los suelos se dividen en los suelos finos (material de tamaño inferior a 0,074mm o 74um-tamiz N°200) y suelos gruesos (material de

tamaño superior o igual a 0,0074mm o 74um-tamiz N°200); para la elaboración de mezclas de mortero o de concreto se emplean los suelos gruesos y se limita el contenido de suelo fino.

La fracción fina de los suelos gruesos, cuyas partículas tienen un tamaño inferior a 4.76mm (tamiz N°4) y no menos de 0.074mm o 74um (Tamiz N° 200), es lo que comúnmente se denomina Agregado Fino; y la fracción gruesa, o sea aquellas partículas que tienen un tamaño superior a 4.76mm (Tamiz N° 4), es lo que normalmente se llama Agregado Grueso. (Rivera, 2015, p. 52)

- Grava: Agregado grueso de tamaño máximo mayor o igual a 20mm.
- Gravilla: Agregado grueso de tamaño máximo menor a 20mm.
- La grava y la gravilla son resultantes de la desintegración natural y abrasión de las rocas o del procesamiento de conglomerados débilmente ligados.
- Arena: Agregado fino resultante de la desintegración natural y abrasión de las rocas o del procesamiento de conglomerantes débilmente ligados.
- Grava triturada o triturado: Agregado grueso resultante de la trituración artificial de la roca.
- Arena manufacturada o arena triturada: Agregado fino resultante de la trituración artificial de la roca, piedra o escoria (residuo mineral de hierro).
- Escoria de alto horno: Producto no metálico, constituido esencialmente por silicatos y aluminosilicatos de calcio y de otras bases, que se produce en forma líquida o fluida simultáneamente con el hierro en un alto horno. (Rivera, 2015, p. 53)

c.1) Agregado fino:

Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 74um (N° 200); deberá cumplir con los límites establecidos en la presente norma. (Norma Técnica Peruana NTP 400.037) que se indican en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Granulometría del Agregado Fino*

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (N°4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 um (N°30)	25 a 60
300 um (N° 50)	05 a 30
150 um (N° 100)	0 a 10

*Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037.*

El agregado fino no tendrá más de 45% entre dos mallas consecutivas y su módulo de fineza no será menor de 2,3 ni mayor de 3,1.

Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las grabaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes.

*Impurezas Orgánicas:*

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas. Los agregados sujetos a la prueba de impurezas orgánicas que produzcan un color más oscuro que el estándar deberán ser desechados.

El uso de un agregado fino que no cumpla con esta prueba será permitido, si se comprueba que la colocación es debida principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas similares. (Norma Técnica Peruana NTP 400.037)

*Arena:*

“Es el agregado fino proveniente de la desintegración natural de las rocas” (Norma Técnica Peruana NTP 400.037).

c.2) Agregado grueso:

“Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4.75mm (N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, y que cumple con los límites establecidos en la presente norma” (Norma Técnica Peruana NTP 400.037).

El agregado grueso debe cumplir con los requisitos de la Tabla 8 según los husos especificado

**Tabla 8***Requisitos Granulométricos para el Agregado Grueso*

HUSO	Tamaño	Porcentaje que pasa por los Tamices Normalizados												
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25.0 mm	19.0 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm
AST M	Nominal	(4")	(3 1/2")	(3")	(2 1/2")	(2")	(1 1/2")	(1")	(3/4")	(1/2")	(3/8")	(N°4)	(N°8)	(N°16)
1	90 a 37.5mm (3 1/2" a 1/2")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	63 a 37.5			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	50 a 250mm (2" a N°4)				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	50 a 4.75mm (1 1/2" a 3/4")				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	37.5 a 19.00mm (1 1/2" a 3/4")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	37.5 a 4.75mm (1 1/2" a N°4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	25.0 a 9.5mm (1" a 1/2")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	25.0 a 9.5mm (1" a 3/8")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 5	0 a 5		
57	25.0 a 4.75mm (1" a N°4)						100	91 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	19.0 a 9.5mm (3/4" a 3/8")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	19.0 a 4.75mm (3/4" a 1 N°4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 a 4.75mm (1/2" a N°4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	

*Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037 – Especificaciones normalizadas para agregados en Concreto*

c.3) Grava:

“Es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándosele corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositado en forma natural” (Norma Técnica Peruana NTP 400.037).

*Piedra triturada o chancada:*

“Se denomina así, al agregado grueso obtenido por trituración artificial o mecánica de rocas o gravas, escorias u otros” (Norma Técnica Peruana NTP 400.037).

2.2.1.6. Aditivos

Un aditivo es definido, tanto por el comité 116R del American Concrete Institute como por la Norma ASTM C 125, como “un material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado”

Los aditivos son materiales utilizados como componentes del concreto o el mortero, los cuales se añaden a éstos durante el mezclado a fin de:

- a. Modificar una o algunas de sus propiedades, a fin de permitir que sean más adecuados al trabajo que se está efectuando.
- b. Facilitar su colocación
- c. Reducir los costos de operación

En la decisión sobre el empleo de aditivos debe considerarse en qué casos:

- a. Su utilización puede ser la única alternativa para lograr los resultados deseados.

- b. Los objetivos deseados pueden lograrse, con mayor economía y mejores resultados, por cambios en la composición o proporcione de la mezcla. (Rivva, 2000, p. 264)

### *Razones de Empleo*

Entre las principales razones de empleo de aditivos, para modificar las propiedades del concreto no endurecido, se puede mencionar:

- a. Reducción en el contenido de agua de la mezcla
- b. Incremento en la trabajabilidad sin modificación del contenido de agua; o disminución del contenido de agua sin modificación de la trabajabilidad.
- c. Reducción, incremento o control del asentamiento.
- d. Aceleración o retardo del tiempo de fraguado inicial.
- e. Modificación de la velocidad y/o magnitud de la exudación.
- f. Reducción o prevención de la segregación; o desarrollo de una ligera expansión.
- g. Mejora en la facilidad de colocación y/o bombeo de las mezclas.

Entre las principales razones de empleo de los aditivos para modificar las propiedades de los concretos, morteros o lechada endurecidos se puede mencionar:

- a. Retardo en el desarrollo del calor de hidratación o reducción en la magnitud de éste durante el endurecimiento inicial
- b. Aceleración en la velocidad de desarrollo de la resistencia inicial y/o final del concreto y en el incremento de la misma.
- c. Incremento en la durabilidad, incluyendo su resistencia a condiciones severas de exposición.
- d. Disminución de la permeabilidad del concreto

- e. Control de la expansión debida a la reacción álcali-agregados.
- f. Incremento en las adherencias acero-concreto; y concreto antiguo con concreto fresco.
- g. Incremento en las resistencias al impacto y/o la abrasión.
- h. Control de la corrosión de los elementos metálicos embebidos en el concreto.
- i. Producción de concretos o morteros celulares
- j. Producción de concretos o morteros coloreados. (Rivva, 2000, p. 265)

### *Clasificación de los Aditivos*

De acuerdo a las Norma ASTM C 494, los aditivos se clasifican en:

TIPO A: Reductores de agua

TIPO B: Retardadores de fragua

TIPO C: Acelerantes

TIPO D: Reductores de agua-retardadores de fragua.

TIPO E: Reductores de agua-acelerantes

TIPO F: Super reductores de agua.

TIPO G: Super reductores de agua-acelerantes. (Rivva, 2000, p. 268)

Existen otros tipos de clasificaciones de aditivos de acuerdo a los efectos de su empleo o a los tipos de materiales constituyentes. La recomendación ACI 212 clasifica a los aditivos en los siguientes grupos.



- **Acelerantes:** Los cuales tienen por finalidad incrementar significativamente al desarrollo inicial de resistencia en compresión y/o acortar el tiempo de fraguado. Deberán cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C 494 ó NTP 339.086 ó 339.087.
- **Incorporadores de aire:** Los cuales tienen por objetivo mejorar el comportamiento del concreto frente a los procesos de congelación y deshielo que se producen en sus poros cuando el concreto está saturado y sometido a temperaturas bajo 0 °C. Estos aditivos deberán cumplir con los requisitos de la NTP 339.086 o de la Norma ASTM C 260
- **Reductores de agua y reguladores de fragua:** Los cuales tienen por finalidad reducir los requisitos de agua de la mezcla o modificar las condiciones de fraguado de la misma, o ambas Deberán cumplor con los requisitos de las Normas NTP 339.086 ó 339.087, o de las Normas ASTM C 494 ó C1017.
- **Aditivos minerales:** Ya sean cementantes o puzolánicos, los cuales tienen por finalidad mejorar el comportamiento al estado fresco de mezclas deficientes en partículas muy finas y, en algunos casos, incrementar la resistencia final del concreto. Las puzolanas y las cenizas deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM C-618. Las escorias de alto horno finamente molidas a las microsílices deberán cumplir con los requisitos de la Norma ASTN C-989. A los aditivos de este grupo en la actualidad se les considera como adiciones.
- **Generadores de gas:** Los cuales tienen por finalidad controlar los procesos de exudación y asentamiento mediante la liberación de burbujas de gas en la mezcla fresca.

- Aditivos para inyecciones: Los cuales tienen por finalidad retardar el tiempo de fraguado en cimentaciones especiales en las que las distancias de bombeo son muy grandes.
- Productores de expansión: Los cuales tienen por finalidad minimizar los efectos adversos de la contracción por secado del concreto.
- Ligantes: Los cuales tienen por única finalidad incrementar las propiedades ligantes de mezclas mediante la emulsión de un polímero orgánico.
- Ayuda para bombeo: Las cuales tienen por finalidad mejorar la facilidad de bombeo del concreto por incremento de la viscosidad del agua de la mezcla.
- Colorantes: Los cuales tienen por finalidad producir en el concreto el color deseado sin afectar las propiedades de la mezcla.
- Floculantes: Los cuales tienen por finalidad incrementar la velocidad de exudación y disminuir el volumen de ésta, al mismo tiempo que reducen el flujo e incrementan la cohesividad y rigidación inicial de la mezcla.
- Fungicidad; insecticidad y germicidad: Los cuales tienen por finalidad inhibir o controlar el crecimiento de bacterias y hongos en pisos y paredes.
- Impermeabilizantes: Los cuales tienen por finalidad contribuir a controlar las filtraciones a través de las grietas, reduciendo la penetración de agua, en concreto no saturado, desde el lado húmedo al lado seco.
- Reductores de permeabilidad: Los cuales tienen por finalidad reducir la velocidad con la cual el agua puede circular a través de un elemento de concreto saturado, bajo una gradiente hidráulica mantenida externamente.

- Controladores de la reacción alcali-agregado: Los cuales tienen por finalidad reducir, evitar o controlar la reacción entre los álcalis del cemento y elementos que puedan estar presentes en los agregados reactivos.
- Inhibidores de la corrosión: Los cuales tienen por finalidad inhibir, retardar o reducir la corrosión del acero de refuerzo y elementos metálicos embebidos en el concreto.
- Superplastificantes: También conocidos como aditivos reductores de agua de alto rango, los cuales tienen por finalidad reducir en forma importante el contenido de agua del concreto manteniendo una consistencia dada sin producir efectos indeseables sobre el fraguado. Igualmente se emplean para incrementar el asentamiento sin necesidad de aumentar el contenido de agua de la mezcla. (Rivva, 2000, p. 269)

#### 2.2.1.7. Propiedades del Concreto fresco

##### 2.2.1.7.1. *Trabajabilidad y consistencia*

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

No existe prueba alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad, generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia. La consistencia está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada. Se determina mediante el ensayo de Slump mediante la utilización del Cono de Abrahams. (Abanto, 2009). La relación trabajabilidad y consistencia del concreto se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9

*Trabajabilidad y Consistencia del Concreto*

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento (plg)</b>	<b>Ejemplo de tipo de Construcción</b>	<b>Sistema de colocación</b>	<b>Sistema de compactación</b>
<b>Muy seca</b>	0 - 1”	Prefabricados de alta resistencia, revestimientos de pantallas de cimentación	Con vibradores de formaleta; concretos de proyección neumática (lanzados).	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión.
<b>Seca</b>	1 - 11/2”	Pavimentos	Pavimentadoras con terminadora vibratoria.	Secciones sujetas a vibración intensa.
<b>Semi-seca</b>	11/2 - 2”	Pavimentos, fundaciones en concreto simple. Losas poco reforzadas.	Colocación con máquinas operadoras manualmente.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
<b>Media (plástica)</b>	2 - 4”	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.	Colocación manual.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
<b>Húmeda</b>	4 - 6”	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzado.	Bombeo	Sección bastante reforzada con vibración.
<b>Muy húmeda</b>	6 - 8”	Elementos esbeltos, pilotes fundidos “in situ”	Tubo embudo tremie	Secciones altamente reforzadas sin vibración.
<b>Súper Fluida</b>	Más de 8”	Elementos muy esbeltos	Autonivelante, autocompactante	Secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse.

*Fuente: Concreto Simple, G. Rivera.*

#### 2.2.1.7.2. *Segregación*

Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del Agregado Grueso del Mortero. Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas desciendan. Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciéndose en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc. La segregación está en función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmeda es esta, y menor cuanto más seca lo es. Generalmente procesos inadecuados de manipulación y colocación son las causas del fenómeno de segregación en las mezclas. (Abanto, 2009)

#### 2.2.1.7.3. *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 la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla Nro. 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 la estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener. (Pasquel, 1998, p. 141)

#### 2.2.1.7.4. *Contracción*

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

La pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, y 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 contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como 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. (Pasquel, 1998, p. 142)

#### 2.2.1.8. Propiedades del Concreto endurecido:

##### 2.2.1.8.1. *Elasticidad*

Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.

Los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250.000 a 350,000 kg/cm<sup>2</sup>, y están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto, y en relación inversa con la relación agua/cemento. Conceptualmente, las mezclas más ricas tienen módulos de elasticidad mayores, y mayor capacidad de deformación que las mezclas pobres. (Pasquel, 1998, p. 142)

#### 2.2.1.8.2. Resistencia

La resistencia es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse. La resistencia en compresión se utiliza como índice de la calidad del concreto. En pavimentos suele utilizarse la resistencia en flexión. La resistencia al corte no se utiliza.

Por su propia naturaleza, la resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de la que corresponde a la mayoría de las rocas empleadas como agregado, las mismas que se encuentran por encima de los 1,000 kg/cm<sup>2</sup>. Por esta razón no se ha profundizado el análisis de la influencia del agregado en la resistencia del concreto.

Lo expresado anteriormente es de fácil comprobación, si se observa la fractura de los especímenes de concreto sometidos a ensayos de compresión. En ellos, la rotura se presenta en el mortero o en la zona de adherencia con el agregado grueso y, por excepción, en los agregados descompuestos o alterados.

Pocas veces se determina la resistencia a la compresión de los agregados; en estos casos, se evalúa la resistencia de la roca en probetas talladas para la prueba. Los resultados obtenidos no son indicativos, por la influencia intrínseca de los posibles planos de las débiles de la roca y lo incierto de extrapolar valores a las partículas fragmentadas.

Eventualmente, se emplea un ensayo de aplastamiento o trituración, colocando la muestra de granulometría normalizada dentro de un molde cilíndrico y sometiéndolo a compresión por intermedio de un émbolo en la máquina de prueba. La calificación del agregado se efectúa por análisis granulométrico, para definir el porcentaje fragmentado en el ensayo. Por las limitaciones del método, su uso ha quedado restringido a los agregados ligeros.



Abrams indicó, en 1918, que en un conjunto dado de materiales y condiciones de trabajo, el factor determinante de la resistencia era la relación – agua cemento de diseño, en la que se excluye el agua absorbida por el agregado. En esta teoría las resistencias son mayores con la disminución de la relación agua – cemento.

Posteriormente se demostró por Gilkey y Walker que la resistencia era función de cuatro factores.

- Relación agua – cemento
- Relación cemento – agregado
- Granulometría, dureza, resistencia, perfil y textura superficial del agregado.
- Tamaño máximo del agregado.

A la fecha se acepta que la resistencia a la compresión que puede ser desarrollada a una edad determinada por mezcla de materiales dados caría en función de:

- La marca, tipo, antigüedad, superficie específica y composición química del cemento.
- La calidad de agua.
- La dureza, resistencia, perfil, textura superficial, porosidad, limpieza, granulometría, tamaño máximo y superficie específica del agregado.
- Las adiciones minerales empleada.
- Los aditivos químicos empleados.
- La resistencia de la pasta.
- La relación del agua libre de la mezcla al material cementante.
- La relación material cementante – agregado.



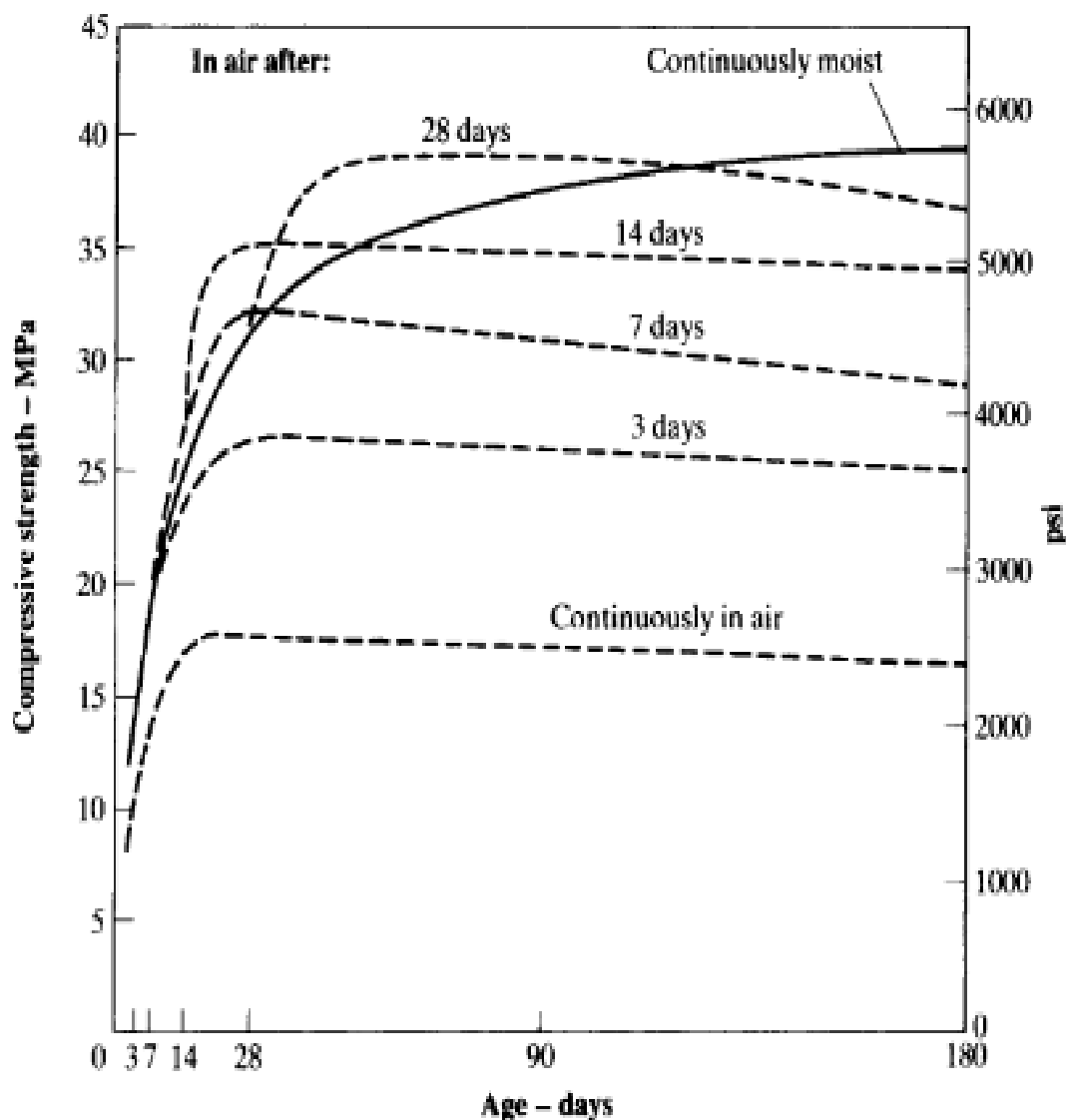
- La relación del agregado fino al agregado grueso.
- La relación de la pasta a la superficie específica del agregado.
- La resistencia por adherencia pasta – agregado
- La porosidad de la pasta.
- La permeabilidad del concreto.
- El grado de hidratación del cemento.
- La relación gel – espacio.
- La presencia intencional en la pasta de fibra metálica, de vidrio o plástica.
- Las condiciones del proceso de puesta en obra. (Rivva, 2000, p. 232)

Se considera comúnmente que la propiedad más valiosa del concreto es su resistencia, aunque en muchos casos prácticos, otras características tales como la durabilidad o la permeabilidad pueden ser más importantes. No obstante, la resistencia suele dar una imagen general de la calidad del concreto por estar directamente relacionada con la estructura de la pasta de cemento hidratada. Más aún, la resistencia del concreto es, casi invariablemente, un elemento vital del diseño estructural y se especifica con fines de cumplimiento. (Neville, 1999, p. 185)

En la Figura 2, se muestra la relación: resistencia a la compresión y las edades del concreto, podemos observar que un concreto a una edad de 28 días tiene una mayor resistencia en comparación a los concretos de edades menores.

**Figura 2**

*Influencia del curado húmedo en la resistencia del hormigón con una relación agua-cemento de 0,5*



*Fuente: Concrete Technology por Neville*

NTP 339.034 “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas” indica el procedimiento para determinar la resistencia a compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

**Resumen del ensayo:**

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla, la resistencia a la compresión de la probeta es calculada por la división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de sección recta de la probeta.

**Aparatos:**

Máquina de Ensayo: La máquina de ensayo será de capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s.

La máquina será equipada con bloques de acero con caras resistentes una de las cuales se asentará sobre una rotula que le permita acomodarse a la superficie superior de la probeta y el otro sobre un sólido bloque en el que se asienta la misma. Las caras de los bloques tendrán una dimensión mínima de 3 % mayor que el diámetro de las probetas a ser ensayadas.

**Probetas:**

Las probetas no serán ensayadas si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2 %. Antes del ensayo ninguna base de las probetas de ensayo se apartará de la perpendicularidad a los ejes por más de  $0.5^\circ$  (aproximadamente equivalente a 1 en 100 mm), las bases de compresión de las probetas que no sean planas dentro los 0.050 mm, serán cortadas o cepilladas para cumplir la tolerancia indicada.

### Procedimiento:

Los ensayos a compresión de las probetas del curado húmedo serán hechos tan pronto como sea práctico luego retirarlos del almacenaje de humedad, los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro y almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condición húmedos.

Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayos serán fracturados dentro del tiempo permisible de tolerancias prescritas en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Tiempo de Tolerancias Permisibles*

<b>Edad de ensayo</b>	<b>Tolerancia permisible</b>
24 h	$\pm 0.5$ h ó 2.1 %
3 d	$\pm 2$ h ó 2.8 %
7 d	$\pm 6$ h ó 3.6 %
28 d	$\pm 20$ h ó 3.0 %
90 d	$\pm 48$ h ó 2.2 %

*Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.034*

### Cálculos:

Calcular la resistencia a compresión del espécimen por dividir la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección recta determinada como se describe en el capítulo 7 y expresar el resultado con una aproximación de 0.1MPa.

Si la relación de la longitud espécimen al diámetro es 1.75 o menor corregir el resultado obtenido por un apropiado factor de corrección mostrado en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Factor de Corrección por Esbeltez*

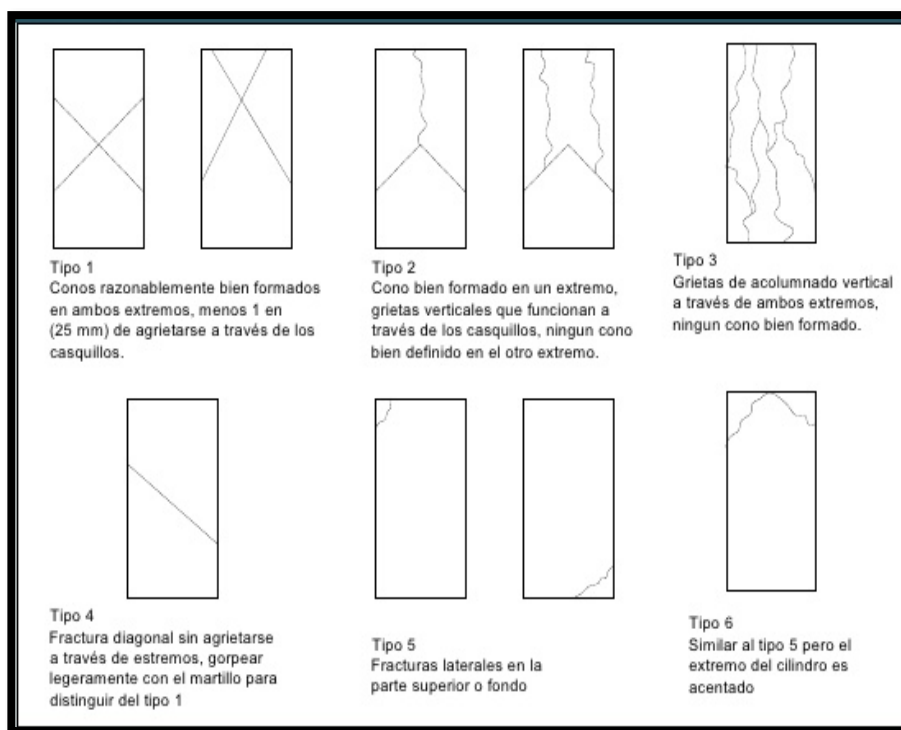
<b>L/D</b>	1.75	1.50	1.25	1.00
<b>Factor</b>	0.98	0.96	0.93	0.87

*Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.034*

Los tipos de fractura, según la NTP 339.034, se muestran en la Figura 3.

**Figura 3**

*Tipo de Fracturas*



*Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.034*

### 2.2.2. Linaza

Nombre científico: *Linum Usitatissimum*

El lino o linaza (*Linum usitatissimum*) es una planta herbácea de la familia de las lináceas. Su tallo se utiliza para confeccionar tejidos y su semilla, llamada linaza, se utiliza para extraer harina (harina de linaza) y aceite (aceite de linaza).

Es originario de la región de los ríos Nilo, Éufrates, y Tigris. Introducido para su cultivo en el resto del mundo desde tiempos remotos. (Muir & Westcott, 2003)

#### 2.2.2.1. *Aditivos naturales en la antigüedad*

Desde la época de los romanos, se emplearon aditivos agregados al concreto de cal y puzolanas. Se cree que los primeros aditivos fueron la sangre de toro y la clara de huevo, los cuales se utilizaron para mejorar las características de la mezcla en estado plástico. Posteriormente, después de la creación del prototipo de cemento Portland moderno, y se vio la necesidad de obtener unos fraguados más regulares en el cemento, para lo cual se utilizó el yeso crudo o el cloruro de calcio, que se agregaban al cemento o al concreto en el momento de mezclarlo. La incorporación de estos productos se remonta a los años 1875 a 1890, en esa época, los albañiles franceses añadían al cemento sin yeso crudo, un poco de yeso vivo, en el momento de mezclar el concreto. En 1885 fue patentada la adición de cloruro de calcio como aditivo y en 1888 Candlot demostró que, según la dosis, éste podía ser utilizado como acelerante o retardador de fraguado.

Sin embargo, a finales de siglo, los usuarios del concreto aún se preocupaban por obtener una mejor regulación de la duración del fraguado y sobre todo poder acelerarlo, así como llegar

a tener concretos más impermeables debido a que el cemento presentaba poca finura y los sistemas de colocación en obra eran bastante rudimentarios dado que el vibrador aún no existía. Por ello, hacia 1895 Candlot en Francia, y Dyckerhoff en Alemania, practicaron adiciones de cal grasa, con el fin de mejorar la plasticidad.

A principios de siglo, Feret realizó ensayos con gran número de productos finos, inertes o que se hinchaban, así como con condiciones de aceite de linaza y de aceite de máquinas y en 1926 hizo una publicación citando la acción de productos tales como alumbre, jabón potásico, caseína, materias albuminosas, calizas, arcilla en polvo, ciertos cloruros, carbonatos, silicatos, sulfatos y otros compuestos.

También a principios de siglo, se hicieron ensayos para continuar mejorando la impermeabilidad del concreto, tales como la inclusión de silicato sódico y diversos jabones; además, se comenzaban a añadir polvos finos para colorear el concreto (azul ultramar, ocre, etc.). En 1905, los fluosilicatos se emplearon como endurecedores de superficie y por esa misma época se comenzó a observar la acción retardadora del azúcar.

La comercialización de productos que mejoran algunas propiedades del concreto data de 1910 y se trataba por ese entonces de hidrofugos y aceleradores del fraguado que se añadían a los concretos que iban a ser empleados en la construcción de depósitos de agua, entibaciones y también para el diseño de morteros destinados a la reparación de obras subterráneas de mampostería de ladrillo, cuyas juntas se hubiesen deteriorado. (Sánchez, p. 261)

### 2.2.2.2. Principales componentes de la Linaza

La linaza es rica en grasa, proteína y fibra dietética. En promedio, la linaza café canadiense contiene 41% de grasa, 20% de proteína, 28% de fibra dietética total, 7.7% de humedad y 3.4% de ceniza, el cual es un residuo rico en minerales que se queda después de quemar las muestras. La composición de la linaza puede variar dependiendo de la genética, el medio ambiente, el procesamiento de la semilla y el método de análisis utilizado. El contenido de proteína de la semilla se reduce en la medida que se incrementa el contenido de aceite. El contenido de aceite de la linaza puede ser alterado a través de métodos de cultivo tradicionales, y también es afectado por la geografía de la zona de producción – las noches frías del norte de Canadá mejoran el contenido y la calidad del aceite de la linaza. En la Tabla 11 se muestra la composición de la linaza.

**Tabla 11**

#### *Composición de la Linaza*

TIPO DE LINAZA	PESO (g)	MEDIDA COMÚN	ENERGÍA (Kcal)	GRASA TOTAL (G)	AAL (g)	PROTEÍNA (g)	CHO TOTAL (g)	FIBRA DIETÉTICA TOTAL (g)
Análisis aproximado	100		450	41	23	20	29	28
	180	1 taza	810	74	41	36	52	50
Semilla anera	11	1 cuchara sopera	50	4.5	2.5	2.2	3	3
	4	1 cucharadita	18	1.6	0.9	0.8	1.2	1.1
Semilla molida	130	1 taza	585	53	30	26	38	36
	8	1 cuchara sopera	36	3.3	1.8	1.6	2.3	2.2
Aceite de linaza	2.7	1 cucharadita	12	1.1	0.6	0.5	0.8	0.8
	100		884	100	57			
	14	1 cuchara sopera	124	14	8			
	5	1 cucharadita	44	5	2.8			

Fuente: LINAZA- Un Producto Premier de Salud y Nutrición.



### 2.2.2.3. *Usos de la Linaza en la construcción*

#### *Pintura:*

El aceite de linaza es el aglutinante más importante de la pintura al óleo desde hace más de quinientos años. El aceite de linaza se prensa de la semilla del lino. A lo largo de la historia, ha demostrado ser el aglutinante para la pintura al óleo con las mejores propiedades. Otros aceites secantes proporcionan una capa de pintura menos duradera, pueden oscurecerse notablemente o tardan mucho en secar. Lamentablemente, no existe un aceite ideal para cada una de las propiedades deseadas, pero el aceite de linaza ha demostrado, desde hace siglos, que posee la mejor combinación de las propiedades. Debido al ligero amarilleo que el aceite de linaza muestra al cabo del tiempo, en la fabricación de los blancos, se sustituye el aceite de linaza por el aceite de alazor.

#### *Piso de linóleo:*

El linóleo es una mezcla de corcho, piedra caliza molida, aceite de linaza, pigmentos minerales, harina de madera reciclada y resinas de árboles montadas en un soporte de yute. Curiosamente, su nombre es una combinación de las palabras en latín para el lino (Linum) y aceite (óleo).

El linóleo se suele utilizar en cocinas y se encuentra disponible en tejas, láminas e incluso piezas de corte que se asemejan a las alfombras. Se pega al suelo con adhesivo y por ello se vende en varios tamaños y medidas lo que permite que se coloque en cualquier espacio. Tiende a usarse como piso de áreas de alto tránsito por su durabilidad y lo fácil que es limpiarlo. El linóleo es considerado un material amigable con el medio ambiente porque no está hecho en base a ningún producto químico tóxico sino en base a productos naturales. Por otra parte es

biodegradable y se limpia muy fácil. Es excelente para las áreas de alto tráfico como la cocina, el hall o los pasillos y además puede llegar a durar unos 40 años o más.

En cuanto a las contras podemos decir que a pesar de que es resistente y fácil de limpiar, el linóleo no tiene el mismo atractivo que los pisos de materiales de alta gama y ese aspecto estético en ocasiones es importante. (VIX)

#### 2.2.2.4. *Concreto reforzado con fibras naturales*

Las fibras naturales pueden provenir principalmente del tallo y de las hojas de las plantas, también puede obtenerse fibras de la cáscara superficial de algunas frutas. Sin embargo, sólo algunas de estas fibras tienen un verdadero potencial para ser consideradas como refuerzo en el concreto. A continuación, se describen de manera general las fibras naturales más estudiadas para este fin. (Juárez, 2002, p. 4)

##### *Provenientes del tallo*

- El yute, el lino, el bambú, la caña de azúcar, la hierba de China (ramie). el sunn y el kenaf son ejemplos de fibras naturales que provienen del tallo de la planta.
- El lino (*Linum usitatissimum*).- Es esbelto y se mantiene erguido por sus fibras. Su longitud varía de 0.15 a 0.65 m. Se considera que proporciona una fibra sumamente fuerte y tiene una alta absorción de agua. (Juárez, 2002, p. 5)

##### *Propiedades mecánicas de las fibras naturales.*

Las fibras naturales necesitan tener adecuadas propiedades mecánicas para ser consideradas como posible refuerzo en matrices de cemento. En los últimos 30 años los investigadores interesados en este tema realizaron un gran número de trabajos para obtener esta

información. En la tabla 12, se muestra un resumen de las propiedades físico mecánicas de fibras naturales con mayor uso como refuerzo de concreto base cemento portland. (Juárez, 2002, p. 9

**Tabla 12**

*Propiedades Físico Mecánicas de Fibras Naturales*

Tipo de Fibra	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Densidad Absoluta (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Elasticidad Gpa	Resistencia Última a Tensión Mpa	Elongación a la Ruptura %	Absorción de Agua %
Yute	1800 - 3000	0.10 - 0.20	1.02 - 1.04	26 - 32	250 - 350	1.5 - 1.9	62
Lino	500		----	100	1000	1.8 - 2.2	----
Bambu	2500 - 3500	0.05 - 0.40	1.52	33 - 40	350 - 500	----	40 - 45
Caña de azúcar	50 - 300	0.20 - 0.40	1.20 - 1.30	15 - 19	170 - 290	----	70 - 75
Sisal	----	0.10 - 0.50		13 - 26	280 - 568	3 - 5	60 - 70
Henequén	----	0.36	1.4	----	91 - 307	2.3 - 7.6	163.1
Pasto de elefante	----	0.45	----	5	178	3.6	----
Plátano	----	0.43	0.298	1.4	92	5.9	276
Musamba	----	0.82		0.9	83	9.7	----
Coco	50 - 350	0.10 - 0.40	1.12 - 1.15	19 - 26	120 - 200	10 - 25	130 - 180

*Fuente: Concretos Base Cemento Portland Reforzados con Fibras Naturales (Agave*

*Lecheguilla, por C. Juárez.*

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. METODOLOGÍA Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Tipo de Investigación:

La metodología de investigación reunió las condiciones para ser de tipo cuantitativa – correlacional, ya que en base a las cantidades se cuantificará los resultados obtenidos de laboratorio, para luego hacer el uso de estadísticas y así se confirmó la hipótesis planteada en la investigación.

Así mismo nuestra investigación es correlacional, ya que, existe variables (baba de linaza y resistencia a la compresión del concreto) y se hizo la comparación de la resistencia a compresión del concreto con un patrón con un 0% de linaza, y otro adicionando linaza al concreto.

#### 3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

##### 3.2.1. Diseño Metodológico:

El diseño metodológico del presente trabajo es una investigación cuasi experimental - correlación, ya que tuvimos por objetivo conocer los resultados y variantes que ocurren al adicionar la baba de linaza a un concreto convencional y así evaluar los cambios que existen.

Así mismo evaluar la correlación que existe entre las variables, baba de linaza y resistencia a la compresión del concreto.

### 3.2.2. Procedimientos para realizar la Investigación

Para realizar la presente investigación se siguieron los pasos que se detalla en el organizador visual que se resume en la Figura 4.

Empleamos cuatro materiales:

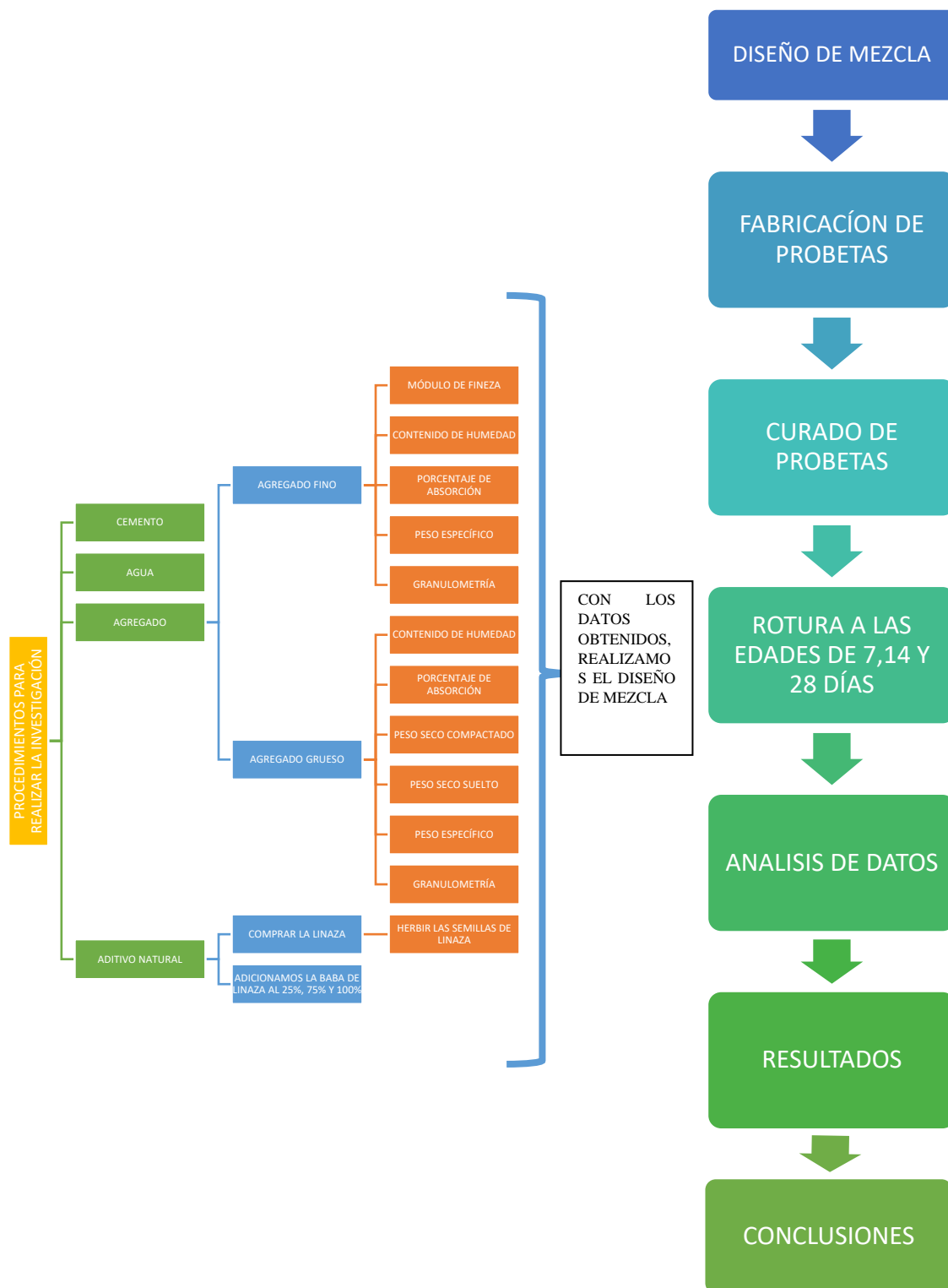
- Cemento de la marca sol
- Agua potable
- Agregado grueso y Agregado fino, estos fueron extraídos de la cantera de Parihuanca – Taricá, se optó por utilizar el agregado de esa cantera ya que es usado en la mayoría de obras en la ciudad de Huaraz.
- Aditivo natural, que en nuestro caso es la baba de linaza la cual fue agregada en proporción al agua.

Así mismo para el diseño de mezcla, se consideró la normativa ACI-211, para un concreto de resistencia  $210\text{kg/cm}^2$  que puede ser usado para cualquier tipo de estructura.

Todos los ensayos correspondientes para la ejecución de la tesis se realizaron en el lugar de estudio que es la ciudad de Huaraz.

**Figura 4**

*Procedimiento para realizar la investigación.*



### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

En la presente investigación, la población y muestra estuvo conformada por 60 probetas de concreto; cantidad que ha sido determinada tomando en cuenta lo indicado en el Reglamento Nacional de edificaciones, norma técnica E.060 (2020), que menciona: Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f^c$ . (SENCICO, 2020).

Por lo que con la finalidad de obtener valores más representativos se ha determinado elaborar 5 briquetas por cada edad de ensayo. La cantidad de briquetas obtenida considera el concreto patrón (sin adición de la linaza) y las briquetas de concreto elaboradas con la adición de la baba de linaza en 25%, 75% y 100% con respecto al volumen de agua.

#### 3.3.1. Criterios de Evaluación Muestral:

Los criterios fueron evaluar a los componentes usados para la fabricación de un concreto patrón y un concreto adicionando la baba de linaza, los porcentajes de adición del aditivo natural fueron en función al agua. La Tabla 13 resumen la distribución de muestras.

**Tabla 13**

*Distribución de muestras.*

DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS												
	CONCRETO PATRÓN			CONCRETO + 25% DE BABA DE LINAZA			CONCRETO + 75% DE BABA DE LINAZA			CONCRETO + 100% DE BABA DE LINAZA		
Edad	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28
Briquetas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>TOTAL, DE BRIQUETAS: 60</b>												

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 14.**

*Operacionalización de variables*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
La linaza	Producto natural orgánico que luego de ser hervido suelta una baba y esta se usa en proporción al agua.	Concretos Base Cemento Portland Reforzados con Fibras Naturales (Agave Lecheguilla), por C. Juárez.	Dosificación: 0%, 25%, 75% y 100%.	Litros (lt) en proporción al agua.
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
La Resistencia a la Compresión del Concreto	La resistencia es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse, se determina por: "Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas"	Procedimiento de acuerdo a INACAL (2015). NTP 339.034: "HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión, en muestras cilíndricas", Lima-Perú: Indecopi	Días: 7, 14 y 28.	$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> ), se prueba en la máquina de rupturas de las probetas.

### 3.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

La investigación se desarrolló en la ciudad de Huaraz que se encuentra aproximadamente en las coordenadas 9°31'48"S 77°31'44"O y a una altitud media de 3050 m s. n. m. Departamento de Ancash.



Los ensayos de laboratorio fueron ejecutados en el laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo – Huaraz.

### Figura 5

*Ubicación de laboratorio de ensayo*



## 3.6. INSTRUMENTOS:

### 3.6.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos.

Para llevar a cabo la presente investigación se usaron documentos, ya sean impresos de libros o investigaciones que aportaron al tema sobre el uso de aditivos naturales en el concreto y sus consecuencias; así mismo se usaron las normas técnicas peruanas para poder realizar correctamente los procedimientos de los ensayos en el laboratorio e interpretar los resultados obtenidos.

Para un mejor alcance de la investigación se hizo uso de diversas páginas de internet, así mismo se verificaron que esas páginas sean de fuentes confiables.

### 3.7. PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS:

#### PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

##### 1. Granulometría

Se tomó como referencia la NTP 400.012 “Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global”.

##### 1.1. Aparatos

Balanza: Debe tener una sensibilidad de 0.1 % del peso de prueba en cualquier punto dentro del rango de uso.

Tamices: Los tamices serán montados sobre armaduras construidas de tal manera que prevea pérdidas de material durante el tamizado. Los tamices cumplirán con la NTP 350.001.

Agitador Mecánico de Tamices: Un agitador mecánico impartirá un movimiento vertical o movimiento lateral al tamiz, causando que las partículas tiendan a saltar y girar presentado así diferentes orientaciones a la superficie del tamizado.

Horno: Un horno de medidas apropiada y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

##### 1.2. Procedimiento (agregado grueso)

- 1°. La muestra debe estar ya seca.
- 2°. Se procede a hacer el cuarteo de todo el agregado grueso.
- 3°. Lavamos la muestra
- 4°. Trasladamos la muestra a un recipiente y metemos al horno por 24 horas.

- 5°. Procedemos a tamizar con las mallas 2'', 1 1/2'', 1'', 3/4'', 1/2'', 3/8'' y N° 4, agitamos manualmente, como se muestra en la Figura 5.
- 6°. Pesamos las muestras retenidas en cada tamiz.
- 7°. Anotamos los resultados para hacer la curva granulométrica. En la Tabla 15, la Figura 6 y la Tabla 16, se muestran los resultados del ensayo de granulometría.

**Figura 6**

*Procedimiento de Tamizado del Agregado Grueso*



### 1.3. Toma de datos:

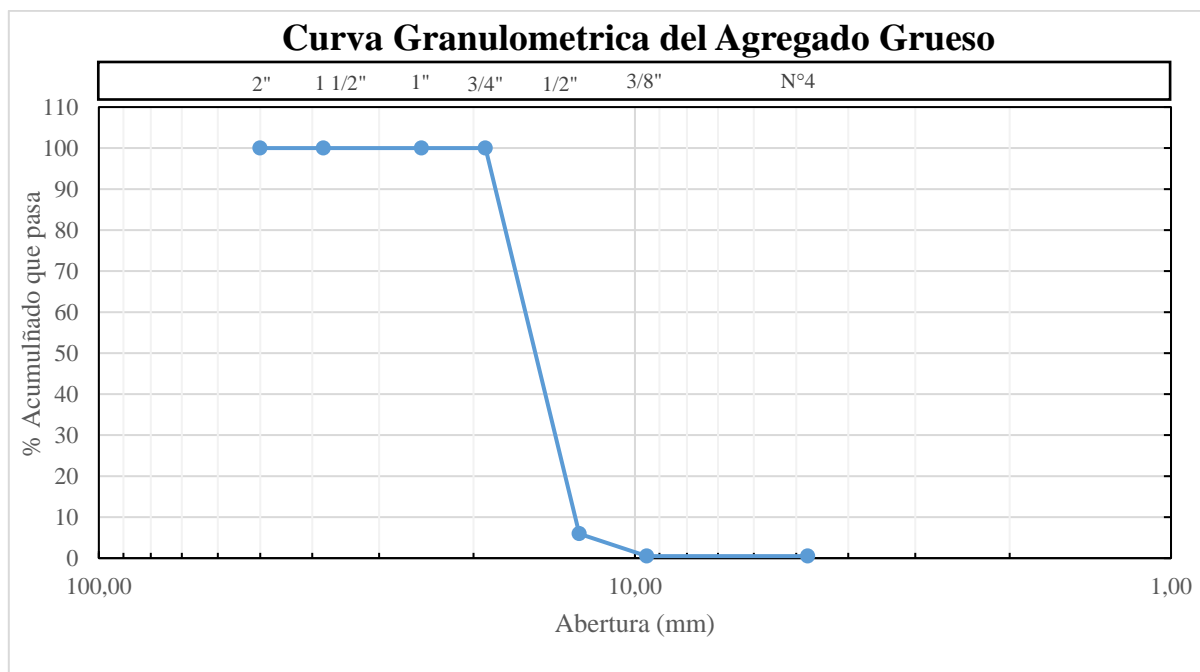
**Tabla 15**

*Análisis Granulométrico*

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	2783.80	94.05	94.05	5.95
3/8"	9.50	161.40	5.45	99.50	0.50
N°4	4.76	0.00	0.00	99.50	0.50

**Figura 7**

*Curva Granulométrica del Agregado Grueso.*



#### 1.4. Resultados

**Tabla 16**

*Reporte Obtenido del Análisis Granulométrico  
del Agregado Grueso*

---

Reporte del Análisis Granulométrico

---

**Tamaño máximo** **3/4"**

**Tamaño máximo nominal** **1/2"**

---

### 1.5. Procedimiento (agregado fino)

Se tomó de referencia la NTP 400.010 “Agregados. Extracción y preparación de las muestras”; se procede a secar la muestra a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

1. La muestra debe estar ya seca.
2. Se procede a hacer el cuarteo de todo el agregado fino.
3. Lavamos la muestra que se queda en la malla N°200
4. Trasladamos la muestra a un recipiente y metemos al horno por 24 horas.
5. Procedemos a tamizar con las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N° 100 y N° 200, agitamos manualmente, como se muestra en la Figura 7.
6. Pesamos las muestras retenidas en cada tamiz.
7. Anotamos los resultados para hacer la curva granulométrica. En la Tabla 17, la Figura 8 y la Tabla 18, se muestran los resultados del ensayo de granulometría.

#### Figura 8

##### *Procedimiento de Tamizado del Agregado Fino*

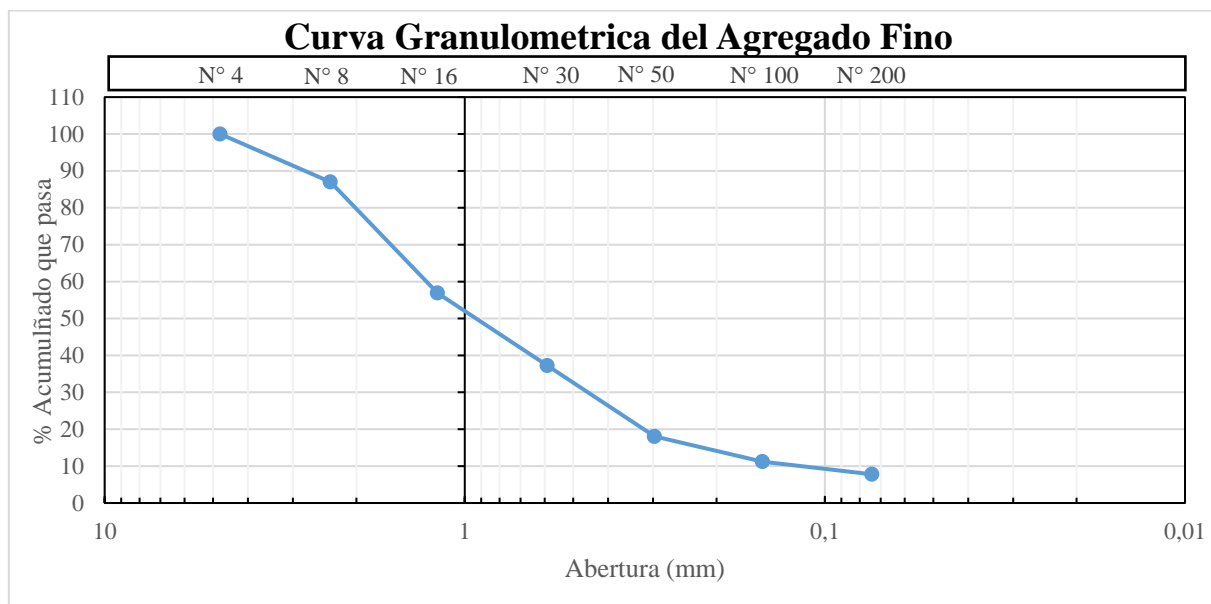


## 1.6. Toma de datos

**Tabla 17**

*Análisis Granulométrico*

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
N° 4	4.78	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.36	273.10	13.00	13.00	87.00
N° 16	1.19	631.70	30.08	43.08	56.92
N° 30	0.59	412.90	19.67	62.75	37.25
N° 50	0.297	403.50	19.21	81.96	18.04
N° 100	0.149	143.60	6.84	88.80	11.20
N° 200	0.074	71.80	3.42	92.22	7.78

**Figura 9***Curva Granulométrica del Agregado Fino***1.7. Resultados****Tabla 18***Reporte Obtenido del Análisis Granulométrico del Agregado Fino.*


---

**Reporte del Análisis Granulométrico**

---

<b>Módulo de finura</b>	2.90
-------------------------	------

---

**2. Peso Específico y Absorción****2.1. Peso específico y absorción del agregado grueso**



Se tomó como referencia la NTP 400.021 “Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso”.

### **Aparatos**

**Balanza:** Sensible a 0.5 g y con capacidad de 5 000 gramos o más.

**Cesta con malla de alambre:** Con abertura correspondiente al tamiz N° 6 o abertura menor, el cesto deberá ser construido de tal forma de prevenir el aire atrapado cuando este sumergido.

**Depósito de agua:** Un depósito estanco adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de balanza.

**Tamices:** Un tamiz normalizado de 4.75 mm(N°4).

**Estufa:** Capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

### **2.2. Procedimiento (agregado grueso)**

- Se lava la muestra y dejamos secar en el horno por 24 horas.
- Sumergimos en un recipiente por 24 horas para la saturación.
- Nos deshacemos del agua y procedemos a secar con una tela hasta que la superficie quede sin agua, no debe estar seca pero sí opaca, como se muestra en la figura 10.
- Anotamos el peso del saturado del material (Debe estar superficialmente seco).

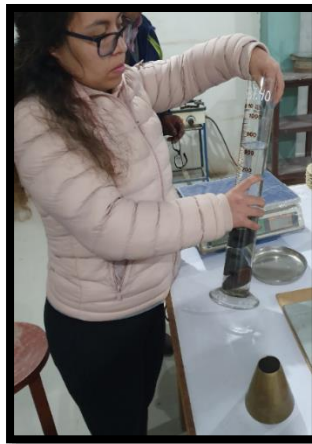


**Figura 10***Procedimiento para Cálculo de Absorción*

- Pesamos la probeta graduada con 100ml de agua, luego agregamos la muestra y volvemos a pesar, como se muestra en las Figuras 11 y 12.
- Aproximadamente después de 5 horas volvemos a pesar y anotamos. En las Tablas 19 y 20 se muestran los resultados del ensayo del peso específico y absorción.

**Figura 11**

Incorporación de la Muestra en la Probeta.



**Figura 12**

*Pesaje de la Muestra con la Probeta.*



### 2.3. Resultados

**Tabla 19**

*Reporte Obtenido del Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso.*

---

**PORCENTAJE DE ABSORCIÓN**

**ASTM C127-C128 (NTP 400.021 - 400.022)**

<b>AGREGADO</b>	<b>GRUESO</b>
N° Recipiente	6
Peso Recipiente + Material Sup. Seca en Aire	143.2
Peso Recipiente + Material Secado en Estufa	141.87
Peso del Agua	1.33
Peso del Recipiente	21.9
Peso Material Secado en estufa	119.97
<b>Porcentaje de absorción</b>	<b>1.11</b>

**Tabla 20**

*Reporte Obtenido del Peso Específico del Agregado Grueso.*

<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
<b>ASTM C127-C128 (NTP 400.021-400.022)</b>	
<b>AGREGADO</b>	<b>GRUESO</b>
Tamaño máximo de la muestra	1/2"
Tipo de Frasco Utilizado	Prob. 1000ml
Peso Frasco + Agua	1586.70
Peso Material Sup Seca al aire	500.00
Peso Material Saturado + Agua + Frasco	2086.70
Peso Global con desp. De Volumen	1900.30
Peso Vol. Masa + Vol. Vacíos	186.40
<b>Peso Específico</b>	<b>2.682</b>

**2.4. *Peso específico del agregado fino***

Se tomó como referencia la NTP 400.021 “Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino”.

**Aparatos**

Balanza: Sensible a 0.1 % del peso medido y con capacidad de 1 000 gramos o más.

Frasco: Frasco volumétrico de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad.

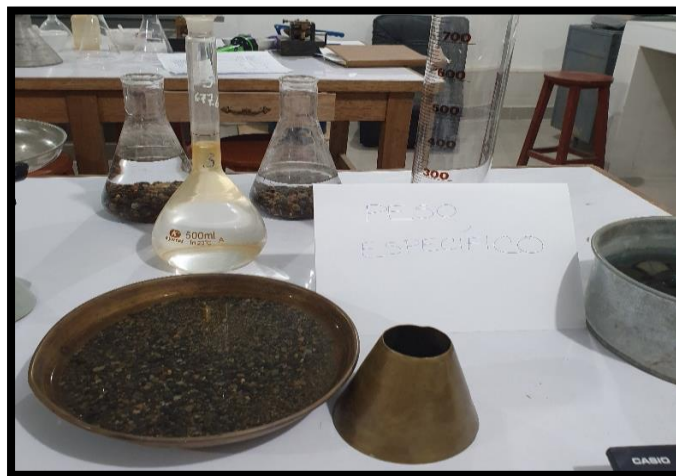
Estufa: Capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C  $\pm$  5°C.

### 2.5. *Preparación y procedimiento (agregado fino)*

- Dejamos la muestra reposar por 24 horas y esta debe estar sumergida en agua, como se muestra en la Figura 12.
- Extendemos la muestra sobre un papel periódico para proceder con el ensayo del cono de absorción.
- Golpeamos 25 veces la superficie suavemente. (Si la muestra contiene humedad la muestra mantendrá la forma del cono, entonces se procede a seguir secando la muestra hasta que el agregado ya no tome la forma del molde)
- La muestra seca se introduce en un matraz de 500ml y se llena de agua.
- Transcurrido una hora, se vuelve a llenar agua hasta los 500ml y se procede a pesar.
- Retiramos la muestra del matraz y lo llevamos al horno a una temperatura constante de 110°C  $\pm$ 5°C, dejamos enfriar por una hora aproximadamente y procedemos a pesar.
- Finalmente anotamos los resultados En la Tabla 21 se muestran los resultados del ensayo de peso específico del agregado fino.

**Figura 13**

*Procedimiento del Peso específico del Agregado Fino*



## 2.6. Resultados

**Tabla 21**

*Reporte Obtenido del Peso Específico del Agregado Fino.*

<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
<b>ASTM C127-C128 (NTP 400.021-400.022)</b>	
<b>AGREGADO</b>	<b>FINO</b>
Tamaño máximo de la muestra	Malla N° 4
Tipo de Frasco Utilizado	Fiola 500 ml
Peso Frasco + Agua	666.00
Peso Material Sup Seca al aire	200.00
Peso Material Saturado + Agua + Frasco	866.00
Peso Global con desp. De Volumen	790.40
Peso Vol. Masa + Vol. Vacíos	75.60
<b>Peso Específico</b>	<b>2.646</b>

## 3. Contenido de Humedad

Se tomó como referencia la NTP 339.185 “Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado”.

### 3.1. *Aparatos*

- Balanza: Debe tener una sensibilidad de 0.1 % del peso de prueba en cualquier punto dentro del rango de uso.
- Puente de calor: Un horno ventilado capaz de mantener la temperatura alrededor de la muestra a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Recipiente de la muestra: Un envase que no sea afectado por el calor y con suficiente capacidad para contener la muestra sin peligro de derramarse.

### 3.2. *Procedimientos*

- 1°. Cuando el material de la cantera es llevado al laboratorio se toma inmediatamente dos muestras para realizar el contenido de humedad.
- 2°. Se pesa los recipientes con las muestras.
- 3°. Se lleva al horno por 24 horas las muestras como se muestra en la Figura 14.
- 4°. Al día siguiente se procede a pesar las muestras y se procede a anotar los resultados. En la Tabla 22, 23 y la figura 15 se muestran los resultados del ensayo de contenido de humedad.

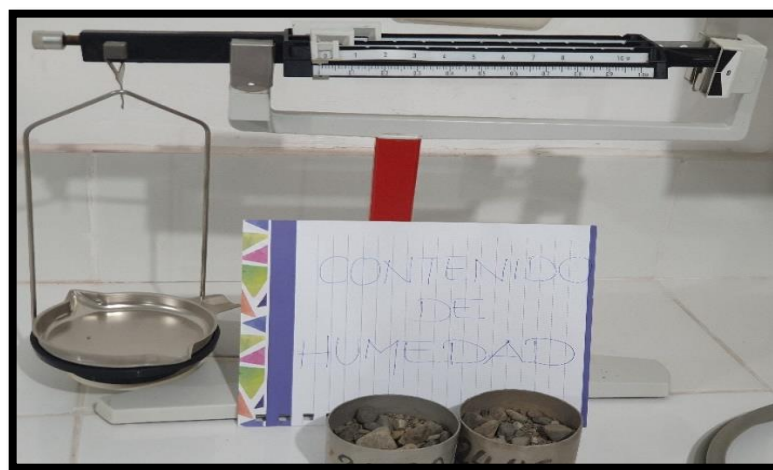


**Figura 14**

*Procedimiento para Determinar el Contenido de Humedad de los Agregados*

**Figura 15**

*Procedimiento para Determinar el Contenido de Humedad de los Agregados*



### 3.3. Toma de datos

**Tabla 22**

*Contenido de Humedad del Agregado Fino.*

<b>AGREGADO FINO</b>		
Peso Húmedo + Recipiente	199.40	198.60
Peso Seco + Recipiente	194.05	191.70
Peso Recipiente	24.45	24.90
Peso Suelo Seco	169.60	166.80
Peso de agua	5.35	6.9
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>3.15</b>	<b>4.14</b>

**Tabla 23**

*Contenido de Humedad del Agregado Grueso.*

<b>AGREGADO GRUESO</b>		
Peso Húmedo + Recipiente	168.90	169.90
Peso Seco + Recipiente	167.73	168.20
Peso Recipiente	24.45	24.90
Peso Suelo Seco	143.28	143.30
Peso de agua	1.17	1.7
Contenido de Humedad	0.82	1.19
<b>Humedad Promedio</b>	<b>1.00</b>	



### 3.4. Resultados

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

Donde:

P = Contenido de humedad evaporable de la muestra en porcentaje.

W = Masa de muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramos.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 24 y se detalla en los anexos

**Tabla 24**

*Resultados del contenido de Humedad en los Agregados*

---

<b>Resultados del Contenido de Humedad</b>	
Agregado fino	3.65
Agregado grueso	1.00

---

## 4. Peso Unitario del Agregado Fino y Grueso

Se tomó como referencia la NTP 400.017 “Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad”.

### 4.1. Aparatos

Balanza: Sensible a 0.1 % de la carga de ensayo en cualquier punto de rango de uso.

Varilla de apisonado: Varilla lisa de acero, redondeado de 16 mm de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud.

Recipiente: Recipiente cilíndrico de metal, hermético a prueba de agua.

Pala o cucharón: Será de tamaño conveniente para llenar el recipiente con el agregado.

#### 4.2. *Procedimiento (densidad de masa suelta)*

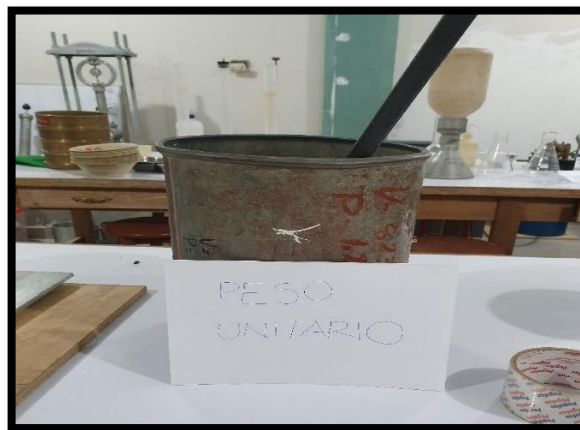
- Seleccionamos un recipiente, al cual pesamos y hallamos su volumen.
- Llenamos el recipiente con agregado hasta el tope del recipiente.
- Procedemos a pesar.
- Apuntamos los datos.

#### 4.3. *Procedimiento (densidad de masa compactada)*

- Seleccionamos un recipiente, al cual pesamos y hallamos su volumen.
- Se llena el agregado hasta un tercio del recipiente.
- Golpeamos 25 veces con un varilla sin que esta toque el fondo, como se muestra en la Figura 16.
- Repetimos esta acción 2 veces más, teniendo en cuenta que la varilla no golpee la capa inferior.
- Una vez llenado al tope, se pesa el recipiente con el agregado.
- Anotamos los datos. En las Tablas 25, 26, 27 y 28 se muestran los resultados del ensayo de peso unitario.

**Figura 16**

*Densidad de Masa Suelta y Compactada del Agregado Grueso*



#### 4.4. Datos

**Tabla 25**

*Reporte de Densidad de Masa y Contenido de Vacíos del Agregado Fino.*

#### **PESO UNITARIO AGREGADO FINO**

ASTM C29 (NTP 400.017)

<b>TIPO DE PESO UNITARIO</b>	<b>Peso Unitario Suelto</b>			<b>Peso Unitario Compactado</b>		
<b>MUESTRA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso Material + Molde	10130.000	10170.000	10150.000	10480.000	10400.000	10410.000
Peso del Molde	6700.000	6700.000	6700.000	6700.000	6700.000	6700.000
Peso del Material	3430.000	3470.000	3450.000	3780.000	3700.000	3710.000
Volumen del Molde	2124.000	2124.000	2124.000	2124.000	2124.000	2124.000
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1615	1634	1624	1780	1742	1747
<b>Peso Unitario Promedio (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1624</b>			<b>1756</b>		

**Tabla 26**

*Reporte de Densidad de Masa y Contenido de Vacíos del Agregado Grueso.*

<b><u>PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO</u></b>						
ASTM C29 (NTP 400.017)						
<b>TIPO DE PESO UNITARIO</b>	<b>Peso Unitario Suelto</b>			<b>Peso Unitario Compactado</b>		
<b>MUESTRA N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso Material + Molde	10270.00	10240.00	10210.00	10480.00	10410.00	10450.00
Peso del Molde	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00
Peso del Material	3570.00	3540.00	3510.00	3780.00	3710.00	3750.00
Volumen del Molde	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1680	1667	1650	1780	1750	1770
<b>Peso Unitario Promedio (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1667</b>			<b>1764</b>		

#### 4.5. Resultados:

**Tabla 27**

*Peso Unitario del Agregado Fino.*

<b><u>PESO UNITARIO AGREGADO FINO</u></b>		
ASTM C29 (NTP 400.017)		
	<b>Peso Unitario Suelto</b>	<b>Peso Unitario Compactado</b>
<b>Peso Unitario Promedio (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1624</b>	<b>1756</b>

**Tabla 28***Peso Unitario del Agregado Grueso*

<b><u>PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO</u></b>		
<b>ASTM C29 (NTP 400.017)</b>		
	<b>Peso Unitario Suelto</b>	<b>Peso Unitario Compactado</b>
<b>Peso Unitario Promedio (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1667	1764

### **RECOLECCIÓN DE LA BABA DE LINAZA**

Para la obtención de la baba de linaza se realizaron los siguientes pasos:

#### **1. Extracción de la baba de linaza**

- La proporción de linaza y agua fue de: 250 gramos de linaza por cada 7 litros de agua.
- Hacemos hervir las semillas de linaza hasta que se genere una baba como se muestra en la Figura 18.
- Colamos para que no haya residuos de las semillas de linaza, como se muestra en la Figura 19.
- Dejamos enfriar, como se observa en la Figura 20.

**Figura 17**

*Muestras de Linaza.*

**Figura 18**

*Procedimiento de Hervor de la Linaza.*





**Figura 19**

*Procedimiento de Colación.*

**Figura 20**

*Muestra de Linaza Lista para la Mezcla.*



## DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN EL MÉTODO DEL ACI 211

### 1. Propiedades Físicas del agregado

**Tabla 29**

*Propiedades físicas del agregado*

<b>AGREGADO FINO</b>			
Módulo de fineza:	2.9	Peso específico:	2.65
Contenido de Humedad (%):	3.65	Peso Seco Suelto (Kg/cm <sup>3</sup> ):	1624
Absorción (%):	2.27	Peso Seco Compactado (Kg/cm <sup>3</sup> ):	1756
<b>AGREGADO GRUESO</b>			
Contenido de Humedad (%):	1	Peso específico:	2.68
Absorción (%):	1.11	Peso Seco Suelto (Kg/cm <sup>3</sup> ):	1667
		Peso Seco Compactado (Kg/cm <sup>3</sup> ):	1764

### 2. Valores tomados en cuenta para el diseño

**Tabla 30**

*Valores de Diseño*

<b>VALORES DE DISEÑO</b>			
Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ):	210	Peso específico del cemento (Tipo I):	3.11
Tamaño Máximo nominal (pulg):	1/2"	Revestimiento (pulg):	3"-4"
Agua de mezclado (Lts):	216	Aire atrapado (%):	2.5
Relación a/c:	0.57	Volumen de agregado grueso:	0.54



### 3. Proporciones

**Tabla 31**

*Proporción Peso Volumen*

PROPORCIÓN	PESO	VOLUMEN
<b>Cemento</b>	1	1
<b>Arena</b>	2.04	1.82
<b>Piedra</b>	2.54	2.26
<b>Agua</b>	0.55	23.18 lt/saco

#### ELABORACIÓN DE LAS BRIQUETAS DE CONCRETO.

##### 1. Elaboración de las probetas con un concreto tradicional a 0% de linaza.

- Engrasamos los moldes con un paño humedecido por petróleo, esto facilitará al momento de desmoldar los testigos.
- Una vez engrasados los moldes se procedió a verter el concreto ya mezclado hasta un tercio del molde.
- Con una varilla lisa de ½” se realizó el chuseado, 25 golpes hasta la parte inferior del molde.
- Con un martillo de goma golpeamos las caras del molde de la briqueta para eliminar el aire, se golpea de 10 a 15 veces.
- Se repite vuelve a llenar un tercio más de la mezcla y con la varilla lisa volvemos a realizar el chuseado, esta vez la varilla no llega hasta el fondo del molde, solo debe abarcar el tercio nuevo que ha sido llenado.

- Volvemos a repetir los pasos mencionados hasta completar la briqueta.
- Con un badilejo se pule la superficie, para un mejor acabado.
- Se almacenaron todas las probetas por 24 horas.
- Pasado el tiempo se desmolda y registra cada probeta.
- Realizamos el curado respectivo, sumergiéndolas en una posa con agua.

## 2. **Elaboración de las probetas de concreto con linaza al 25%, 75% y 100%.**

- Engrasamos los moldes con un paño humedecido por petróleo, esto facilitará al momento de desmoldar los testigos.
- Medimos las proporciones de baba de linaza para los porcentajes de 25%, 75% y 100% con respecto al volumen de agua, para añadirlo a la mezcla.
- Una vez engrasados los moldes se procedió a verter el concreto ya mezclado hasta un tercio del molde.
- Con una varilla lisa de ½” se realizó el chuseado, 25 golpes hasta la parte inferior del molde.
- Con un martillo de goma golpeamos las caras del molde de la briqueta para eliminar el aire, se golpea de 10 a 15 veces.
- Se repite vuelve a llenar un tercio más de la mezcla y con la varilla lisa volvemos a realizar el chuseado, esta vez la varilla no llega hasta el fondo del molde, solo debe abarcar el tercio nuevo que ha sido llenado.
- Volvemos a repetir los pasos mencionados hasta completar la briqueta.
- Con un badilejo se pule la superficie, para un mejor acabado.
- Se almacenaron todas las probetas por 24 horas.

- Pasado el tiempo se desmolda y registra cada probeta.
- Realizamos el curado respectivo, sumergiéndolas en una poza con agua.

### 3. Ensayo normalizado de la resistencia a la compresión del concreto

NTP 339.034 “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas”

- Para el ensayo tomamos a los testigos elaborados con concreto de 210kg/cm<sup>2</sup> y con una altura de 30.00cm y diámetro de 15.00 cm
- Limpiamos la máquina y colocamos los testigos tratando de que esté uniforme para que la carga se pueda aplicar en toda la briqueta.
- Realizamos en el ensayo en la prensa de compresión, que consiste en someter a carga a los testigos hasta que estos consigan la falla.
- Retiramos los testigos y anotamos los resultados.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO CON BABA DE LINAZA AL 0%, 25%, 75% Y 100% A UNA EDAD DE 7 DÍAS.

En la Tabla 32 y la figura 21, se muestran los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de briquetas de concreto a los 7 días.

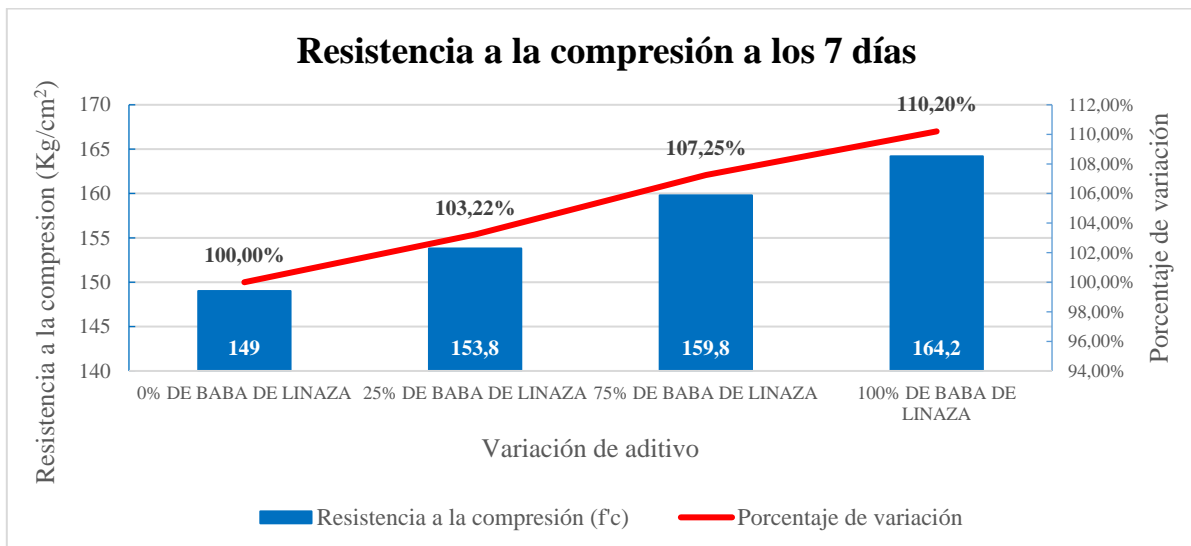
**Tabla 32**

*Resistencia a la Compresión a los 7 Días.*

	<b>RESISTENCIA KG/CM2</b>	<b>% Fc/f'c</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
<b>0% DE BABA DE LINAZA</b>	149	71	100.00%
<b>25% DE BABA DE LINAZA</b>	153.8	73	103.22%
<b>75% DE BABA DE LINAZA</b>	159.8	76	107.25%
<b>100% DE BABA DE LINAZA</b>	164.2	78	110.20%

**Figura 21**

*Resistencia a la Compresión a los 7 Días.*



En la figura 21 observamos:

- a. Al adicionar nuestro aditivo natural (baba de linaza) influye positivamente en la resistencia a compresión del concreto.
- b. Al adicionar 100% de baba de linaza, la resistencia del concreto se incrementa en un 10.20%.

#### **4.2. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO CON BABA DE LINAZA AL 0%, 25%, 75% Y 100% A UNA EDAD DE 14 DÍAS.**

En la Tabla 33 y la figura 22, se muestran los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de briquetas de concreto a los 14 días.

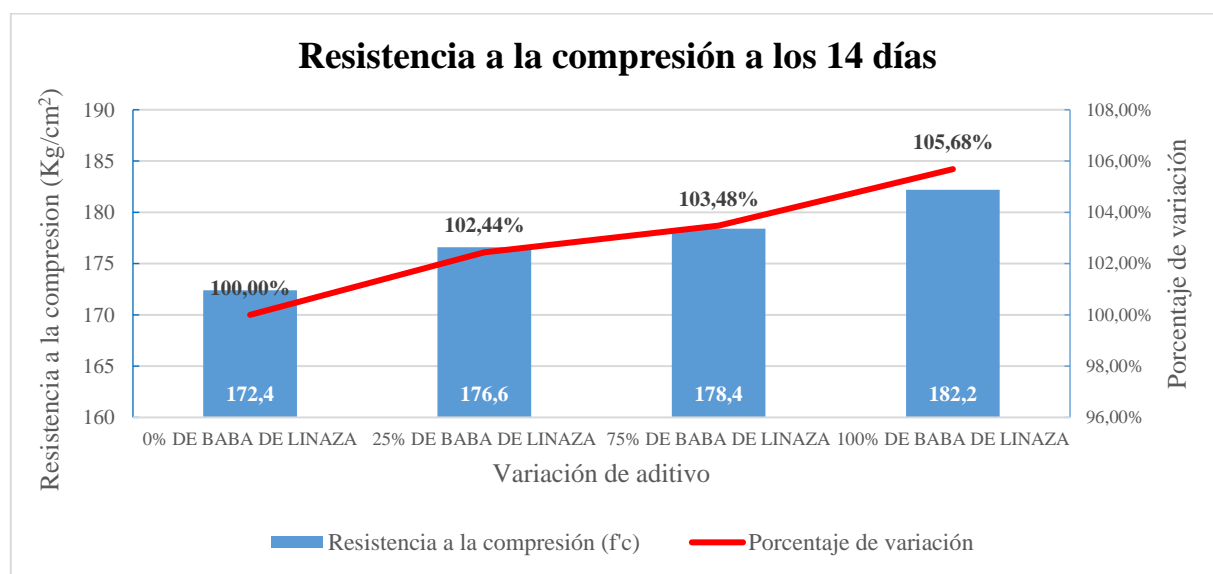
**Tabla 33**

*Resistencia a la Compresión a los 14 Días.*

	<b>RESISTENCIA KG/CM2</b>	<b>% Fc/f'c</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
<b>0% DE BABA DE LINAZA</b>	172.4	82	100.00%
<b>25% DE BABA DE LINAZA</b>	176.6	84	102.44%
<b>75% DE BABA DE LINAZA</b>	178.4	85	103.48%
<b>100% DE BABA DE LINAZA</b>	182.2	87	105.68%

**Figura 22**

*Resistencia a la Compresión a los 14 Días.*



En la figura 22 observamos:

- La resistencia va incrementando conforme se aumenta la adición de la linaza.
- Al adicionar un 100% de baba de linaza la resistencia a la compresión aumenta en un 5.68%.

#### 4.3. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO CON BABA DE LINAZA AL 0%, 25%, 75% Y 100% A UNA EDAD DE 28 DÍAS.

En la Tabla 34 y la figura 23, se muestran los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de briquetas de concreto a los 7 días.

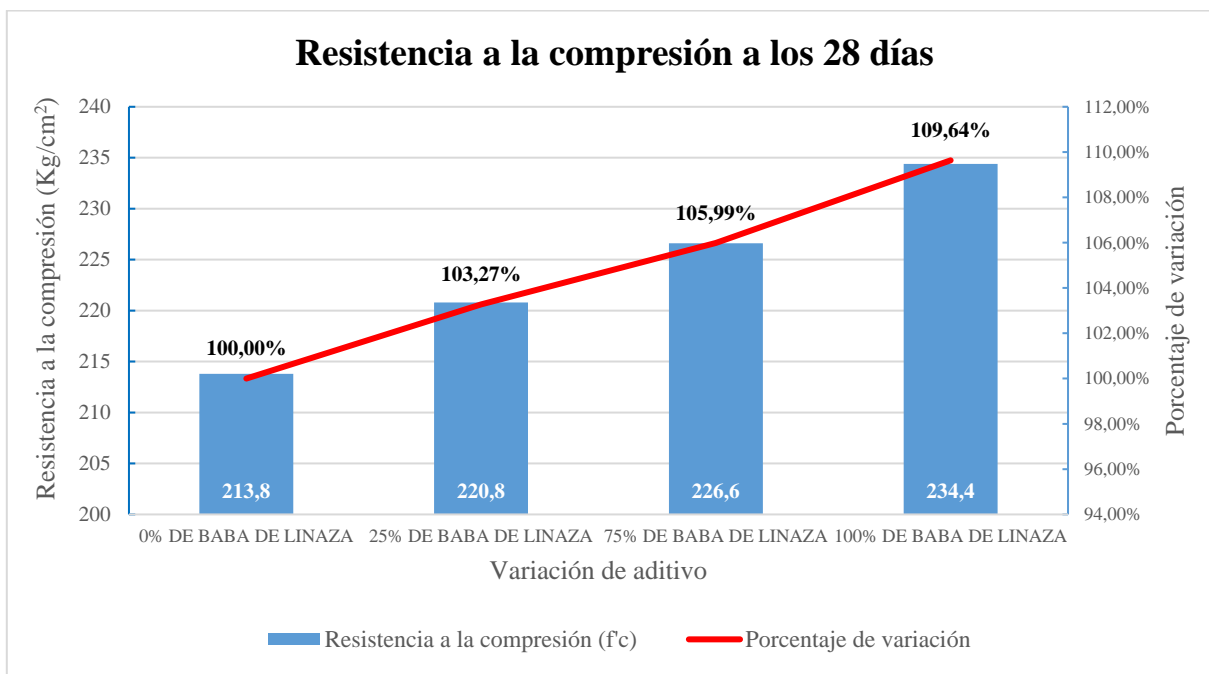
**Tabla 34**

*Resistencia a la Compresión a los 28 Días.*

	<b>RESISTENCIA KG/CM2</b>	<b>% Fc/f'c</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
<b>0% DE BABA DE LINAZA</b>	213.8	102	100.00%
<b>25% DE BABA DE LINAZA</b>	220.8	105	103.27%
<b>75% DE BABA DE LINAZA</b>	226.6	108	105.99%
<b>100% DE BABA DE LINAZA</b>	234.4	112	109.64%

Figura 23

*Resistencia a la Compresión a los 28 Días.*



En la figura 23 observamos:

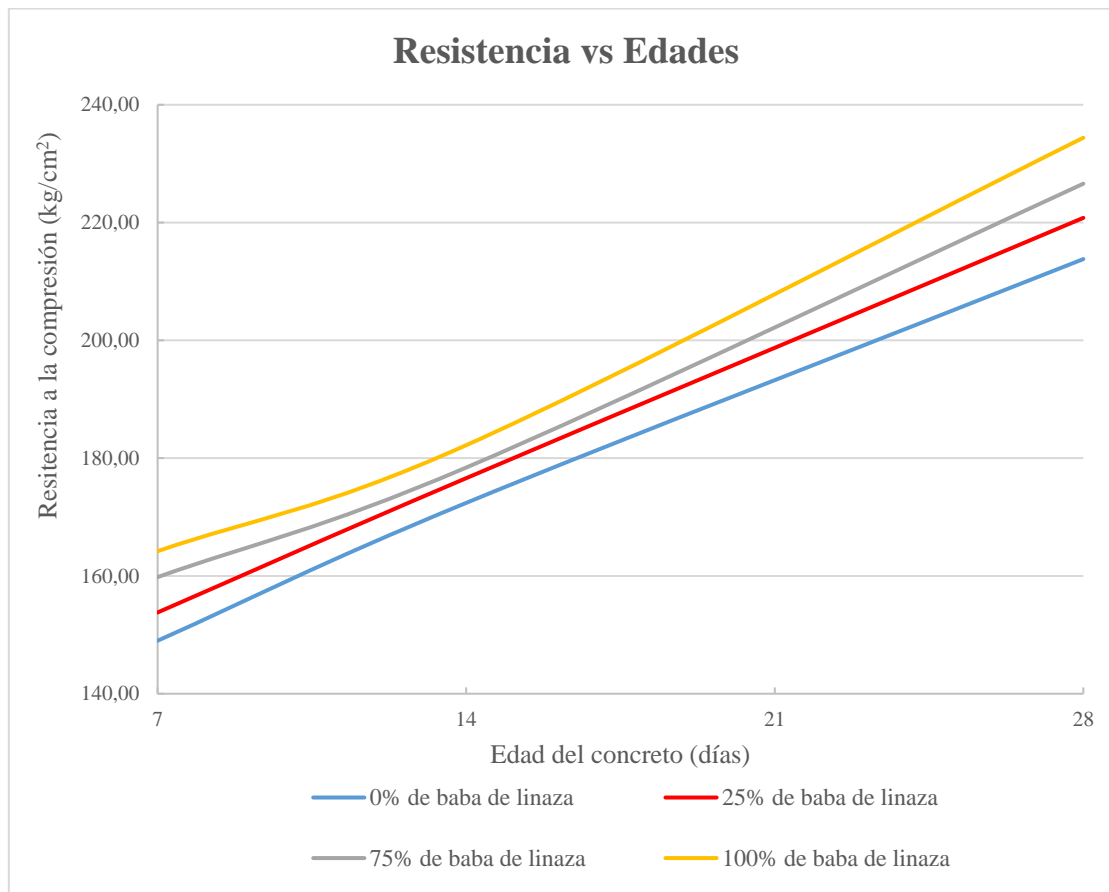
- a. La resistencia del concreto incrementa con nuestro aditivo natural, a más aditivo mayor resistencia del concreto.
- b. Al adicionar el 100% de baba de linaza, la resistencia aumenta aproximadamente un 10%.



#### 4.4. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO CON LAS EDADES.

**Figura 24**

*Resistencia del Concreto vs Edades.*



En la figura 24 se observa:

- La resistencia del concreto va aumentando conforme aumentan las edades.
- La mayor resistencia del concreto se logra a una edad de 28 días con una adición del 100% de nuestro aditivo natural, baba de linaza.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- 5.1. La influencia de la linaza como aditivo natural incrementa la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huaraz - 2018, en comparación con un concreto tradicional.
  
- 5.2. La influencia de la linaza como aditivo natural incrementa un 10% la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huaraz - 2018.

Al finalizar la investigación, analizar y procesar los resultados, podemos observar que la resistencia del concreto aumenta conforme vamos aumentando la baba de linaza como aditivo natural.

## CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- 6.1. Se recomienda ampliar la investigación en la evaluación de la resistencia a la flexión del concreto con la adición de la baba de linaza.
- 6.2. Se recomienda ampliar la investigación usando la baba de linaza en el comportamiento de las otras propiedades del concreto, como la trabajabilidad, cohesividad y durabilidad.
- 6.3. Se recomienda ampliar la investigación usando otros porcentajes de adición de baba de linaza como en un 50% y menores al 25%.
- 6.4. Se recomienda ampliar la investigación realizando ensayos de resistencia a la compresión de briquetas de concreto a otras edades como, 1 día, 3 días y 90 días.
- 6.5. Para futuras investigaciones se recomienda analizar los componentes de la linaza y la baba de linaza y evaluar su intervención en el aumento de la resistencia a la compresión del concreto.
- 6.6. Se recomienda difundir el uso de la baba de linaza como aditivo natural, en los diferentes proyectos de obras civiles.

## BIBLIOGRAFÍA

Aburto, Z. (2018). *“Influencia del aloe vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural”* Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo. Repositorio UNT. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9651>

Abanto, F. (2009). *Tecnología de Concreto (Teoría y Problemas)*, Editorial San Marcos

Pasquel, E. (1992). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. Colegio de Ingenieros del Perú.

ASTM C39. *Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto*.

Bailonia, I. (2015). *“El uso de aditivos de origen natural integral a masas de concreto para la protección contra la corrosión del acero estructural embebido (caso de estudio: sábila)”* Tesis de Pregrado, Universidad de Cartagena.

INACAL (2019). NTP 339.047: *“HORMIGON (CONCRETO) Definiciones y Terminología relativas al hormigón y agregados”*, Lima-Perú: Indecopi

INACAL (2019). NTP 339.088: *“HORMIGON (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. Requisitos”*, Lima-Perú: Indecopi

INACAL (2015). NTP 339.034: “*HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión, en muestras cilíndricas*”, Lima-Perú: Indecopi

INACAL (2015). NTP 339.035: “*HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para la medición de asentamiento del concreto de cemento portland*”, Lima-Perú: Indecopi

INACAL (2015). NTP: NTP 339.232: “*HORMIGON. Método normalizado para medir la absorción del agua en el concreto*”, Lima-Perú: Indecopi

INACAL (2018). NTP 339.185: “*AGREGADOS. Método de ensayo normalizado por contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*”, Lima-Perú: Indecopi

INACAL (2018). NTP 339.009: “*CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos*”, Lima, Perú: Indecopi

INACAL (2018). NTP 400.012: “*AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ra. Edición*”, Lima-Perú: Indecopi

INACAL (2018). NTP 400.022: “*AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3ra edición*” Lima-Perú: Indecopi

INACAL (2018). NTP 400.021: “*AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso*” Lima-Perú: Indecopi

INACAL (2019). NTP 400.017: “AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados”, Lima-Perú: Indecopi

Juárez, C. (2002). “Concretos base cemento Portland reforzados con fibras naturales (Agave Lecheguilla), como materiales para construcción en México” Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León. Dirección General de Bibliotecas.

Neville, A. (2013). “Tecnología Del Concreto”. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C.

Primo, C. (2001). “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (*opuntia ficus – indica*) en la resistencia a compresión del concreto” Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca. Repositorio Institucional UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/471>

Ramirez, S. (2008). “Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo mucilago de nopal como aditivo natural” Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, México. Repositorio DSpace. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/407>

Rivera, G. (2015). *Concreto Simple*, Universidad de Cauca

Sanchez, K. (2009). *“Propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel para reparar fisuras en muros de monumentos históricos de tierra”* Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú. Repositorio PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/506>

SENCICO (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones: E.060: Concreto Armado, Lima-Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.*

Rivva, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto.* ACI Peru.

Valencia, G. & Ibarra, M. (2013). *“Estudio experimental para determinar patrones de correlación entre la resistencia a compresión y la velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple”* Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú. Repositorio PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5343>



## ANEXOS

## Resultados de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"

*"Una nueva universidad para el desarrollo"*

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

SOLICITA: BACHILLER MILLENI DARMELLY CABRERA CÁCERES

TESIS: "INFLUENCIA DE LA LINAZA COMO ADITIVO NATURAL EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2018"

UBICACIÓN: LOCALIDAD: HUARAZ DISTRITO: HUARAZ PROVINCIA: HUARAZ DEPARTAMENTO: ANCASH

DOSIFICACION:..... En Peso..... En Volumen.....

F<sub>c</sub> DE DISEÑO: 210 Kg/cm<sup>2</sup> Altura: 30.00 cm Diametro: 15.00 cm

BRIQ. N°	DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm <sup>2</sup>	SLOM P (")	FECHAS		EDAD Dias	CARGA (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> (Kg/cm)	% F <sub>c</sub> /f <sub>c</sub>
				MOLDEO	ROTURA					
01	R. CONCRETO AL 0%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	26300	176.7	149	71
02	R. CONCRETO AL 0%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	26800	176.7	152	72
03	R. CONCRETO AL 0%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	26500	176.7	150	71
04	R. CONCRETO AL 0%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	26100	176.7	148	70
05	R. CONCRETO AL 0%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	25800	176.7	146	70
06	R. CONCRETO AL 0%	210	4"	23/01/2020	06/02/2020	14	29800	176.7	169	80
07	R. CONCRETO AL 0%	210	4"	23/01/2020	06/02/2020	14	30800	176.7	174	83
08	R. CONCRETO AL 0%	210	4"	23/01/2020	06/02/2020	14	31000	176.7	175	84
09	R. CONCRETO AL 0%	210	4"	23/01/2020	06/02/2020	14	30200	176.7	171	81
10	R. CONCRETO AL 0%	210	4"	23/01/2020	06/02/2020	14	30500	176.7	173	82
11	R. CONCRETO AL 0%	210	3"	24/01/2020	21/02/2020	28	38000	176.7	215	102
12	R. CONCRETO AL 0%	210	3"	24/01/2020	21/02/2020	28	37000	176.7	209	100
13	R. CONCRETO AL 0%	210	3"	24/01/2020	21/02/2020	28	38000	176.7	215	102
14	R. CONCRETO AL 0%	210	3"	24/01/2020	21/02/2020	28	38100	176.7	216	103
15	R. CONCRETO AL 0%	210	3"	24/01/2020	21/02/2020	28	37900	176.7	214	102



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DAVID AZAÑA DOMÍNGUEZ  
TÉCNICO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES




**UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"**
*"Una nueva universidad para el desarrollo"*
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**
**LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO**

**SOLICITA:** BACHILLER MILLENI DARMELLY CABRERA CÁCERES

**TESIS:** "INFLUENCIA DE LA LINAZA COMO ADITIVO NATURAL EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2018"

**UBICACIÓN:** LOCALIDAD: HUARAZ DISTRITO: HUARAZ PROVINCIA: HUARAZ DEPARTAMENTO: ANCASH

DOSIFICACION:..... En Peso..... En Volumen.....  
 f<sub>c</sub> DE DISEÑO: 210 Kg/cm<sup>2</sup> Altura: 30.00 cm Diametro: 15.00 cm

BRIQ. N°	DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm <sup>2</sup>	SLUM P (")	FECHAS		EDAD Dias	CARGA (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> (Kg/cm)	% F <sub>c</sub> /f <sub>c</sub>
				MOLDEO	ROTURA					
01	R. CONCRETO AL 25%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	26900	176.7	152	72
02	R. CONCRETO AL 25%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	27200	176.7	154	73
03	R. CONCRETO AL 25%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	27200	176.7	154	73
04	R. CONCRETO AL 25%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	27100	176.7	153	73
05	R. CONCRETO AL 25%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	27500	176.7	156	74
06	R. CONCRETO AL 25%	210	3"	23/01/2020	06/02/2020	14	31000	176.7	175	84
07	R. CONCRETO AL 25%	210	3"	23/01/2020	06/02/2020	14	31300	176.7	177	84
08	R. CONCRETO AL 25%	210	3"	23/01/2020	06/02/2020	14	31400	176.7	178	85
09	R. CONCRETO AL 25%	210	3"	23/01/2020	06/02/2020	14	31100	176.7	176	84
10	R. CONCRETO AL 25%	210	3"	23/01/2020	06/02/2020	14	31200	176.7	177	84
11	R. CONCRETO AL 25%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	39000	176.7	221	105
12	R. CONCRETO AL 25%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	39200	176.7	222	106
13	R. CONCRETO AL 25%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	39100	176.7	221	105
14	R. CONCRETO AL 25%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	38900	176.7	220	105
15	R. CONCRETO AL 25%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	38900	176.7	220	105



UNASAM  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 DAVID AZANA DOMINGUEZ  
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES




**UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"**
*"Una nueva universidad para el desarrollo"*
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**
**LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO**

SOLICITA: BACHILLER MILLENI DARMELEY CABRERA CÁCERES

TESIS: "INFLUENCIA DE LA LINAZA COMO ADITIVO NATURAL EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2018"

UBICACIÓN: LOCALIDAD: HUARAZ DISTRITO: HUARAZ PROVINCIA: HUARAZ DEPARTAMENTO: ANCASH

DOSIFICACION:..... En Peso..... En Volumen.....  
 f<sub>c</sub> DE DISEÑO: 210 Kg/cm<sup>2</sup> Altura: 30.00 cm Diametro: 15.00 cm

BRIQ. N°	DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm <sup>2</sup>	SLUM P (")	FECHAS		EDAD Días	CARGA (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> (Kg/cm)	% F <sub>c</sub> /f <sub>c</sub>
				MOLDEO	ROTURA					
01	R. CONCRETO AL 75%	210	3"	22/01/2020	29/01/2020	07	28000	176.7	158	75
02	R. CONCRETO AL 75%	210	3"	22/01/2020	29/01/2020	07	28300	176.7	160	76
03	R. CONCRETO AL 75%	210	3"	22/01/2020	29/01/2020	07	28500	176.7	161	77
04	R. CONCRETO AL 75%	210	3"	22/01/2020	29/01/2020	07	28100	176.7	159	76
05	R. CONCRETO AL 75%	210	3"	22/01/2020	29/01/2020	07	28400	176.7	161	77
06	R. CONCRETO AL 75%	210	2"	23/01/2020	06/02/2020	14	31600	176.7	179	85
07	R. CONCRETO AL 75%	210	2"	23/01/2020	06/02/2020	14	31400	176.7	178	85
08	R. CONCRETO AL 75%	210	2"	23/01/2020	06/02/2020	14	31500	176.7	178	85
09	R. CONCRETO AL 75%	210	2"	23/01/2020	06/02/2020	14	31500	176.7	178	85
10	R. CONCRETO AL 75%	210	2"	23/01/2020	06/02/2020	14	31600	176.7	179	85
11	R. CONCRETO AL 75%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	40000	176.7	226	108
12	R. CONCRETO AL 75%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	39800	176.7	225	107
13	R. CONCRETO AL 75%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	40500	176.7	229	109
14	R. CONCRETO AL 75%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	39900	176.7	226	108
15	R. CONCRETO AL 75%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	40100	176.7	227	108






**UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"**
*"Una nueva universidad para el desarrollo"*
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**
**LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO**

SOLICITA: BACHILLER MILLENI DARMELLY CABRERA CÁCERES

TESIS: "INFLUENCIA DE LA LINAZA COMO ADITIVO NATURAL EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2018"

UBICACIÓN: LOCALIDAD: HUARAZ DISTRITO: HUARAZ PROVINCIA: HUARAZ DEPARTAMENTO: ANCASH

DOSIFICACION:..... En Peso..... En Volumen.....  
 fc DE DISEÑO: 210 Kg/cm2 Altura: 30.00 cm Diametro: 15.00 cm

BRIQ. N°	DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm2	SLUM P (")	FECHAS		EDAD Días	CARGA (Kg)	AREA (cm2)	Fc (Kg/cm)	% Fc/fc
				MOLDEO	ROTURA					
01	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	29200	176.7	165	79
02	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	28800	176.7	163	78
03	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	29200	176.7	165	79
04	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	28900	176.7	164	78
05	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	22/01/2020	29/01/2020	07	29000	176.7	164	78
06	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	23/01/2020	06/02/2020	14	32500	176.7	184	88
07	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	23/01/2020	06/02/2020	14	31800	176.7	180	86
08	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	23/01/2020	06/02/2020	14	31900	176.7	181	86
09	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	23/01/2020	06/02/2020	14	32200	176.7	182	87
10	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	23/01/2020	06/02/2020	14	32500	176.7	184	88
11	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	42000	176.7	238	113
12	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	41800	176.7	237	113
13	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	41700	176.7	236	112
14	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	40800	176.7	231	110
15	R. CONCRETO AL 100%	210	2"	24/01/2020	21/02/2020	28	40700	176.7	230	110


 UNASAM  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

 DAVID AZANA DOMINGUEZ  
 TECNICO DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
