



**Universidad Científica del Perú - UCP**  
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,  
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL  
CONCRETO ELABORADO CON CEMENTOS MOCHICA  
Y PACASMAYO PORTLAND TIPO I, EN LA  
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, EN EL DISTRITO  
DE PUCACACA, PROVINCIA DE PICOTA,  
DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**

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

**ASESOR:**

**M.Sc. Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta**

**AUTORES:**

**GUERRERO ESCOBEDO, Norman Esenin**

**AGUIRRE IMÁN, Pedro Miguel**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2022**

# DEDICATORIA

A mis padres Norman Guerrero Peña y María Escobedo Reátegui por apoyarme en lo que me propusiera en la vida, por el gran apoyo que me dieron durante mi vida y sobre todo en mi educación, por aconsejarme a dar todo de mí, a siempre seguir adelante y no rendirme en el camino.

A mis hermanos y amigos quienes me apoyaron y aconsejaron durante los momentos más duros de la carrera.

A los docentes, quienes me brindaron sus conocimientos y experiencias dentro y fuera de las aulas de clase y así poder convertirme en un buen profesional.

**Norman Esenin Guerrero Escobedo**

A mis hijos Gianfranco miguel Aguirre Ramírez y Lía Mishel Aguirre Ramírez por ser el motivo de seguir superándome.

A mis padres por apoyarme en todo momento y alentándome a cumplir mis metas.

**Pedro Miguel Aguirre Imán**

# AGRADECIMIENTO

A mis padres por todo el apoyo que me dieron y poder seguir adelante en mis estudios y todo lo que me propusiera lograr.

A la Universidad Científica del Perú por acogerme en su casa de estudios y brindarme los conocimientos necesarios para formarme en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil.

**Norman Esein Guerrero Escobedo**

Agradecer a nuestro Dios por permitirme tener una vida saludable, a mis docentes por la formación y conocimientos impartidas en las aulas de nuestra universidad Científica del Perú, un agradecimiento muy especial para JANIA PISCO SABOYA Y MILAGRITOS DE JESUS FONSECA ACOSTA por darme esa fuerza infinita para poder terminar mis estudios, el proyecto emprendido no ha sido fácil, pero con el apoyo de ellos y su motivación han sido el éxito para culminar mis estudios.

Les agradezco y hago presente mi agradecimiento infinito hacia ustedes, mi queridos amigos y familia.

**Pedro Miguel Aguirre Imán**

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:


La Tesis titulada:

**"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO  
CON CEMENTOS MOCHICA Y PACASMAYO PORTLAND TIPO I, EN LA  
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, EN EL DISTRITO DE PUCACACA,  
PROVINCIA DE PICOTA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"**

De los alumnos: **GUERRERO ESCOBEDO NORMAN ESENIN Y AGUIRRE IMÁN  
PEDRO MIGUEL**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó  
satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje  
de **16% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que  
estime conveniente.

San Juan, 29 de Noviembre del 2021.












Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética - UCP

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	UCP_INGENIERÍA CIVIL_2021_TESIS_NORMANGUERRERO_PEDROAGUIRRE_V1.pdf (D120353661)
<b>Submitted</b>	2021-11-29T16:30:00.0000000
<b>Submitted by</b>	Comisión Antiplagio
<b>Submitter email</b>	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
<b>Similarity</b>	16%
<b>Analysis address</b>	revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com

## Sources included in the report

<b>Universidad Científica del Perú /</b>			
<b>UCP_INGENIERÍA CIVIL_2021_TESIS_MARCOSPIPA_MAEROJAS_V1.pdf</b>			
<b>SA</b>	Document UCP_INGENIERÍA CIVIL_2021_TESIS_MARCOSPIPA_MAEROJAS_V1.pdf (D117572594) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com		<b>25</b>
<b>W</b>	URL: http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1047/TESIS_ING.CIVIL_MEGO%20MACE DO%20JOSE.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2021-11-05T15:55:11.8230000		<b>29</b>
<b>W</b>	URL: https://1library.co/document/yn9kxrlq-facultad-de-ingenieria-arquitectura-y-urbanismo.html Fetched: 2021-11-29T16:34:00.0000000		<b>1</b>
<b>TESIS-ESBAN BECERRA GARCIA.pdf</b>			
<b>SA</b>	Document TESIS-ESBAN BECERRA GARCIA.pdf (D110408810)		<b>1</b>
<b>Universidad Científica del Perú /</b>			
<b>UCP_INGENIERÍA CIVIL_2021_TESIS_DARLINSAAVEDRA_JAVIERPAZ_V1.pdf</b>			
<b>SA</b>	Document UCP_INGENIERÍA CIVIL_2021_TESIS_DARLINSAAVEDRA_JAVIERPAZ_V1.pdf (D93542473) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com		<b>2</b>
<b>W</b>	URL: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6038/bellido_lf.pdf? sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2021-11-22T23:10:07.2600000		<b>2</b>
<b>W</b>	URL: https://1library.co/document/zl92x22z-utilizacion-concreto-reciclado-agregado-grueso- disenio-mezcla-huaraz.html Fetched: 2021-07-13T20:19:08.4070000		<b>1</b>
<b>W</b>	URL: https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26477/Salda%C3%B1a%20Zavaleta%2C %20George%20Andy%20Ludgardo_Mu%C3%B1oz%20Soledad%2C%20%20Andrea%20Carolina.pdf? sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2021-11-16T18:38:45.7230000		<b>1</b>
<b>W</b>	URL: https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5872/Fuentes%20Quevedo%20 %2526%20Peralta%20Segura.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2021-11-29T16:34:00.0000000		<b>3</b>

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

**FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA**

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 921-2021-UCP-FCEI del 14 de febrero del 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- |  |            |
|--|------------|
| • Ing. Caleb Rios Vargas, M.Sc.          | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc. | Miembro    |
| • Ing. Isaac Duhamel Castillo Chalco.    | Miembro    |

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 14:00 horas del día lunes 21 de febrero del 2022, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTOS MOCHICA Y PACASMAYO PORTLAND TIPO I, EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, EN EL DISTRITO DE PUCACACA, PROVINCIA DE PICOTA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**.

Presentado por los sustentantes:

**NORMAN ESENIN GUERRERO ESCOBEDO y PEDRO MIGUEL AGUIRRE IMAN**

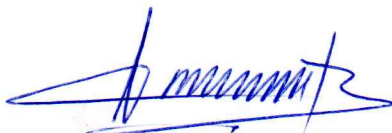
Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**.

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**.

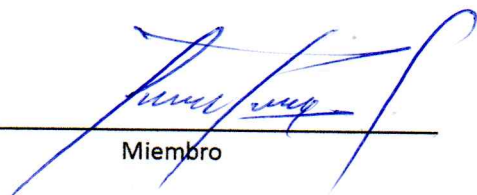
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA CON LA NOTA DE QUINCE (15)**.

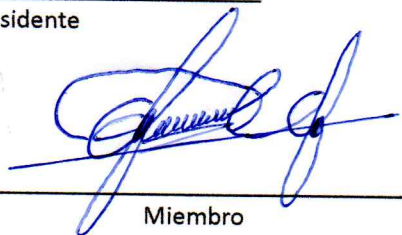
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro

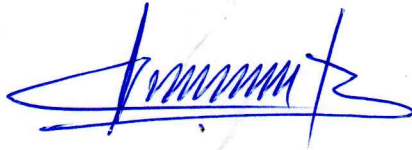


Miembro



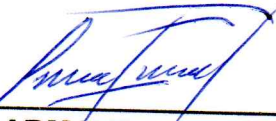
## **APROBACIÓN**

Tesis sustentada en acto público el día 21 de febrero del 2022 a las 02.00 p.m.



---

**M.Sc. Ing. CALEB RÍOS VARGAS**  
PRESIDENTE DEL JURADO



---

**M.Sc. Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO**  
MIEMBRO DEL JURADO



---

**Ing. ISAAC DUHAMEL CASTILLO CHALCO**  
MIEMBRO DEL JURADO



---

**M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA**  
ASESOR

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	3
<b>APROBACIÓN</b> .....	4
<b>RESUMEN</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>1.1 Introducción</b> .....	13
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	15
<b>2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO</b> .....	15
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	15
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES .....	18
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	21
<b>2.2 BASES TEÓRICAS</b> .....	21
<b>2.3 DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS</b> .....	47
<b>CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	49
<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	49
<b>3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	50
3.2.1 PROBLEMA GENERAL .....	50
3.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS.....	50
<b>3.3 OBJETIVOS</b> .....	50
3.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	50
3.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	50
<b>3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	51
<b>3.5 HIPÓTESIS</b> .....	51
3.5.1 HIPÓTESIS GENERAL .....	51
3.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	51
<b>3.6 VARIABLES</b> .....	52
3.6.1 Identificación de las variables .....	52
3.6.2 Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables .....	52
3.6.3 Operacionalización de Variable .....	53
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA</b> .....	54
<b>4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	54
4.1.1 Tipo de Investigación.....	54
4.1.2 Diseño de Investigación .....	54
<b>4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA</b> .....	55



4.2.1 POBLACIÓN .....	55
4.2.2 MUESTRA .....	55
4.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	<b>56</b>
4.3.1 Técnicas de Recolección de datos.....	56
4.3.2 Instrumentos de Recolección de Datos .....	57
4.3.3 Procedimiento de Recolección de Datos.....	58
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
5.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE MATERIALES .....	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
6.1 DE LA GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS.....	69
6.2 DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION .....	69
6.3 DEL PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS .....	70
6.4 DE LAS PROBETAS DE CONCRETO.....	70
<b>CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>74</b>
7.1 CONCLUSIONES .....	74
7.2 RECOMENDACIONES .....	75
<b>CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>77</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición Química del Cemento .....	33
Tabla 2: Límites de Granulometría del agregado fino .....	39
Tabla 3: Requisitos de granulometría para los agregados gruesos (ASTM C 33) .....	41
Tabla 4: Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables.....	52
Tabla 5: Operacionalización de las Variables .....	53
Tabla 6 : Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	56
Tabla 7: Instrumentos de Recolección de Datos.....	57
Tabla 8: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso .....	59
Tabla 9: Análisis granulométrico del Agregado Fino .....	60
Tabla 10: Peso Específico y Absorción – Agregado Grueso.....	62
Tabla 11: Peso Específico y Absorción – Agregado Fino .....	62
Tabla 12: Peso Unitario Suelto – Agregado Grueso .....	63
Tabla 13: Peso Unitario Suelto – Agregado Fino .....	63
Tabla 14: Peso Unitario Varillado – Agregado Fino .....	64
Tabla 15: Proporciones de Materiales para las 2 Marcas de Cemento.....	65
Tabla 16: Cálculos de Porcentaje de Resistencia Obtenido con Cemento Pacasmayo .....	66
Tabla 17: Cálculos de Porcentaje de Resistencia Obtenido con Cemento Mochica.....	67
Tabla 18: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 7 Días con Cemento Pacasmayo.....	70
Tabla 19: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 7 Días con Cemento Mochica .....	70
Tabla 20: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 14 Días con Cemento Pacasmayo.....	71
Tabla 21: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 14 Días con Cemento Mochica .....	71
Tabla 22: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 28 Días con Cemento Pacasmayo.....	72
Tabla 23: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 28 Días con Cemento Mochica .....	72

## RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad realizar el estudio comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con cemento Mochica y Pacasmayo Portland tipo I para una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , en las edades 7,14 y 28 días, de las cuales se desarrolló utilizando información de laboratorio y de investigaciones almacenadas en los repositorios virtuales de distintas universidades.

Esta investigación es aplicada, según su propósito, y cuantitativa, según la naturaleza de datos; además, tiene como población otros trabajos de investigación experimentales con una antigüedad no mayor de 10 años, las cuales se verán reducidas al pasar por una fase de selección. La técnica de recolección de datos elegida debido a la situación de emergencia sanitaria fue el análisis documental, esto implicó el análisis de datos de otras investigaciones para la obtención de los resultados y el uso de una ficha de registro de información como instrumento de recolección de datos.

La técnica de recolección de datos elegida debido a la situación de emergencia sanitaria fue el análisis documental, esto implicó el análisis de datos de otras investigaciones para la obtención de los resultados y el uso de una ficha de registro de información como instrumento de recolección de datos.

Se llegó a la conclusión que el cemento Pacasmayo Portland tipo I, presenta mejores propiedades físicas, y que el cemento Mochica posee mejores propiedades mecánicas. Teniendo en cuenta el desempeño en obra, los costos y la presencia en el mercado se concluye que el cemento Pacasmayo Portland tipo I es la mejor opción para todo tipo de estructuras y construcciones en general que no presenten requerimientos especiales.

**Palabras claves: Concreto, cemento Pacasmayo Portland tipo I, cemento Mochica, propiedades físicas y mecánicas.**

# ABSTRACT

The purpose of this research is to carry out a comparative study of the physical and mechanical properties of concrete made with Mochica and Pacasmayo Portland cement type I for a resistance  $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ , at ages 7.14 and 28 days of the which was developed using laboratory and research information stored in the virtual repositories of different universities.

This research is applied, according to its purpose, and quantitative, according to the nature of the data; In addition, its population is other experimental research works with an antiquity of no more than 10 years, which will be reduced when going through a selection phase. The data collection technique chosen due to the health emergency was the documentary analysis, this implied the analysis of data from other investigations to obtain the results and the use of an information record sheet as a data collection instrument.

The data collection technique chosen due to the health emergency was the documentary analysis, this implied the analysis of data from other investigations to obtain the results and the use of an information record sheet as a data collection instrument.

It was concluded that Pacasmayo Portland type I cement has better physical properties, and that Mochica cement has better mechanical properties. Considering the performance on site, the costs and the presence in the market, it is concluded that Pacasmayo Portland type I cement is the best option for all types of structures and constructions in general that do not present special requirements.

**Keywords: Concrete, Pacasmayo Portland type I cement, Mochica cement, physical and mechanical properties.**

# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

## 1.1 Introducción

Perú, en el ámbito de construcción ha mostrado una evolución positiva por ende es oportuno conocer los materiales que se emplean en cada obra, siendo el cemento el material más empleado por ello es esencial evaluar las propiedades mecánicas tales como; resistencia a la flexión, corte, tracción y compresión.

En el distrito de Pucacaca, provincia de Picota, en estos últimos años se han desarrollado muchas obras de edificación lo cual el concreto es sustancial y los materiales que se va a emplear. En la Región existen diferentes marcas de cemento, pero no se sabe con exactitud que cemento es el que tiene mayor resistencia a la compresión teniendo este fin haremos un análisis de las marcas más usadas y comerciales, los cementos Mochica y Pacasmayo, realizaremos un análisis comparativo de la resistencia a la compresión  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con los cementos mencionados y tendremos los resultados haciendo el uso de los laboratorios.

Para el presente análisis las dos marcas de cemento Portland tipo I son: Mochica y Pacasmayo que son las más usadas y comerciales, tiene como justificación según la práctica y el uso que va a mejorar y satisfacer las dudas con respecto al uso de los cementos, así se mejorará la calidad del concreto y obtener una construcción segura y resistente que cumplirá la edad de un concreto.

Así mismo, tenemos la justificación técnica en las construcciones requieren de concretos de calidad que tengan mejor resistencia y realizaremos un análisis de las dos marcas de cemento portland tipo I.

Por otra parte, tenemos como objetivo analizar la resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con los cementos Mochica y Pacasmayo Portland tipo I en la ciudad de Pucacaca, a las edades de 7, 14 y 28 días. Objetivos específicos, realizar ensayos de laboratorio para determinar las características de los

agregados para el diseño de mezcla usando los cementos Mochica y Pacasmayo Portland tipo I, realizar los diseños de mezcla para concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con los cementos indicados para determinar la consistencia del concreto.

Por todos estos motivos, esta investigación aportará información relevante, tanto para profesionales de la construcción como para constructores empíricos; además que es de gran importancia el tener fácil acceso a este tipo de información, ya que el cemento es el insumo más importante en la mezcla del concreto y de este depende las variaciones de sus propiedades físicas y mecánicas.

De acuerdo con la formulación del problema presentamos las siguientes hipótesis: El cemento Pacasmayo tiene mayor resistencia a la compresión  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días.

.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En el presente capítulo tenemos antecedentes investigados a nivel internacional, nacional y local.

#### 2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- **Bermúdez y Cadena (2015)** en su investigación titulada “**Correlación entre la resistencia al esfuerzo de compresión y tracción del hormigón, utilizando agregados de las canteras de Pifo y San Antonio, cemento Holcim tipo GU**”, concluyen que:

Se afirma entonces que a mayor resistencia a compresión del hormigón, menor es su porcentaje de resistencia a la tracción debido a la rigidez que presenta los hormigones considerados de alta resistencia, misma rigidez que se la comprueba con la aplicación de las pruebas de resistencia a la compresión donde a medida que aumenta la resistencia la falla del espécimen es más brusca o explosiva, dicha rigidez le resta plasticidad al hormigón endurecido si cabe el término y por ende una disminución en su resistencia a la tracción demostrado en la aplicación de ensayos a resistencias desde los 14MPa hasta los 35MPa.

- **Guaminga y Paucar (2012)** en su investigación titulada “**Estudio comparativo de la reactividad álcali – agregado entre hormigones fabricados con cemento tipo HE y hormigones fabricados con cemento tipo IP, en combinación con agregados de la zona de El Chontal – Ecuador**”, concluyen que:

De acuerdo con la norma ASTM C 1260, la cual indica que si las barras experimentan expansiones menores que el 0.1%, se considera como agregado inocuo (no produce daño), si sobrepasan el 0.2% serán potencialmente reactivos, y se encuentran entre el 0.1% y 0.2% será considerado en transición, para lo cual se deberá tomar lecturas hasta los 28 días. En el caso de las barras elaboradas con granodiorita y cemento



tipo IP-GU se obtuvo el 0,027 % de expansión, por lo tanto, es considerado como inocuo; en tanto que, para las barras elaboradas con granodiorita y cemento tipo HE se obtuvo el 0,140 % de expansión de manera que se procedió a tomar lecturas hasta los 28 días y se obtuvo el 0,219 % de expansión y por tanto son consideradas como potencialmente reactivas.

- **Martínez, Lorena (2016).** En su tesis “**Análisis comparativo de la edad vs la resistencia a la compresión del hormigón elaborado con diferentes marcas de cemento portland**”, para optar el título de ingeniería civil en la Universidad Técnica de Ambato, en cuya investigación, describe el planteamiento del problema utilizando las marcas de cementos Pórtland como son:

Para la elaboración de concretos considerándolo como actividad cotidiana en la construcción de obras civiles, formulándose como objetivo realizar un análisis comparativo de la edad vs. la resistencia a la compresión del concreto elaborado. Permitiendo que con los ensayos de laboratorio llegar a los resultados estadísticos a la compresión simple, a los 7, 14 y 28 días. Concluye que conforme el tiempo varíe en la rotura de probetas, se observa la variación estadística en forma ascendente de la resistencia del concreto según las marcas de cemento y manifiesta que para edades mayores a los 28 días la mayor resistencia fue obtenida del concreto elaborado con el cemento Chimborazo y recomienda que se debe respetar la relación agua cemento para el diseño de mezclas y la pericia al realizar cada ensayo.

En nuestra investigación se considera tomar en cuenta los resultados obtenidos como parámetros de control, para evaluar la resistencia de los concretos elaborados con los cementos comerciales y de uso masivo en la construcción en la ciudad de Tarapoto, teniendo como antecedente la variación y diferencia de los valores de la resistencia de cada uno de los concretos elaborados con cada uno de los cementos.

El cemento Pórtland a través del tiempo y patentado en 1824, ha sido el más usado en la elaboración del concreto para todo tipo de elementos

estructurales en todo el mundo, en todos los climas, pero debemos tener la pericia y la técnica necesaria, esto permite establecer un permanente desafío de los ingenieros y de su incansable aprendizaje en busca del desarrollo del conocimiento para alcanzar su objetivo, eso conlleva a un permanente perfeccionamiento y desarrollo de la ciencia.

- **Cortes y Perilla, (2014).** En su tesis titulada “**Estudio Comparativo de las características físico – mecánicas de cuatro cementos portland tipo I**” para optar el título de ingeniería civil de la Universidad Militar de Granada, tiene como problemática la variedad de cementos en el mercado de Colombia, que debido a esto se presenta la necesidad de conocer la marca de mejor calidad para el constructor por lo que tiene como objetivo evaluar y caracterizar cuatro marcas de cementos portland tipo I, por medio de los ensayos físicos y mecánicos cumpliendo con la norma técnica colombiana, concluyendo que con los ensayos realizados en laboratorio sus componentes físico – mecánicos se identificó que existe relación entre la finura y el desarrollo de resistencia del cemento por lo que se puede decir que la influencia de la finura repercute en las edades tempranas y no necesariamente a edades mayores, se recomienda completar el estudio de comportamiento de varios cementos al ser parte de una mezcla de concreto, la prioridad es analizar la finura de los cementos utilizados y comprobar de qué manera influye en la resistencia a la compresión del concreto.

El cemento usado como aglutinante de las partículas de agregado (grueso y fino) y que permite la selección de las proporciones de la mezcla de la pasta de concreto, siguiendo una metodología, es necesario conocer sus propiedades, empleo en obra y lugar donde se desarrolla; especialmente, se debe conocer el tipo y marca, peso específico, superficie específica entre otras que intervienen en el diseño y uso posterior en la construcción. Los valores de las propiedades deben ser determinadas en el laboratorio.

- **(Fernández & Howland, 2017) En la Habana (Cuba)** realizaron estudios para identificar las deficiencias del comportamiento del concreto al utilizar diferentes marcas de cemento, por lo que analizaron sus propiedades tanto

en estado fresco (obras en ejecución) como en estado endurecido (ensayos de laboratorio) lo que les permite comparar su comportamiento, variando los materiales que lo componen.

- **(Figuroa & Palacio, 2015)** En todo el mundo, al igual que en **Colombia**, el concreto arquitectónico se utiliza en grandes proporciones debido a sus condiciones estructurales y estéticas. Por lo que se estudia la consolidación de varias marcas de cemento portland en el mercado, cada uno fabricado con sus propios procesos industriales y parámetros de calidad para cumplir con las especificaciones de las normas, además de su comportamiento ante el concreto, para así mejorar la calidad de las estructuras.

### 2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

- **Acevedo y Martínez, (2017)**. En su tesis titulada “**Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con cemento Nacional” comparado con el concreto dosificado con cemento Sol**” de la Universidad San Martín de Porres – Lima, describe la consolidación de varias marcas de cemento Portland en el mercado, cada uno fabricado con sus propios procesos industriales y parámetros de calidad para cumplir con las especificaciones de la norma técnica peruana; por lo que, tiene como objetivo comparar las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado tanto con cemento "Nacional" y cemento "Sol", para determinar su desempeño, a través de ensayos de laboratorio, concluyendo en que las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con cemento “Nacional” es mejor que el concreto dosificado con cemento “Sol” en los ensayos de consistencia, contenido de aire, fragua, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión diametral, excepto en el ensayo de temperatura. En nuestra investigación se tendrá en cuenta la realización de ensayos de materiales y los diseños de mezcla para obtener una dosificación de materiales según sus características, los trabajos técnicos estarán basados en la metodología implementada por el ACI.

- **Marco Antonio Céspedes García (Piura, Perú, 2010)** con título **“Resistencia a la comprensión del Concreto a partir de la Velocidad de Pulsos e Ultrasonido”**. El estudio es realizado con el objetivo de encontrar correlaciones entre la resistencia a la compresión axial y la velocidad de pulsos de ultrasonidos ubicados en las probetas de concreto.

Otro objetivo es analizar si el ensayo no destructivo era aceptable y compararlo con los resultados convencionales de resistencia a la compresión axial del concreto. Este trabajo consta de tres etapas: en la primera se recogió información esencial, para establecer conceptos, características en otros con respecto al concreto y agregados. En esta misma etapa se hizo el ensayo de granulometría de los agregados, para la obtención de su uniformidad de gradación. En la segunda etapa se llevó en laboratorio para determinar parámetros físicos de los agregados y conocer la dosificación y diseños de mezclas de concreto usados; continuamente se obtuvieron los resultados de la compresión axial realizadas a las probetas.

- **Chunga y Hugo, (2016)**. En su tesis titulada **“Evaluación de la calidad del concreto a usar en construcciones informales en la ciudad de Pimentel”** para optar el título de ingeniero civil de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque, tiene como problemática evaluar el grado de calidad del concreto que se utiliza en obras convencionales de la ciudad de Pimentel Chiclayo Lambayeque, centrándose en elementos estructurales como vigas, columnas, losas y zapatas. Siendo el objetivo de diagnosticar el revenimiento y la resistencia a la compresión del concreto utilizadas en obras informales de la ciudad de Pimentel. Concluyendo que el concreto utilizado en dichas construcciones no cumple con los requisitos de calidad mínimos que emite el Instituto americano del concreto, así como también las normas plasmadas en el Reglamento nacional de edificaciones.
- **Arauca, (2010)**. En su tesis titulada **“Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cemento de la República Dominicana Quisqueya portland tipo I”** para optar el título de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, analiza la

problemática del traslado del cemento Quisqueya a nuestro país y además la competencia de éste con los cementos nacionales. Siendo el objeto principal la evaluación de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cemento Quisqueya (Cemex) de acuerdo a las Normas Técnicas peruanas y compararlo con los cementos nacionales. Concluyendo que, en las propiedades de compresión, tracción, módulo elástico el cemento Quisqueya es superior a los cementos nacionales con excepción de la exudación que es menor.

- **(Vega, 2015)** El colegio de ingenieros del Perú, sede Tacna, denunció sobre la presencia de cemento con especificaciones técnicas deficientes procedente de Chile, la cual habría ingresada por Tacna para la venta en el mercado local, dicho material no presenta ninguna Norma Técnica Peruana y más aun no señala que tipo de cemento, generando confusión en los usuarios, ya que no se sabría con exactitud para qué tipo de estructura será utilizada. También los análisis fisicoquímicos que se realizaron al aglomerante arrojaron fallas en cuanto a resistencia y fraguado.
- **Medina & Blanco, 2011)** En el país se realizan estudios para obtener un concreto de buena calidad, teniendo como incógnita mejorar las propiedades del concreto y la marca de cemento a usar ya que en años recientes está ganando popularidad la construcción de edificaciones de uso común, tratando de trabajar con materiales óptimos o de acuerdo a reglamentos, además que su dosificación sea la correcta y la consideración en cómo realizar su mezclado, el acarreo, su vaciado, la compactación y el curado. Todas estas fases influirán notoriamente en la producción del concreto, si uno de estos pasos se realiza anti técnicamente, pues se obtendrá un material de baja calidad, afectando gravemente al desempeño de la estructura en conjunto.
- **Hoyos (2014)** en su investigación titulada **“Estudio de los agregados de cantera Cruce Chanango de la ciudad de Jaén - Cajamarca, para su uso en la elaboración de concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ”**, concluye que: “Luego de realizar los diseños de mezclas con las relaciones agua cemento ( $a/c=0.50$ ,  $a/c=0.55$ ,  $a/c=0.60$ ), hemos podido concluir que la relación agua

cemento más apropiada para la fabricación de concreto con  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con los agregados de la Cantera Cruce Chanango, es de  $A/C = 0.54$ .”

### 2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

- **Valle Arce, Silvia Vianey (2019)**, en su investigación, **Análisis Comparativo de la Resistencia del Concreto Elaborado con Cemento Mochica y Cemento Portland Tipo I, de uso masivo en la Construcción de Edificaciones, en el Distrito de Tarapoto, Provincia y Región San Martín – 2019**, tiene las conclusiones siguientes:

Al realizar el análisis comparativo de la resistencia a la compresión de los especímenes elaborados con Cemento Mochica Tipo GU y Pacasmayo Portland Tipo I, se concluye que la resistencia a la compresión final alcanzada por el concreto elaborado con Cemento Mochica Tipo GU fue de 243 kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia a la compresión final alcanzada por el concreto elaborado con Cemento Pacasmayo Portland Tipo I fue de 258.79 kg/cm<sup>2</sup>. Significando esto una mayor resistencia del concreto elaborado con cemento Pacasmayo Portland Tipo I con 15.06 kg/cm<sup>2</sup>. Es decir, el cemento Pacasmayo Portland Tipo I genera una resistencia de 6.18% mayor, respecto del cemento Mochica Tipo GU.

## 2.2 BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 DEFINICIÓN DE CEMENTO

Es un material de construcción constituido principalmente por rocas de tamaño máximo limitado, que cumplen ciertas condiciones en cuanto a sus características físicas, químicas y granulométricas, unidas por una pasta aglomerante formada por un conglomerante (cemento) y agua. A este material básico, en el momento de su amasado puede añadirse otros productos o materiales para mejorar algunas características determinadas. Es un material de construcción pulverizado que al combinarse con agua da como resultado una pasta que tiene la capacidad de endurecer en el agua y al aire.

## **2.2.2 CEMENTO PORTLAND TIPO ICO (PACASMAYO)**

Cementos Pacasmayo, empresa productora de este tipo de cemento, que lo denominan Extraforte (ICo), cuyo producto se obtiene mediante la pulverización conjunta de Clinker, yeso, filler calizo, puzolana y/o escoria. Siendo el Clinker un mineral artificial y está compuesto esencialmente de silicatos de calcio producidos a partir de materiales calcáreos y correctores de sílice, alúmina y hierro en un proceso efectuado a temperaturas cercanas a los 1450°C. Este tipo de cemento sigue los requisitos de la norma técnica peruana 334.090 y de la ASTM C 595. Es un cemento de uso general, para estructuras que no requieran propiedades especiales. Quienes describen sus propiedades que a continuación se indican:

Este cemento es elaborado con una renovada fórmula que garantiza una mayor resistencia química y mayor impermeabilidad en el concreto, protegiéndolo del salitre y a la vez al acero lo protege de la corrosión, de tal forma que aumenta la durabilidad de la estructura.

Es ideal para obras expuestas a suelos y ambientes de condiciones húmedas y/o salitrosas y presenta excelente resistencia a lo largo del tiempo. Se tiene las siguientes especificaciones técnicas.

### **2.2.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS**

- a)** Contenido de aire, 12% máximo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C185, NTP 334.048.
- b)** Expansión en autoclave, 0.80% máximo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C151, NTP 334.004.
- c)** Contracción en autoclave, 0.20% máximo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C151, NTP 334.004.
- d)** Peso unitario (Neto), 41.65 Kg mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090.
- e)** Peso promedio por lotes de 50 bolsas (Neto), 42.5 Kg mínimo, normas



de referencia ASTM C595, NTP 334.090.

- f) Finura: Superficie Específica: normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090, normas de ensayo ASTM C204 NTP 334.002.

#### **2.2.2.1.1 PROPIEDADES QUÍMICAS**

- a) SO<sub>3</sub> 4% máximo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086.
- b) MgO 6% máximo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086.

#### **2.2.2.1.2 PROPIEDADES MECÁNICAS**

- a) Resistencia a la compresión a 1 día, 1200 psi mínimo, normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- b) Resistencia compresión a 3 días, 1890 psi mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- c) Resistencia compresión a 7 días, 2900 psi mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- d) Resistencia compresión a 28 días, 3630 psi mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- e) Fraguado Inicial: 45 minutos mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090, normas de ensayo ASTM C191, NTP 334.006.

#### **2.2.3 CEMENTO MOCHICA TIPO GU**

El Cemento MOCHICA (GU) o denominado de uso general y producido por Cementos Pacasmayo S.A.A. También es un producto que se obtiene mediante la pulverización conjunta de Clinker, yeso, filler calizo, puzolana y/o escoria. El Clinker es un mineral artificial y está compuesto

esencialmente de silicatos de calcio producidos a partir de materiales calcáreos y correctores de sílice, alúmina y hierro en un proceso efectuado a temperaturas cercanas a los 1450°C.

### **2.2.3.1 PROPIEDADES FÍSICAS**

- a)** Finura: siendo la propiedad más importante, ya que determina a gran medida la velocidad con la que se produce la hidratación, el avance de calor de hidratación, la retracción y la obtención de resistencia del cemento.
- b)** Consistencia normal: esta propiedad nos indica el rango de fluidez con el que se logra un mejor manejo de la pasta de cemento. Se determina por medio de la aguja de vicat.
- c)** Densidad: se mide por medio de la relación existente entre la masa de una cantidad determinada y el volumen absoluto de dicha masa.
- d)** Tiempo de fraguado: esta propiedad describe la rigidez en la pasta de cemento, es decir determinar la variación que hay de estado fresco a estado endurecido.
- e)** Expansión de autoclave: esta propiedad del cemento nos garantiza que el cemento no presentará expansión por algunos componentes, como por ejemplo el óxido de magnesio, el trióxido de azufre o la cal libre.
- f)** Resistencia mecánica: dentro de esta propiedad se determina la resistencia mayormente a los 28 días.

### **2.2.3.2 PROPIEDADES MECÁNICAS**

- a)** Modulo fundente: es una propiedad que determina un valor límite aproximado, por el cual no se ve afectada la resistencia a largo plazo, pero si la resistencia inicial en caso este valor sea elevado.
- b)** Compuestos secundarios: entre estos tenemos el óxido de magnesio, óxido de potasio, óxido de manganeso, óxido de titanio y óxido de fierro.

c) Perdida de calcinación: es la reducción relativa del cemento cuando llega a un calentamiento de 1000 °C.

d) Residuo insoluble: se trata de la parte de cemento que es disuelto en ácido clorhídrico, es un indicador que verifica si el proceso de clínqueración se ha completado totalmente o no.

#### **2.2.4 CEMENTO PORTLAND TIPO I**

El cemento portland es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua, endurece y conserva su resistencia y estabilidad, incluso bajo el agua. A este proceso se le conoce como hidratación.

En la superficie de cada partícula se forma una capa fibrosa que se propaga hasta que se enlaza con la de otra partícula de cemento o se adhiere a las sustancias adyacentes. El crecimiento de las fibras resulta en rigidización, endurecimiento y desarrollo progresivo de resistencia.

Cuando esta se adiciona a los agregados (arena y grava, piedra triturada, piedra machacada u otro material granular), actúa como un adhesivo y los une para formar concreto, el material de construcción más versátil y usado en el mundo.

En la actualidad se fabrican diferentes tipos de cemento portland para aplicaciones específicas. Estos se producen de acuerdo con las especificaciones normativas según el país que corresponda.

El Cemento Tipo I, es apropiado para todos los usos donde no se requiere las propiedades específicas de otros cementos. Su empleo en concreto incluye pavimentos, pisos, puentes, tanques, embalses, tuberías, unidades de mampostería y productos de concreto prefabricado entre otras cosas.

##### **2.2.4.1 PROPIEDADES**

El cemento gris Portland, tipo I, posee propiedades específicas de fraguado, resistencia a la compresión y color, entre otras, las cuales les son

conferidas por un proceso regular de fabricación y por las materias primas calcáreas y arcillosas, que aportan los compuestos químicos primordiales para el cemento.

#### **2.2.4.2 USO Y APLICACIÓN**

- a) Es utilizado en construcciones generales de concreto, tales como: placas, estructuras, muros, pisos, pavimentos, aceras, elementos prefabricados, etc.
- b) En aplicaciones de albañilería y mampostería, tales como: frisos, pega para bloques y tablillas, sobre pisos, morteros, suelo cementos, mezclillas, etc.

#### **2.2.4.3 VENTAJAS**

- a) Uso versátil, diseñado para su aplicación en todo tipo de elementos o estructuras de concreto simple o armado, desde proyectos familiares hasta la construcción de fraccionamientos, casas, edificios y obras municipales,
- b) Durabilidad y flexibilidad al ser un material que no sufre deformación alguna y conserva su forma con el paso del tiempo.
- c) No requiere propiedades de otro tipo para ser utilizado.

#### **2.2.5 EL CONCRETO**

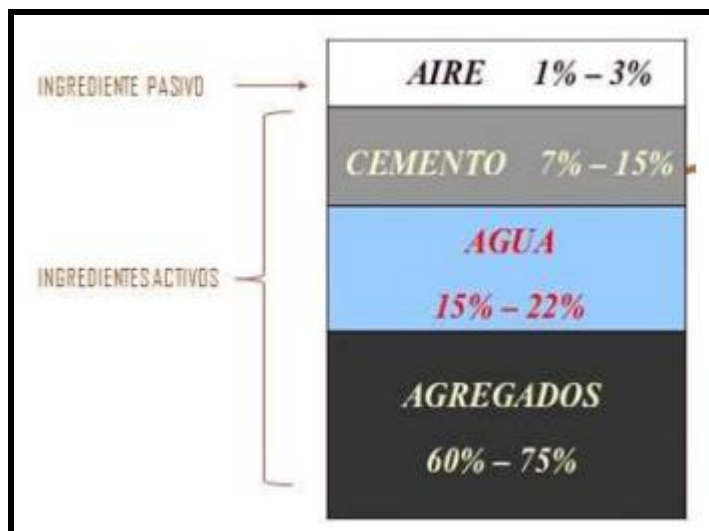
Es un material de construcción constituido principalmente por rocas de tamaño máximo limitado, que cumplen ciertas condiciones en cuanto a sus características físicas, químicas y granulométricas, unidas por una pasta aglomerante formada por un conglomerante (cemento) y agua. A este material básico, en el momento de su amasado puede añadirse otros productos o materiales para mejorar algunas características determinadas.

El concreto debe de cumplir con el requerimiento de resistencia estimulada según la norma técnica, además se diseña la mezcla para tener una resistencia más que la resistencia dosificada de esta manera se minimizará

del tener ese peligro de no cumplir con las especificaciones de resistencia.

En la composición del concreto, el volumen del cemento se encuentra normalmente entre 7% y 15% del volumen total del concreto, los agregados constituyen aproximadamente del 60% al 75% y el volumen del agua está entre 15% y 22%. (Fernández, 2011).

**Ilustración 1: Volumen de los componentes del concreto**



Fuente: Ing. Jhonny García, 2013

### 2.2.5.1 PROPIEDADES DEL CONCRETO

El concreto en su estado fresco, tiene las propiedades que se describen a continuación:

#### a) TRABAJABILIDAD

El concreto presenta gran disposición, por lo cual se puede manipular y tiene facilidad de ser mezclado cuando es puesto en obra.

Es una propiedad en la cual el concreto presenta gran facilidad de su manejo, transporte, colocado y compactado adecuadamente, con el mínimo trabajo y que no presente segregación, en esta propiedad influye la cantidad de agua, proporciones de agregados, la cantidad de cemento y depende directamente de la consistencia del concreto.

## **b) CONSISTENCIA**

El concreto tiene capacidad para adaptarse y deformarse a formas específicas, por lo cual se consideran los aspectos que se resumen a continuación:

- Cantidad de agua.
- Granulometría.
- Método de compactación de los agregados
- Tamaño de los agregados

La medida de la consistencia se realiza mediante el método conocido como el cono de Abrams, el cual define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, siendo la unidad de medida las pulgadas o en mm, de una tanda de concreto que previamente se coloca y se compacta en el molde metálico de dimensiones estandarizadas.

## **c) UNIFORMIDAD**

El concreto tiene la facilidad para que todos sus componentes se distribuyan uniformemente.

## **d) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE**

En realidad, es costumbre manifestar que la propiedad que mide la calidad del concreto es la resistencia a la compresión simple, pero ésta en realidad depende de otras, por lo que su elaboración guardará una condición de trabajabilidad o condición de consistencia plástica, siendo esta determinada mediante muestras y colocadas y compactadas en moldes cilíndricos, cuyas dimensiones son de 6" de diámetro y 12" de longitud, en las tandas preparadas durante la preparación de la mezcla. Luego de curadas en los días establecidos, luego son sometidos a pruebas de compresión simple

( $f'c$ ) en Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **e) DURABILIDAD**

El concreto deberá ser capaz de resistir la intemperie, acciones como productos químicos y desgaste, durante el trabajo o durante el tiempo de servicio.

#### **f) IMPERMEABILIDAD**

Impermeabilidad: Es una característica del concreto de no permitir dejar pasar el agua u otras sustancias, puede ser mejorada considerando la reducción de agua. Así como un curado adecuado.

### **2.2.5.2 TIPOS DE CONCRETO**

- a) CONCRETO ESTRUCTURAL:** todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado (Norma E.060 Concreto Armado) con una resistencia no menor a 170 kg/cm<sup>2</sup>.
- b) CONCRETO ARQUITECTÓNICO:** es un concreto pensado y destinado a brindar una gama de alternativas estéticas en cuestión de acabados y colores, dependiendo las necesidades del constructor y de la obra misma.
- c) CONCRETO CICLÓPEO:** El concreto ciclópeo es un material utilizado en la construcción y está constituido de arena, grava, agua y cemento, además de tener incorporados mampuestos y hasta bloques de gran tamaño. De una manera muy sencilla, el concreto ciclópeo es un concreto al que se le agregan piedras. Estas pueden ser de diferentes tamaños, pero generalmente son piedras grandes.
- d) CONCRETO LANZADO:** Se conoce también con el nombre de Shotcrete. Tiene muchas ventajas en trabajos subterráneos como túneles y obras de minería. También se utiliza en la protección y revestimiento de taludes y excavaciones.



- e) CONCRETOS AUTOCOMPACTABLES:** Concreto diseñado para que se coloque sin necesidad de vibradores en cualquier tipo de elemento. Este tipo de concretos son los que utilizan aditivos plastificantes y permiten: trabajabilidad fuertemente aumentada para el mismo contenido de agua; disminución de la cantidad de agua para la misma trabajabilidad y, por tanto, un sensible aumento de la resistencia.
- f) CONCRETO LÍGERO:** Empleado sobre todo en la industria de los prefabricados o donde sea requerido disminuir cargas muertas. Se emplean agregados de densidad inferior a la usual, obteniéndose pesos del orden de 1,500 a 1,800 kg/m<sup>3</sup>.
- g) CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA:** El término "concreto de alta resistencia" es aplicable al concreto cuyos valores de resistencia a la compresión supera los 42 MPa.

### 2.2.5.3 PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO

Las propiedades físicas del concreto abarcan aquellas cualidades que se pueden identificar a simple vista y/o mediciones simples, a su vez son inherentes, es decir, que no depende si el tamaño de la mezcla es menor o mayor, sino depende del cuidado que se tenga con ella.

#### 2.2.5.3.1 ASENTAMIENTO

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación.

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa. Por lo general un concreto es trabajable en la mayoría de las circunstancias, cuando durante su desplazamiento mantiene siempre

una película de mortero de al menos  $\frac{1}{4}$ " sobre el agregado grueso.

Cuando el concreto queda en reposo luego de ser compactado y colocado dentro del encofrado o cualquier tipo de contenedor, la gravedad da lugar a fenómeno natural mediante el cual los componentes más pesados los cuales son: el cemento, el agregado grueso y el agregado fino tienden a descender mientras que el agua, la cual es menos densa, tiende a ir a la parte superior de la mezcla; a este fenómeno se le conoce como asentamiento.

#### **2.2.5.3.2 CONTENIDO DE AIRE**

El aire en el concreto se encuentra incorporado de manera natural debido a muchas razones, algunas de ellas son: concretos con poco cemento, mezclados de larga duración, tamaños máximos nominales no adecuados, etc.; a su vez este aire puede ser liberado a través de procesos de compactación, además existe concretos donde el aire es incorporado intencionalmente para brindar mayor trabajabilidad; práctica que se debe realizar con las consideraciones adecuadas, ya que por cada 1% de aire incorporado la resistencia a la compresión se ve afectada en un 5%.

#### **2.2.5.3.3 PESO UNITARIO**

Se define como densidad del concreto a la relación del volumen de sólidos al volumen total de una unidad cúbica. Puede también entenderse como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido. Se expresa en  $\text{kg/m}^3$  y usualmente fluctúa entre un rango de  $2240 \text{ kg/m}^3$  a  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

#### **2.2.5.3.4 RENDIMIENTO**

El rendimiento del concreto se define como la cantidad de mezcla fresca de concreto que se obtiene a partir de una dosificación conocida de insumos. Se determina dividiendo el peso total de los materiales entre el peso unitario promedio o la densidad del concreto.

#### **2.2.5.3.5 TEMPERATURA**

La temperatura varía de un concreto a otro. Depende primordialmente de sus componentes, su masa y su calor específico. Por otro lado, se deben tener en cuenta los agentes externos que influyen directamente en la mezcla para variar de una u otra forma la temperatura del concreto, como lo son la temperatura ambiente, las condiciones ambientales, el espesor del elemento estructural y los métodos de protección que se apliquen a cada uno de los casos.

#### **2.2.5.4 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO**

Las propiedades mecánicas del concreto son aquellas relacionadas con el comportamiento del concreto en estado endurecido sometido a sollicitaciones mecánicas sobre él, a su vez las propiedades mecánicas son parámetros más importantes para el diseño estructural del concreto.

##### **2.2.5.4.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Es el valor máximo de la resistencia de un espécimen elaborado de concreto al momento de ser sometido a una máquina de ensayos a compresión, en donde se aplica una carga que actúa sobre uno de sus ejes hasta hacerlo fallar; la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de fallo del espécimen de concreto dividida entre el área de la sección resistente y se expresa en kg/cm<sup>2</sup> o psi.

#### **2.2.5.5 COMPONENTES DEL CONCRETO**

##### **2.2.5.5.1 CEMENTO PORTLAND**

El cemento Portland es un cemento hidráulico, lo que quiere decir, que es un tipo de cemento que se endurece al combinarse con agua, a su vez es producido por materiales calcáreos, pulverizados y mezclados.

### Ilustración 2: Cemento Portland



Fuente: Construrama, 2020

#### 2.2.5.5.2 COMPONENTES QUÍMICOS

Las materias primas que se utiliza en la fabricación del cemento Portland son: el dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), el óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y el óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) se encuentra en la arcilla, la cal que contiene oxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), y el trióxido de azufre ( $\text{S}_3$ ) aportado por el yeso; todos estos óxidos son sometidos al proceso de fabricación del Clinker obteniendo compuestos químicos complejos que se forman gracias a las reacciones químicas de dichos óxidos sometidos bajo altas temperaturas

Tabla 1: Composición Química del Cemento

COMPUESTO	FÓRMULA	ABREVIATURA	PORCENTAJE
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S	48% - 52%
Silicato dicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S	17% - 27%
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A	6% - 10%
Ferritoaluminato tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF	9% - 11%

En esta tabla se muestran los compuestos químicos o materias primas que se utilizan en la fabricación del cemento Portland.

Fuente: ASOCEM, 2016

- **El silicato tricálcico C3S (Alita);** es el componente principal del Clinker, formando alrededor del 50% de este, tiene la propiedad de aportar las mayores resistencias iniciales al cemento.
- **El silicato bicálcico C2S (Belita);** este componente aporta pocas resistencias a edades tempranas, pero va alcanzando resistencias progresivamente hasta alcanzar al silicato tricálcico.

- **El aluminato tricálcico C3A;** este componente por sí solo no contribuye a la resistencia, pero en presencia de silicatos desarrolla unas resistencias iniciales buenas. Actúa como catalizador de la reacción de silicatos. Su hidratación es muy rápida desarrollando un calor de hidratación de 207cal/g, su contenido este alrededor del 10%.
- **El ferrito aluminato tetracálcico C4AF (Celita);** su hidratación es rápida pero más lenta que la del aluminato. Posee un calor de hidratación de 100cal/g. es el fundente en el horno y el responsable del color gris verdoso del cemento. Su contenido en el cemento esta alrededor del 8%.

### 2.2.5.5.3 TIPOS, USOS Y CARACTERISTICAS DEL CEMENTO PORTLAND

- **Tipo I:** Es cemento normal, cuya mezcla se obtiene mezclando el clinker con el yeso. Es adecuado para un importante porcentaje de construcciones civiles e industriales (viviendas, estructuras varias, pavimentos, etc.)

Se utiliza en la mayoría de los proyectos, a no ser que la obra aconseje lo contrario. A favor del cemento Portland tipo I también juega el factor de la compatibilidad con la mayor parte de los materiales de construcción estándar, además de su resistencia inicial y el menor tiempo de desencofrado.

- **Tipo II:** En este caso se trata de un cemento modificado, especialmente útil en obras que exigen altos volúmenes de concreto (una presa, por ejemplo) y, sobre todo, en aquellas que están expuestas al ataque moderado de los cloruros y sulfatos (generalmente las que están en contacto con el agua).

El Portland tipo II adquiere su resistencia más lentamente que el anterior, aunque finalmente lo iguala y se puede conseguir la misma resistencia. Entre sus ventajas destaca la resistencia a la corrosión y a la degradación, lo que convierte este material en un buen aliado para no tener grandes preocupaciones de mantenimiento a lo largo de la vida útil

de la obra.

- **Tipo III:** Ofrece una elevada resistencia inicial y es tremendamente recomendable cuando necesitamos una resistencia acelerada. Destaca por incrementar la resistencia inicial a niveles muy altos, sobre todo en comparación con los tipos I y II.

No obstante, el Portland tipo III es relativamente similar al tipo I, exceptuando el pequeño detalle de que las partículas se someten a una molienda mucho más fina. ¿Qué implica esto? Que utilizarlo cuando se requiere remover encofrados lo más pronto posible o cuando los tiempos son algo más comprimidos es una gran idea.

- **Tipo IV:** Limitando los compuestos C3A y C3S se consigue crear un cemento con bajo calor de hidratación. También destinado a obras en las que se emplea concreto de forma masiva (presas, túneles, etc.), la resistencia del Portland tipo IV se consigue tras superar un periodo de unos 30 días, aunque el proceso no se detiene en este punto y continúa lentamente. Para fabricarlo entran en juego materiales calizos, arcillas o incluso materiales silicosos y aluminosos.
- **Tipo V:** Si para tu obra necesitas un cemento con gran resistencia a los sulfatos, el Portland tipo V es precisamente lo que estabas buscando. Losas, tuberías o cualquier estructura en contacto con superficies de alto contenido en sulfatos son las ideales para aplicar este cemento.

Este cemento se usa de la misma manera que el cemento Portland tipo II. Como el tipo II, se debe preparar el concreto de cemento portland tipo IMS con baja relación agua materiales cementantes para que se garantice la resistencia a los sulfatos:

- **TIPO IHS:** Cemento Portland tipo I adicionado con alta protección contra los sulfatos. Se usa en concreto expuesto a la acción severa de los sulfatos principalmente donde el suelo o el agua subterránea tienen altas concentraciones de sulfato. Este cemento se emplea de la misma manera que el Cemento Portland tipo V.

- **TIPO GU:** El cemento Pórtland tipo I adicionado de uso general tipo GU (General Use). Es adecuado para todas las aplicaciones donde las propiedades especiales de los otros tipos de cemento no sean necesarias. Su uso en concreto incluye pavimentos, pisos, edificios en concreto armado, puentes, tubería, productos de concreto prefabricado y otras aplicaciones donde se usa el cemento Portland tipo I.

La norma ASTM C 1157 considera los siguientes tipos de cementos Portland especiales:

- **Tipo GU:** Cemento Portland de uso general.
- **Tipo HS:** Cemento Portland de alta resistencia a los sulfatos.
- **Tipo HE:** Cemento Portland de alta resistencia inicial.
- **Tipo MH:** Cemento Portland de moderado calor de hidratación.
- **Tipo LH:** Cemento Portland de bajo calor de hidratación.
- **Tipo MS:** Cemento Portland de moderada resistencia a los sulfatos.

#### 2.2.6 CEMENTO TIPO ICO

El cemento tipo ICO o también denominado cemento compuesto se obtiene por la pulverización conjunta del Clinker, materias calizas y/o adiciones inertes, los cuales son aquellos materiales que, sin perturbar el tiempo de fraguado, la etapa de endurecimiento o el Slump, introduzcan alguna mejora a las características del cemento; estas adiciones solo se pueden dar hasta un máximo del 30%.

**Ilustración 3: Cemento Pacasmayo tipo ICO**



Fuente: SODIMAC, 2020.

#### **2.2.6.1 CEMENTO TIPO GU**

Este cemento es usado para construcciones en general, es decir, cuando no se solicite ningún tipo de propiedad especial o especificación técnica en concreto; por lo tanto, este cemento sigue los lineamientos de los cementos Portland según la Norma Técnica Peruana.

En la siguiente figura se puede observar una bolsa de cemento tipo GU.

**Ilustración 4: Cemento Mochica tipo GU**



Fuente: SODIMAC, 2020.



## **2.2.6.2 AGREGADOS**

Los agregados son el producto natural o artificial de la piedra, los cuales deberán cumplir ciertas medidas en tamaño generalmente determinado en milímetros, además cumplirán otras propiedades que serán condicionantes para la calidad del concreto, dichas características serán establecidas por la norma técnica o de la norma ASTM C33, estos materiales al ser mezclados con el cemento y agua deben formar una pasta de concreto que endurecido y curado deberán cumplir con las especificaciones técnicas.

Los agregados, también llamados áridos, que componen el concreto son materiales granulares inertes, de tamaño comprendido entre 0 mm y 100 mm, de procedencia natural o artificial que contribuyen a la estabilidad de volumen, resistencia y economía de los morteros y concretos.

Los áridos desempeñan un papel económico y técnico muy importante en las características del concreto. Ocupan alrededor del 75 % de del volumen total, es decir sus 3/4 partes, siendo el resto la pasta de cemento que rellenar los huecos existentes entre ellos y mantiene unidos los gránulos. La misión de los áridos no se limita a la de ser un material de relleno barato, comparados con la pasta de cemento, sino que también ejercen una influencia muy positiva en las resistencias mecánicas, retracción, fluencia, abrasión, e incluso durabilidad del concreto.

### **2.2.6.2.1 AGREGADO FINO**

De acuerdo con las instituciones internacionales ha quedado definido, que el agregado fino es el material que pasa la malla de 9.5 mm (3/8") y en nuestro país cumple lo establecido en la norma técnica peruana, sus partículas serán limpias, de textura angulosa, duras, compactas y resistentes. El origen será condicionante para que cumpla las características esperadas en la formación y comportamiento del concreto.

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa íntegramente el tamiz de 3/8" y

como mínimo en un 95% el tamiz N°4, quedando retenido en el tamiz N°200 y que cumple con los límites establecidos en la norma ASTM C 33.

El agregado fino estará compuesto de partículas limpias de un perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente; libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto.

Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes (ASTM C33).

#### ➤ **Granulometría**

Por definición viene a ser la determinación por tamaños de partículas, que se realizan en el laboratorio, mediante una serie de tamices o mallas debidamente normalizadas.

**Tabla 2: Límites de Granulometría del agregado fino**

<b>Malla</b>	<b>% que pasa</b>
3/8"	100
N° 04	95-100
N° 08	80-100
N° 16	50-85
N° 30	25-60
N° 50	05-30
N° 100	0-10

Fuente: NTP 400.037

El módulo de fineza es una característica que permite una mejor calidad del concreto siempre y cuando cumpla con lo especificado en la norma ASTM, de encontrarse en el intervalo de 2.35 a 3.15.

### **2.2.6.2.2 AGREGADO GRUESO**

Se denomina agregado grueso al material retenido en el tamiz N°4, proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la norma ASTM C33.

#### ➤ **Granulometría**

Se considera al agregado grueso natural o artificial (piedra triturada), deberá encontrarse entre los límites establecidos según normas.

#### ➤ **Tamaño Máximo Nominal**

Según el tamaño máximo de los agregados gruesos en el concreto queda determinado por la exigencia de que pueda acceder en tamaño fácilmente en los encofrados y por supuesto entre las barras de acero, para evitar cavidades.

### **2.2.6.2.3 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS**

#### ➤ **Peso unitario**

El peso unitario se define como el peso que alcanza un determinado volumen unitario y es la relación directamente proporcional al peso e inversamente proporcional al volumen que ocupa, incluye el volumen de vacíos intergranulares, conocido como volumen aparente y deberá determinarse el peso unitario suelto y compactado respectivamente, al tener un valor elevado de gravedad específica mayor será el peso unitario, varía entre 1500 y 1700  $kg/m^3$ .

**Tabla 3: Requisitos de granulometría para los agregados gruesos (ASTM C 33)**

Número de Tamaño	Tamaño nominal (mallas con aberturas cuadradas)	Cantidades menores que pasan cada malla de laboratorio (aberturas cuadradas), por ciento en peso												
		(100 mm) 4 pulg	(90 mm) 3.5 pulg	(75 mm) 3 pulg	(63 mm) 2.5 pulg	(50 mm) 2 pulg	(37.5 mm) 1.5 pulg	(25.0 mm) 1 pulg	(19.0 mm) ¾ pulg	(12.5 mm) ½ pulg	(9.5 mm) 3/8 pulg	(4.75 mm) No.4	(2.36 mm) No.8	(1.18 mm) No.16
1	90 a 37.5 mm	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	
2	63 a 37.5 mm	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	
3	50 a 25.0 mm	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	
357	50 a 4.75 mm	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	
4	37.5 a 19.0 mm	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	---	0 a 5	---	---	
467	37.5 a 4.75 mm	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	
5	25.0 a 12.5 mm	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	
56	25.0 a 9.5 mm	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	
57	25.0 a 4.75 mm	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	
6	19.0 a 9.5 mm	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	
67	19.0 a 4.75 mm	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	25 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 a 4.75 mm	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 a 2.36 mm	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	

El tamaño máximo del agregado que puede ser empleado depende generalmente del tamaño y forma del elemento de concreto.

➤ **Gravedad específica**

Es la relación directamente proporcional al peso del material e inversamente proporcional al peso de un volumen igual del agua desplazada. Este valor es de gran importancia en las mezclas de concreto, por utilizarse en la dosificación de la mezcla.

➤ **Capacidad de absorción**

Podríamos definirlo como la humedad contenida en una condición de saturación, es decir que el agua que ha ocupado los poros accesibles o abiertos.

➤ **Humedad total**

Es la relación que existe entre el peso del agua contenida en los vacíos y el peso de sus partículas sólidas.

➤ **Pasante del tamiz N°200 por lavado**

Mediante el método de análisis granulométrico de un agregado se entenderá todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se pueda separar las partículas constitutivas del agregado según tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. Para separar por tamaños se utilizan las mallas de diferentes aberturas, las cuales proporcionan el tamaño máximo de agregado en cada una de ellas.

➤ **Composición química**

Este ensayo se realiza con el objetivo de determinar la composición química de los agregados finos, en donde se detallan los elementos que los conforman y cuya concentración es mayor al 0.5%. El método empleado se denomina Método ARPL 32 PEX-01 y se trata de un análisis químico por fluorescencia de rayos X. Los resultados se expresan como óxidos de silicio, aluminio, fierro, calcio, magnesio, sulfato, sodio y potasio, etc.

#### **2.2.6.2.4 DETERMINACIÓN DE CLORUROS**

El análisis se realiza sobre una alícuota de un extracto acuoso del agregado que contiene cloruros y otras sales solubles. Se añade a la solución 1 ml de cromato de potasio como indicador y se titula con nitrato de plata hasta que el precipitado blanco de cloruro de plata, AgCl,

se tiñe de color rojo debido a la precipitación de cromato de plata,  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ .

#### **2.2.6.2.5 DETERMINACIÓN DE SULFATOS**

Este método se basa en la precipitación de sulfato de bario que es escasamente soluble; consiste en agregar lentamente una solución diluida de cloruro de bario en una solución caliente de sulfato ligeramente acidificada con ácido nítrico.

#### **2.2.6.2.6 DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES**

Se prepara un extracto acuoso agitando por una hora una suspensión de la muestra en agua desionizada para disolver las sales presentes. Luego se filtra y se procede a evaporar la solución hasta sequedad, sin llegar a ebullición.

#### **2.2.6.2.7 DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA**

El análisis consiste en preparar la muestra y agregar a un frasco calibrado hasta un volumen de 130 ml luego adicionar una solución de NaOH hasta un volumen de 200 ml o hasta donde indique el frasco graduado, agitar y dejar reposar por 24 horas. Al final se compara el color del líquido sobrenadante en el frasco con el color estándar, determinando cualitativamente la presencia de impurezas orgánicas.

#### **2.2.6.2.8 Determinación de carbón y lignito**

Este análisis consiste en separar las partículas livianas contenidas en un agregado por medio de flotación en un recipiente con cloruro de zinc (densidad  $2 \text{ g/cm}^3$ ). Se vierte una cantidad específica de muestra en el medio de flotación, las partículas livianas que flotan en el líquido sobrenadante se separan por medio de una malla. Se lava la malla y se seca en estufa y finalmente se pesan las partículas de color negro y marrón oscuro.

### **2.2.6.3 AGUA**

El agua es el componente del concreto que entra en contacto con el cemento para proporcionar propiedades de fraguado y endurecimiento a fin de formar un sólido compacto con los agregados.

#### **2.2.6.3.1 AGUA PARA MEZCLA**

El agua en el concreto es fundamental porque al relacionarla con la cantidad de cemento contenido en la mezcla (relación agua/cemento), es la que determina la resistencia de este y en condiciones normales su durabilidad.

Concretos con altos contenidos de agua (relaciones agua/cemento por encima de 0,5) pueden proporcionar resistencias bajas y ser susceptibles de ser atacados fácilmente por los agentes externos. Por el contrario, relaciones agua/cemento bajas (menores de 0,45) contribuyen de forma significativa a la resistencia de los elementos, tanto a la compresión y mejor desempeño de la estructura, como al ataque de agentes que se encuentran en el medio ambiente, y en consecuencia a la durabilidad.

#### **2.2.6.3.2 AGUA PARA CURADO**

Es la cantidad de agua adicional que requiere el concreto una vez endurecido a fin de que alcance los niveles de resistencia para los cuales fue diseñado. Este proceso adicional es muy importante en vista de que, una vez colocado, el concreto pierde agua por diversas situaciones como: altas temperaturas por estar expuesto al sol o por el calor reinante en los alrededores, alta absorción donde se encuentra colocado el concreto, fuertes vientos que incrementan la velocidad de evaporación. Aunque en la actualidad existen productos que minimizan la pérdida superficial del agua, en el caso de que no sean utilizados se requiere adicionársela periódicamente a los elementos construidos para que alcancen el desempeño deseado.

## 2.3 DOSIFICIÓN DEL CONCRETO

Con la dosificación de los materiales que conforman el concreto, nos va a permitir establecer lo siguiente:

- Adquirir una pasta consistente y trabajable, la cual brinde la facilidad de ser colocada dentro del encofrado, bajo las condiciones de colocación que van a utilizarse.
- Se obtenga resistencia según las condiciones especiales que pueda estar sometido el concreto.
- Cumpla con los requisitos y las especificaciones que debe tener de acuerdo a los ensayos.

## 2.4 FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO DEL CONCRETO

A partir de reacciones químicas de hidratación que existe entre los factores del cemento es que se logra este resultado. En la primera etapa de hidratación (fraguado) la mezcla de concreto pasa de estado plástico a estado sólido.

Durante este proceso las reacciones de hidratación son continuas, con lo cual se logra alcanzar a todas las partículas del cemento y por consiguiente se da origen al endurecimiento del concreto, etapa en la que se da un constante desarrollo de resistencias mecánicas.

En el aglomerante (cemento portland) en primer constituyente en reaccionar químicamente es el aluminato tricálcico y tiene una duración de hasta 7 y 28 días. Luego el componente químico silicato tricálcico, que inicialmente da una importante aportación, la cual continua con el transcurso del tiempo. Por último, el silicato bicálcico tiene una aportación que inicialmente es muy débil pero muy importante a partir de los 28 días. En condiciones normales un concreto empieza su fraguado durante los primeros 30 y 45 minutos, esto después de estar en estado de reposo y culmina la etapa de fraguado pasando las 10 a 12 horas.



Terminado este proceso, el endurecimiento toma protagonismo, y a partir de los primeros días hasta acercarse al primer mes, posteriormente aumenta paulatinamente hasta llegar a los 365 días (año) donde prácticamente se estabiliza.

## **2.5 RELACIÓN AGUA CEMENTO**

Es la razón que se presenta entre el contenido efectivo del agua y el contenido de cemento en la mezcla fresca del concreto.

Se le denomina contenido efectivo de agua a la diferencia que se encuentra presente en el concreto fresco y el agua que es absorbida por los agregados, mientras que la cantidad de cemento presente en la mezcla se trata en kilos.

## **2.6 DISEÑO DE MEZCLA**

Para el diseño de mezcla se requiere de cierta información, la cual se menciona a continuación:

- Granulometría de los agregados.
- Análisis de peso unitario compactado de los agregados.
- Análisis de peso específico de los agregados.
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados.
- Textura y perfil de los agregados.
- Tipo de cemento.
- Relación entre la resistencia requerida y la relación agua/cemento.

## **2.7 EPECIFICACIONES DE LAS NORMAS**

Para el diseño de una mezcla de concreto se debe revisar y tener en cuenta las normas, en las cuales se encuentran los límites necesarios para trabajar y así el diseño de mezcla cumpla con la normativa peruana.

## 2.8 SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO ( $f'_{cr}$ )

Está basada en la en la selección de proporciones del concreto, y se va a calcular de acuerdo con los siguientes aspectos:

- Si la desviación estándar ha sido calculada de acuerdo con el método 01 o método 02, la resistencia promedio requerida será el mayor valor calculado por las siguientes formulas, haciendo uso de la desviación estándar calculada según lo indicado en la tabla de factor de corrección.

$$F'_{cr} = f_c + 1.34s$$

$$F'_{cr} = f_c + 2.33s - 35$$

Donde S es la desviación estándar calculada en kg/cm<sup>2</sup>.

En caso se desconozca el valor de "S" se hará uso de la siguiente tabla para poder determinar la resistencia promedio requerida.

## 2.9 SELECCIÓN DEL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO

Se determina a través del ensayo de análisis granulométrico, el cual determina la distribución del tamaño de partículas, de acuerdo con la norma técnica peruana.

## 2.3 DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS

- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:** Es una propiedad fundamental del concreto, que viene a ser la capacidad de resistir la máxima carga vertical sobre el área correspondiente de la probeta.
- **AGREGADO:** Viene hacer el material granular, que se puede obtener de manera natural o artificial y se denomina grava, arena, piedra triturada, que sirve para elaborar el concreto.
- **CEMENTO PORTLAND:** Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio.
- **GRAVA:** Es el material grueso que pasa la malla de 3" y retenido en el tamiz N°4 (4.75 mm), se origina por la desintegración física.

- **ARENA:** Material proveniente de la roca, que pasa el tamiz de 3/8" y retenido en la malla de 0.075 mm (N°200).
- **CEMENTO:** Material artificial pulverizado con adición de minerales en cantidades especificadas, llegan a constituir una superficie específica.
- **COHESIVIDAD:** Aptitud que tiene el concreto para mantenerse con una masa estable y sin segregación.
- **COMPACIDAD:** es la facilidad con la que el concreto o mortero fresco es compactado o consolidado para reducir el volumen de vacíos y por lo tanto el aire atrapado.
- **CONSISTENCIA:** Habilidad del concreto fresco para fluir, es decir la capacidad de adquirir la forma de los encofrados que lo contienen.
- **CONTENIDO DE AIRE:** Es la diferencia entre el volumen aparente de la mezcla y el resultante de la suma de los volúmenes absolutos de los componentes.
- **DURABILIDAD:** Es la propiedad que tienen los morteros o concretos de resistir la acción continua de agentes destructivos con los cuales han de estar en contacto.
- **PLASTICIDAD:** es la condición del concreto o mortero fresco que le permite deformarse continuamente sin romperse.
- **TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:** Es la abertura del tamiz de malla menor a través del cual puede pasar como mínimo el 95% del agregado.
- **ESPÉCIMEN DE CONCRETO:** Especímenes que sirven para determinar por lo general las resistencias mecánicas del concreto y llevar el control de calidad de este.
- **TEXTURA DEL AGREGADO:** Carácter que presenta la superficie de un agregado, lo que produce una sensación táctil o visual.
- **TRABAJABILIDAD:** Es la mayor o menor facilidad que presenta un concreto o mortero de ser mezclado, transportado y colocado.

## CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el mundo existen numerosas fábricas que producen una gran variedad de clases de cemento, de acuerdo con estas características es la que la derivamos a diferentes zonas o tipos de obras, y estos tipos de cementos son empleados a fin de resistir estas características nocivas a los cementos tipo Portland Tipo I que nosotros lo utilizamos cuando estamos en condiciones normales tanto del terreno (suelo, agua) como del ambiente. Nuestro problema de investigación se centra básicamente en determinar cuál es la resistencia que se obtiene trabajando con dos diferentes marcas de cemento Portland Tipo I, ya que estos generalmente contienen aditivos que desarrolla cada marca en particular y es necesario conocer su verdadero comportamiento para las diversas zonas donde se oferta para la construcción.

En nuestro país también tenemos diversas fábricas que también producen diversos tipos de cemento Portland Tipo I, lo que sin duda es importante conocer su comportamiento trabajando con los agregados que vamos a utilizar en las zonas donde se va a construir. No se trata de que, si es un cemento Portland Tipo I, tiene la misma resistencia a la compresión, como dijimos depende de la composición y aditivos que desarrolla cada marca.

En la localidad de Pucacaca, básicamente se utiliza estos dos tipos de cemento Portland Tipo I, cemento Pacasmayo y cemento Mochica, de los cuales no conocemos su comportamiento a la compresión utilizando los agregados de la zona, por lo que nuestra investigación está orientada a solucionar este tema y definir bien estos parámetros ya que puede variar la dosificación del cemento por metro cúbico de concreto.

## **3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **3.2.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Será posible hacer el análisis comparativo de la resistencia, de los concretos elaborados con cementos Mochica y Pacasmayo Pórtland Tipo I, en la construcción de edificaciones, en el distrito de Pucacaca, provincia de Picota, departamento de San Martín?

### **3.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS**

- ¿Cuáles son las diferencias de las características físicas entre los cementos Mochica y Pacasmayo Pórtland Tipo I en la elaboración del concreto?
- ¿Cuál será el cambio en la resistencia del concreto elaborado con los cementos Mochica y Pacasmayo Pórtland Tipo I la misma que será evaluada con especímenes elaborados y sometidos a compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado?

## **3.3 OBJETIVOS**

### **3.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar el análisis comparativo de la resistencia de los concretos elaborados con cementos Mochica y Pacasmayo Pórtland Tipo I, en la construcción de edificaciones, en el distrito de Pucacaca, provincia de Picota y departamento de San Martín.

### **3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las diferencias de las características físicas entre los cementos Mochica y Pacasmayo Portland Tipo I, que causan el cambio en elaboración del concreto.
- Determinar cuánto cambio la resistencia del concreto elaborado con los cementos Mochica y Pacasmayo Pórtland Tipo I, la misma que será evaluada con especímenes elaborados y sometidos a compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado.

### 3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se justifica porque permitirá averiguar las características físicas que originan el cambio en la elaboración del concreto con cemento Mochica y cemento Pacasmayo, luego de los cuales las probetas serán llevadas a la rotura y averiguar su resistencia a la compresión y tener una idea clara del comportamiento de ambos tipos de cemento y poder adoptar el óptimo para cada caso.

### 3.5 HIPÓTESIS

#### 3.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

- **H1**: La utilización de los cementos, Mochica y Pacasmayo Portland Tipo I, **si causan** efecto en la resistencia del concreto, lo cual nos permitirá comparar los beneficios de su utilización en la construcción en el distrito de Pucacaca, provincia de Picota y departamento de San Martín.
- **H0**: La utilización de los cementos, Mochica y Pacasmayo Portland tipo I, **no causan** efecto en la resistencia del concreto, lo cual nos permitirá comparar los beneficios de su utilización en la construcción en el distrito de Pucacaca, provincia de Picota y departamento de San Martín.

#### 3.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- **H1**: Las diferencias de las características físicas, entre los cementos Mochica y Pacasmayo Portland tipo I, **producen** cambio en la elaboración del concreto.
- **H0**: Las diferencias de las características físicas, entre los cementos Mochica y Pacasmayo Portland tipo I, **no producen** cambio en la elaboración del concreto.
- **H1**: La resistencia del concreto **será diferente** para cada uno de los cementos, la misma que será evaluada con especímenes elaborados y sometidos a compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado.
- **H0**: La resistencia del concreto **no será diferente** para cada uno de los

cementos, la misma que será evaluada con especímenes elaborados y sometidos a compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado.

### 3.6 VARIABLES

#### 3.6.1 Identificación de las variables

**Variable Independiente:**

Características de los cementos Mochica y Pacasmayo Portland Tipo I.

**Variable dependiente:**

Resistencia del concreto.

#### 3.6.2 Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables

*Tabla 4: Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables*

<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>
<b>VI: Características de los Cementos Pórtland Tipo I y Mochica Tipo GU</b>	Las Características físicas y químicas de los cementos Pórtland Tipo I y Mochica GU, actúan como factores que afectan la resistencia del concreto.
<b>VD: Resistencia del Concreto</b>	La resistencia a la compresión simple es costumbre considerarlo como parámetro de la calidad y es medible con ensayos de laboratorio, con la rotura de probetas y es directamente proporcional a la máxima carga vertical ejercida por un pistón e inversamente proporcional al área o sección transversal de la probeta.

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.3 Operacionalización de Variable

Tabla 5: Operacionalización de las Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADOR	TIPO ESTADÍSTICO	ESCALA	DATO	INSTRUMENTO
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  Características de los Cementos Pórtland Tipo I y Mochica Tipo GU	<b>Cemento Porpland Tipo I:</b> Es un producto obtenido por mezcla de calizas y arcillas, entre otros productos químicos. Que al combinarse con los agregados y el agua forman una pasta de concreto.	Se realiza para la efecto en la resistencia que ha sido elaborado con un tipo de cemento	Comparación de la resistencia del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , haciendo uso en el diseño de los cementos indicados.	. Peso específico del cemento  . Superficie específica del cemento  . Tipo y marca del cemento	Cuantitativo	Rango o intervalo	De cero a uno	Ficha técnicas para los ensayos de las propiedades del de Cemento (NTP)
	<b>El Cemento MOCHICA (GU)</b> Es un producto que se obtiene mediante la pulverización conjunta de clinker, yeso, filler calizo, puzolana y/o escoria. Que al combinarse con el agua forman una pasta de concreto.	Se analiza la variación de la resistencia en función al tipo de cemento.	Cual de ellos tiene mejores atributos de resistencia en beneficio de los construcciones.					
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  Resistencia del Concreto	La resistencia a la compresión del concreto que se emplea en el diseño y se evalúa según su dosificación y los efectos que generan el uso del tipo de cemento.	Es el proceso metodológico que se realiza para la intervención de los materiales en el diseño de mezcla del concreto	Diseño de mezcla para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	. Dosificación de la mezcla de concreto  . Consistencia  . Relación Agua Cemento  . Granulometría de los agregados . Tiempo de fraguado  . Resistencia del concreto	Cuantitativo	Rango o intervalo	En porcentaje	Fichas técnicas para los ensayos de laboratorio de las propiedades (NTP)
		Es una propiedad que depende entre otras del tipo de cemento	Valores de la resistencia del concreto con las marcas de cemento	Fichas técnicas para determinar las propiedades del concreto. (NTP)				

Fuente: Elaboración Propia



## CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

### 4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### 4.1.1 Tipo de Investigación

Esta investigación será del tipo experimental, porque se busca determinar el efecto que causa en la resistencia del concreto elaborado, con el uso del cemento Mochica y cemento Pacasmayo Pórtland Tipo I y Mochica, a fin de establecer cuál de estos tiene mayor significancia en el comportamiento.

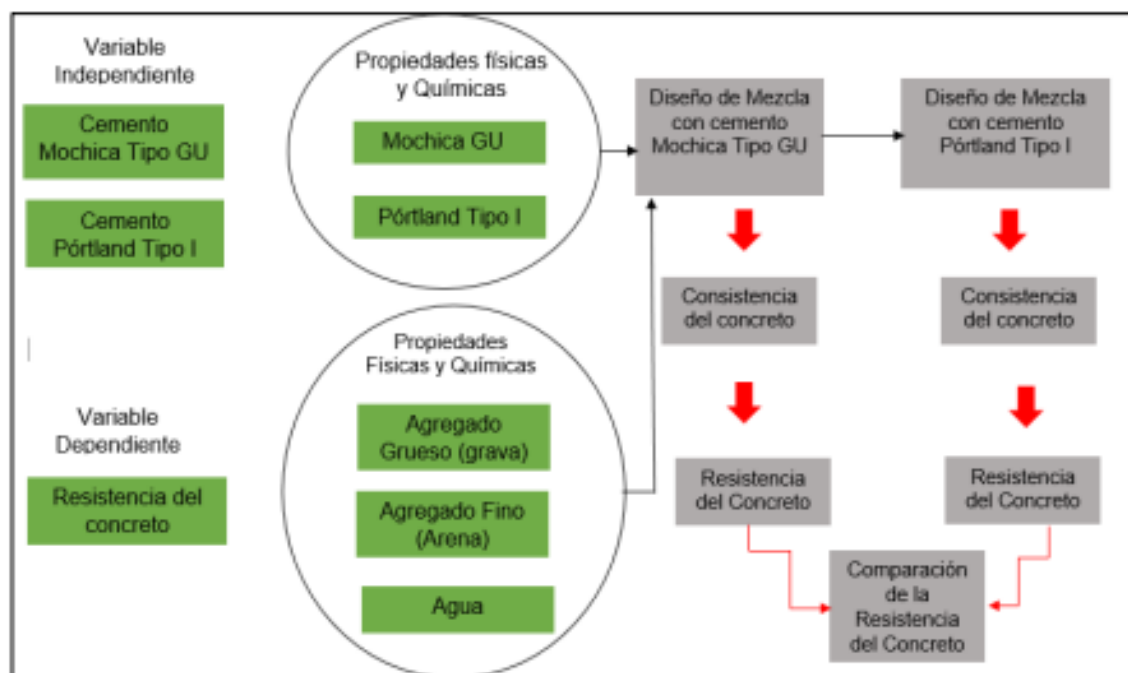
El tipo investigación tendrá el carácter de experimental, porque haremos una relación estadística ascendente, entre la edad y el efecto que causa en la resistencia a la compresión simple del concreto y establecer por comparación con cuál de los cementos se logra mejores resultados ya que está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto.

Además, debido a que se centra en el estudio y análisis de la realidad a través de diversos procedimientos basados en la medición permite un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación.

#### 4.1.2 Diseño de Investigación

El Diseño de investigación es Cuasi – Experimental, en función a las muestras de concreto en su etapa de fraguado inicial extraídas de las obras en ejecución en la localidad de Pucacaca, provincia de Picota, departamento de San Martín.

**Ilustración 5: Diseño de la Investigación**



Fuente: Elaboración Propia

## 4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

### 4.2.1 POBLACIÓN

El Universo para la presente investigación se encuentra conformado por tres observaciones, éstas en total por cada una es de 30 especímenes de ensayo de laboratorio, para determinar la resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días, utilizando los cementos Mochica y Pacasmayo Pórtland Tipo I.

### 4.2.2 MUESTRA

Para la elección de la muestra en nuestra investigación se tiene la población finita, la muestra se tomará siguiendo la siguiente formula estadística.

$$m = \frac{N Z^2 p q}{d^2(N - 1) + Z^2 p q} \dots$$

Dónde:

$m$ : es la muestra,  $N$ : Es la población,  $Z$ : es el nivel de confianza,  $p$ : es la probabilidad de éxito o proporción esperada,  $q$ : es la probabilidad de fracaso,  $d$ : es la precisión o error admisible.

Por lo tanto, si la población son 30 observaciones, por cada varianza estadística y aplicando la formula la muestra para la investigación será de 30 especímenes de ensayo.

### 4.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 4.3.1 Técnicas de Recolección de datos

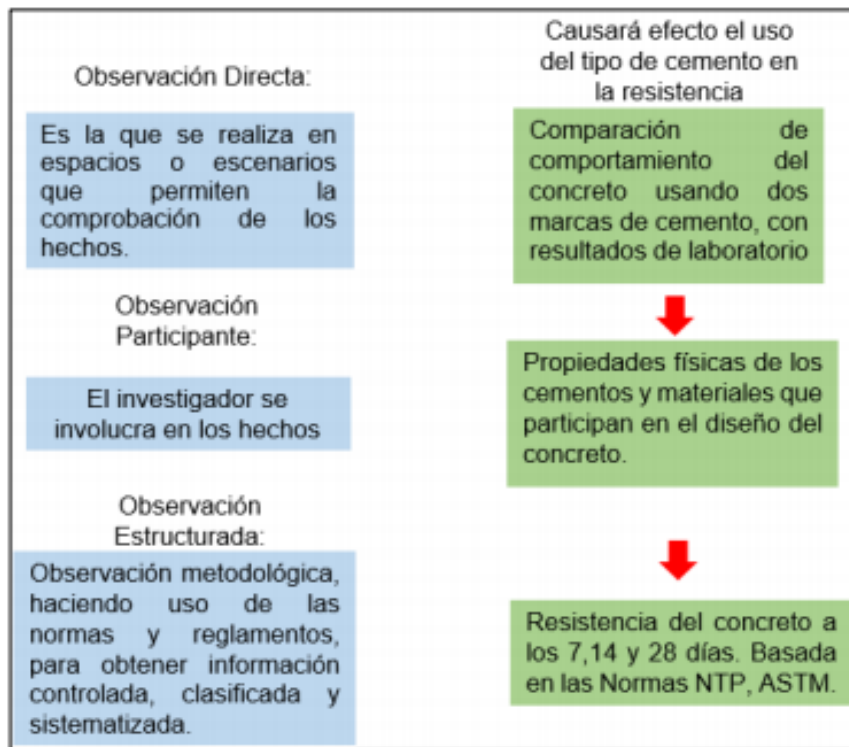
Para lograr cada uno de los objetivos específicos, se utilizará técnicas y herramientas: Para determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $F'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>, se realizarán diferentes ensayos de laboratorio, primeramente, se realizará la evaluación de los agregados a utilizar en el diseño de mezcla y posteriormente se evaluará la resistencia del concreto.

**Tabla 6 : Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Objetivo Especifico	Fuente	Técnica	Instrumento	Logro
➤ Realizar ensayos de laboratorio de los agregados a utilizarse para los diseños de mezclas usando las diferentes marcas de cemento.	Agregado Fino Agregado Grueso	Análisis documental y Observacional. Ensayos de laboratorio	Guía de ensayo granulométrico por tamizado.	Conocer la calidad de los agregados a utilizarse para el diseño de mezcla de concreto.
➤ Realizar en diseño de mezcla para concreto $F'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> usando las diferentes marcas de cemento.	Mezcla de Concreto	Análisis Observacional Ensayos de laboratorio	Guía de ensayo de diseño de mezcla.	Conocer las proporciones adecuadas de los materiales que se utilizaran en el diseño de mezcla.
➤ Realizar el ensayo de rotura de probetas con las muestras de concreto utilizando las diferentes marcas de cemento.	Probetas de concreto	Análisis Observacional Ensayo de laboratorio	Guía de ensayo de rotura de probetas.	Conocer la resistencia del concreto, con cada marca de cemento.
➤ Determinar el costo beneficio que genera usar las diferentes marcas de cemento para un concreto $f'c$ :210 kg/cm <sup>2</sup> .	Presupuesto Análisis de costos unitarios	Análisis Documental	Cotizaciones Costos de materiales	Conocer el costo beneficio que genera usar las diferentes marcas de cemento para un concreto $f'c$ :210 kg/cm <sup>2</sup> .

Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 6: Tipos de observación en la Investigación**



Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.2 Instrumentos de Recolección de Datos

Para la técnica de Experimentación se utilizará una Ficha de experimentación como instrumento.

**Tabla 7: Instrumentos de Recolección de Datos**

Actividades		Instrumentos de Recolección de Datos	
Propiedades del Cemento	Mochica Tipo GU	NTP 334.082	ASTM C 1157
	Pórtland Tipo I	NTP 334.009	ASTM C 150
	Granulometría	NTP 400.012	ASTM C-136
Propiedades del Agregado grueso y fino	Peso unitario suelto	NTP 400.017	ASTM C-29
	Peso unitario compactado	NTP 400.017	NTP 400.022
	Gravedad específica	NTP 400.021	NTP 400.022
	Capacidad de absorción	NTP 400.021	NTP 400.022
	Humedad total	NTP 339.185	ASTM C-535
	Pasante del tamiz N° 200	NTP 400.018	
Propiedades del Agua	Tamaño max. Nominal	NTP 400.037	ASTM C 33
	Agua	NTP 339.088	
Concreto fresco	Consistencia	NTP 339.035	ASTM C 143
	Aire atrapado	NTP 334.083	ASTM C 231
Edad del Concreto	Resistencia del concreto	NTP 339.034	ASTM C 039

Fuente: Elaboración Propia

### **4.3.3 Procedimiento de Recolección de Datos**

- Extracción de muestras de concreto fresco, en su etapa de fraguado inicial en algunas obras en la localidad de Pucacaca, provincia de Picota, departamento de San Martín.
- Desarrollo de ensayos de laboratorio especiales para la recolección de Datos.
- Validación de los ensayos de Laboratorio y de tal manera validar la información obtenida.
- Procesamiento de Datos obtenidos en Laboratorio.
- Organización de los datos en cuadros.
- Representación de los datos mediante tablas y gráficas.
- Análisis e interpretación de los datos.
- Elaboración de los informes respectivos en el Proyecto de Tesis la cantidad de aire atrapado en el concreto.

#### **4.3.3.1 Procesamiento, Análisis e Interpretación de los datos**

La información será procesada en forma computarizada a través del Programa de Software: Excel (para la base de Datos) y en Gabinete con cálculos respectivos. De tal manera el procesamiento de la información nos permitirá elaborar la matriz de datos con la que se diseñará las tablas y gráficos

## CAPÍTULO V: RESULTADOS

### 5.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE MATERIALES

#### 5.1.1 DE LOS AGREGADOS – ANALISIS DE GRANULOMETRIA

##### 5.1.1.1 AGREGADO GRUESO

*Tabla 8: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso*

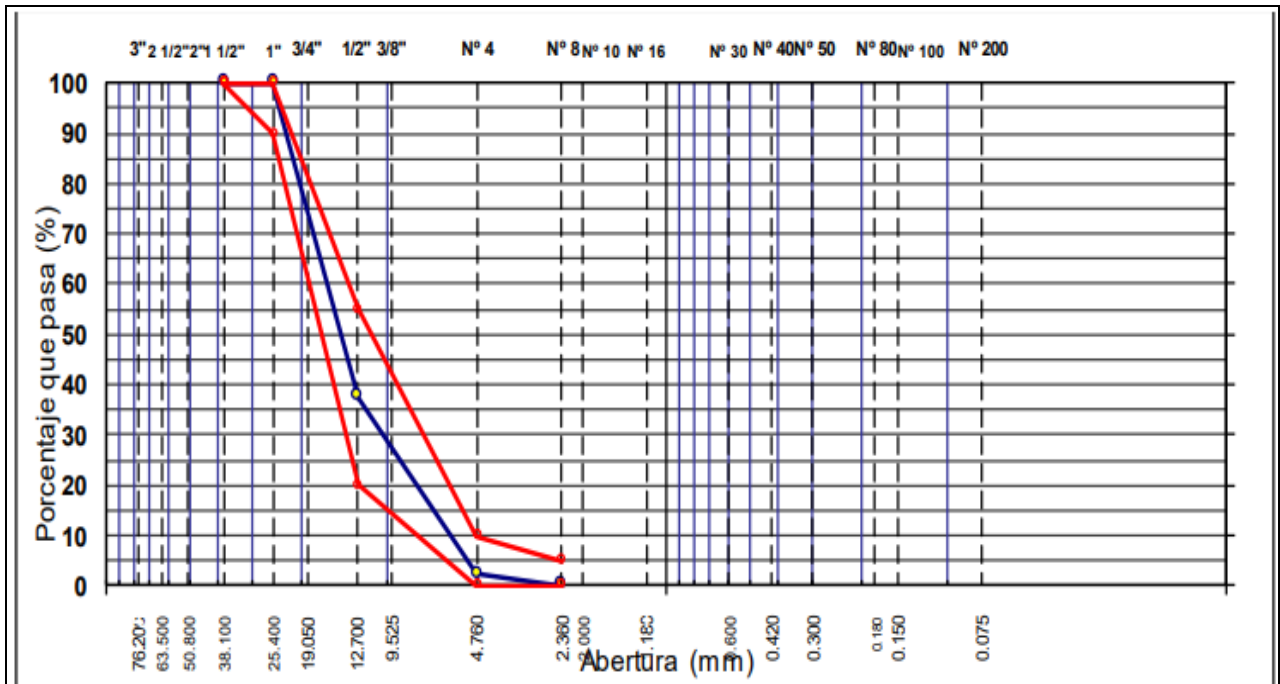
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO							
TAMIZ		PESO RETENIDO EN CADA MALLA (gr)	% RETENIDO EN CADA MALLA	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA	LIMITES	
Pulg.	mm					INFERIOR	SUPERIOR
1 1/2"	38.1				100.0	100	100
1"	25.4				100.0	95	100
3/4"	19.05	1441.0	25.4	25.4	74.6		
1/2"	12.7	2112.0	37.2	62.6	37.4	25	60
3/8"	9.525	874.0	15.4	78.0	22.0		
# 4	4.760	1119.0	19.7	97.7	2.3	0	10
# 8	2.360	231.0	2.3	100.0	0.0	0	5
FINO		231.0					
TOTAL		5677.0					

Fuente: Elaboración Propia

### INTERPRETACIÓN

En la presente tabla se puede apreciar la distribución granulométrica del agregado grueso, los porcentajes retenidos a partir del a malla de ¾", el cual es el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Ilustración 7: Curva Granulométrica del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

## INTERPRETACIÓN

Cómo podemos apreciar en el presente gráfico, la curva granulométrica que arroja el ensayo cumple con los límites granulométricos establecidos por la norma.

### 5.1.1.2 AGREGADO FINO

Tabla 9: Análisis granulométrico del Agregado Fino

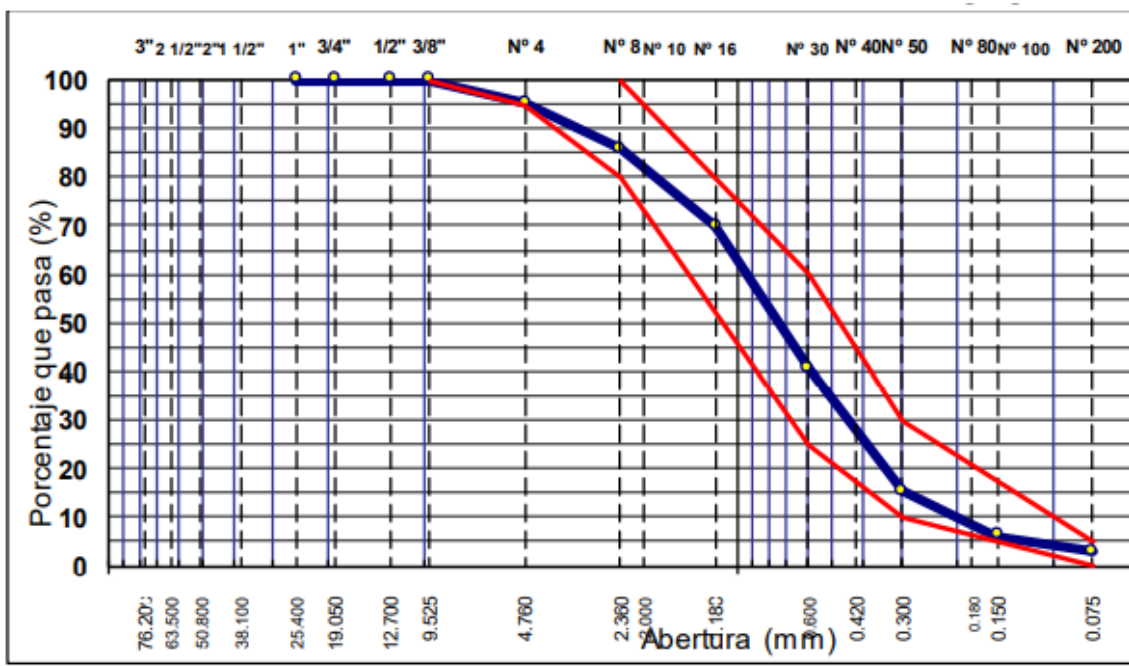
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO							
TAMIZ		PESO RETENIDO EN CADA MALLA (gr)	% RETENIDO EN CADA MALLA	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA	LIMITES	
Pulg.	mm					INFERIOR	SUPERIOR
3/8"	9.525				100.00	100	
# 4	4.760	47.0	4.7	4.7	95.30	95	100
# 8	2.360	95.0	9.5	14.2	85.80	80	100
# 16	1.180	159.0	15.9	30.1	69.9	50	85
# 30	0.600	292.0	29.2	59.3	40.7	25	60
# 50	0.300	255.0	25.5	84.8	15.2	10	30
# 100	0.150	91.0	9.1	93.9	6.1	2	10
# 200	0.075	33.0	3.3	97.2	2.8	0	5
< # 200	FONDO	28.0	2.8	100.0			
FINO		953.0					
TOTAL		1000.0				MODULO DE FINURA 2.87	

Fuente: Elaboración Propia

## INTERPRETACIÓN

Cómo podemos apreciar en el presente gráfico, la curva granulométrica que arroja el ensayo cumple con los límites granulométricos establecidos por la norma.

*Ilustración 8: Curva Granulométrica del Agregado Fino*



Fuente: Elaboración Propia

## INTERPRETACIÓN

Cómo podemos apreciar en el presente gráfico, la curva granulométrica que arroja el ensayo cumple con los límites granulométricos establecidos por la norma.

### 5.1.1.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

#### 5.1.1.3.1 AGREGADO GRUESO



**Tabla 10: Peso Específico y Absorción – Agregado Grueso**

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO				
A	Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr)	1294.4	1232.4	PROMEDIO
B	Peso material saturado superficialmente seco ( en agua ) (gr)	812.9	770.2	
C	Volumen de masa + volumen de vacío = A - B (cm3)	481.5	462.2	
D	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	1282.0	1220.6	
E	Volumen de masa = C - ( A - D ) (cm3)	469.1	450.4	
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.663	2.641	2.652
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.688	2.666	2.677
	Pe aparente ( Base seca ) = D/E	2.733	2.710	2.721
	% de absorción = ((A - D)/D)*100	0.967	0.967	0.97%

Fuente: Elaboración Propia

### INTERPRETACIÓN

Se aprecia en la presente tabla el cálculo del porcentaje de absorción del agregado grueso y peso específico del mismo, los cuales resulta a partir de peso y volumen del agregado.

#### 5.1.1.3.2 AGREGADO FINO

**Tabla 11: Peso Específico y Absorción – Agregado Fino**

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO				
A	Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr)	300.0	300.0	PROMEDIO
B	Peso frasco + agua (gr)	661.3	661.9	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	961.3	961.8	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	851.0	850.7	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	110.3	111.1	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	297.1	297.1	
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)	107.4	108.2	
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.694	2.674	2.677
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.720	2.700	2.703
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.766	2.746	2.747
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.976	0.976	0.95%

Fuente: Elaboración Propia

### INTERPRETACIÓN

Se aprecia en la presente tabla el cálculo del porcentaje de absorción del agregado fino y peso específico del mismo, los cuales resulta a partir de peso y volumen del agregado.

#### 5.1.1.4 PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

##### 5.1.1.4.1 AGREGADO GRUESO

Tabla 12: Peso Unitario Suelto – Agregado Grueso

PESO UNITARIO SUELTO- AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	(gr)	21613	21633	21642
Peso del recipiente	(gr)	7002	7002	7002
Peso de la muestra	(gr)	14611	14631	14640
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	9457	9457	9457
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1545	1547	1548
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1547		

Fuente: Elaboración Propia

##### 5.1.1.4.2 AGREGADO FINO

Tabla 13: Peso Unitario Suelto – Agregado Fino

PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO FINO				
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	(gr)	6820	6835	6880
Peso del recipiente	(gr)	2321	2321	2321
Peso de la muestra	(gr)	4499	4514	4559
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2813	2813	2813
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1599	1605	1621
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1608		

Fuente: Elaboración Propia

#### INTERPRETACIÓN – AGREGADO GRUESO

En la tabla N°12 se observa el peso unitario suelto promedio del agregado grueso, nos dio un valor de 1547 kg/m<sup>3</sup> y se calculó a través de tres muestras.

#### INTERPRETACIÓN – AGREGADO FINO

en la tabla N°13 se observa el peso unitario suelto promedio del agregado fino, nos dio un valor de 1608 kg/m<sup>3</sup> y se calculó a través de tres muestras

ensayadas en laboratorio y a partir de estas se obtuvo dicho promedio de peso unitario.

#### 5.1.1.5 PESO UNITARIO

*Tabla 14: Peso Unitario Varillado – Agregado Fino*

<b>PESO UNITARIO VARILLADO - AGREGADO FINO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Und.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso del recipiente + muestra	(gr)	7165	7190	7195
Peso del recipiente	(gr)	2321	2321	2321
Peso de la muestra	(gr)	4844	4869	4874
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2813	2813	2813
Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1722	1731	1733
Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1729		

Fuente: Elaboración Propia

#### **INTERPRETACION:**

En la presente tabla se observa el peso unitario varillado promedio del agregado grueso, nos dio un valor de 1729 kg/m<sup>3</sup> que resulto ser más elevado que el peso unitario suelto debido a la compactación que se le aplicó. Se calculó a través de tres muestras ensayadas en laboratorio y a partir de estas se obtuvo dicho promedio de peso unitario.

#### 5.1.1.6 DISEÑO DE MEZCLA

#### **DOSIFICACIONES**

Para las 2 marcas de cementos portland que se utilizarán en el proyecto de investigación

**Tabla 15: Proporciones de Materiales para las 2 Marcas de Cemento**

<b>PROPORCIONES DE MATERIALES PARA LAS 2 MARCAS DE CEMENTO</b>				
<b>R/A</b>	<b>CEMENTO (bls)</b>	<b>AGREGADO GRUESO (pie3)</b>	<b>AGREGADO FINO (pie3)</b>	<b>AGUA (lts)</b>
0.53	1	2.4	2.9	18.4

Fuente: Elaboración Propia

### **INTERPRETACION:**

La presente tabla nos muestra la dosificación obtenida en el diseño de mezcla para un concreto F'c. 210 kg/cm<sup>2</sup>, respecto a la relación agua – cemento de 0,53 se obtuvo que por una bolsa de cemento se requerirá 2.4 p3 de agregado grueso, 2.9 p3 de agregado fino y 18.4 litros de agua.

#### **5.1.1.7 DE LAS PROBETAS DE CONCRETO**

La relación agua/cemento obtenido fue de 0.53.

Respecto a la carga máxima (f'c kg/cm<sup>2</sup>) se debe tener en cuenta la resistencia a la compresión, la cual está dada por:

$$R = C/A \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Donde:

R: resistencia

C: carga máxima (kg)

A: área de muestra de concreto (cm<sup>2</sup>)

La carga máxima es igual a la carga axial que es soportada por la probeta de concreto, la cual es obtenida a través del ensayo de roturas de probeta.

**Tabla 16: Cálculos de Porcentaje de Resistencia Obtenido con Cemento Pacasmayo**

CEMENTO	EDAD	RELACIONA/C 0.53										
PACASMAYO	7 DIAS	FECHA	N° PR0BET A	SLUMP	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	SECCION (cm2)	LECTURA DE DIAL (KG)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM2)	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
		27/10/2021	1A	4"	30.00	15.10	179.08	32200	17 981.00	210	85.62	83.76
			1B	4"	30.00	15.11	179.32	31880	17 779.00		84.66	
			1C	4"	30.00	15.22	181.94	30950	17 011.00		81.01	
	14 DIAS	FECHA	N° PR0BET A	SLUMP	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	SECCION (cm2)	LECTURA DE DIAL (KG)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM2)	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
		3/11/2021	2A	4"	30.00	15.20	181.46	35600	196.19	210	93.42	94.95
			2B	4"	30.00	15.20	181.46	36400	200.60		95.52	
			2C	4"	30.00	15.20	181.46	36550	201.42		95.92	
	21 DIAS	FECHA	N° PR0BET A	SLUMP	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	SECCION (cm2)	LECTURA DE DIAL (KG)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM2)	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
		17/11/2021	3A	4"	30.00	15.21	181.70	47400	260.87	210	124.23	123.72
			3B	4"	30.00	15.24	182.42	47520	260.50		124.05	
			3C	4"	30.00	15.23	182.18	47010	258.05		122.88	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 17: Cálculos de Porcentaje de Resistencia Obtenido con Cemento Mochica**

CEMENTO	EDAD	RELACIONA/C 0.53										
MOCHICA	7 DIAS	FECHA	N° PR0BET A	SLUMP	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	SECCION (cm2)	LECTURA DE DIAL (KG)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM2)	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
		27/10/2021	4A	4"	30.00	15.20	181.46	31750	174.97	210	83.32	84.07
			4B	4"	30.00	15.26	182.89	31500	172.23		82.01	
			4C	4"	30.00	15.05	177.90	32450	182.41		86.86	
	14 DIAS	FECHA	N° PR0BET A	SLUMP	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	SECCION (cm2)	LECTURA DE DIAL (KG)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM2)	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
		3/11/2021	5A	4"	30.00	15.01	176.95	37230	210.40	210	100.19	97.61
			5B	4"	30.00	15.20	181.46	35800	197.29		93.95	
			5C	4"	30.00	15.10	179.08	37120	207.28		98.71	
	21 DIAS	FECHA	N° PR0BET A	SLUMP	ALTURA (cm)	DIAMETRO (cm)	SECCION (cm2)	LECTURA DE DIAL (KG)	RESISTENCIA (kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM2)	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
		17/11/2021	6A	4"	30.00	15.12	179.55	46250	268.72	210	127.96	127.45
			6B	4"	30.00	15.19	181.22	49350	272.32		129.68	
			6C	4"	30.00	15.23	182.18	47710	261.89		124.71	

Fuente: Elaboración Propia

**INTERPRETACION:**

En la tabla N°16 y 17 se puede apreciar las resistencias obtenidas en los ensayos de rotura de probetas con cemento Pacasmayo, Mochica. Para cementos Pacasmayo la mayor resistencia obtenida fue de 260.87 kg/cm<sup>2</sup>, para cemento Mochica fue de 272.32 kg/cm<sup>2</sup>.

## CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 DE LA GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS

- Se obtuvieron los resultados en laboratorio tanto para el agregado fino como para el agregado grueso. Según los resultados obtenidos, en el agregado fino se obtuvo un módulo de finura de 2.87, lo que muestra que se encuentra dentro del rango aceptable de módulo de finura (2.3 a 3.1) para agregado fino.
- Este resultado nos indica que la arena con la que se está trabajando es arena mediana o un poco gruesa, si el módulo de finura hubiese resultado por ejemplo 2.1, nos indicaba que la arena que se está utilizando es aún más fina.
- El módulo de finura obtenido no es un inconveniente al momento de realizar el diseño de mezcla, ya que durante la prueba de asentamiento (SLUMP) se obtuvo el resultado esperado, un asentamiento de 2" a 44".
- En cuanto al agregado grueso, el tamaño máximo nominal fue de  $\frac{3}{4}$ ", lo cual cumple con el tamaño máximo nominal y los porcentajes, según la Norma Técnica Peruana 400.012.
- Los ensayos realizados al agregado grueso y agregado fino cumplen con los límites granulométricos establecidos según la norma.

### 6.2 DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION

- En cuanto al ensayo de peso específico y absorción, este fue realizado a ambos agregados, obteniendo como resultado para el agregado grueso el valor de 2.677 y para el agregado fino el valor de 2.703. basándose en las especificaciones de la Norma Técnica Peruana 400.021, se está cumpliendo con los parámetros establecidos en esta, y así logrando.
- El porcentaje de absorción obtenido en los ensayos fue de 0.97% para el agregado grueso y 0.95% correspondiente al agregado fino, con la ayuda de



los datos obtenidos en este ensayo lograremos la obtención del diseño de mezcla para un concreto F'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### 6.3 DEL PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

- Se realizó el ensayo de peso unitario de los agregados, en cuanto al agregado grueso, el peso unitario suelto obtenido en laboratorio fue de 1547 kg/m<sup>3</sup> y el peso unitario varillado fue de 1690 kg/m<sup>3</sup>. El cuanto, al agregado fino, el peso unitario suelto que obtuvimos fue de 1608 kg/m<sup>3</sup> y el peso unitario varillado fue 1729 kg/m<sup>3</sup>. Estos resultados obtenidos cumplen con lo que se requiere para el diseño de mezcla.

### 6.4 DE LAS PROBETAS DE CONCRETO

- Según la norma ASTM – C31 se pueden obtener diferentes porcentajes de carga máxima en relación con los días de curado de las muestras de concreto. Para nuestro proyecto la resistencia de diseño es F'c: 210 kg/cm<sup>2</sup>, se ha considerado ensayar los testigos de concreto a tiempos de 7, 14 y 28 días.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos a partir del ensayo de rotura de testigos:

#### 6.4.1 ROTURA DE PROBETAS A 7 DIAS

**Tabla 18: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 7 Días con Cemento Pacasmayo**

7 DIAS	N° PROBETA	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
	1A	179.81	210	85.62	83.76
	1B	177.79		84.66	
	1C	170.11		81.00	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 19: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 7 Días con Cemento Mochica**

7 DIAS	N° PROBETA	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
	4A	174.97	210	83.32	84.07
	4B	172.23		82.01	
	4C	182.41		86.86	

Fuente: Elaboración Propia

- Según la tabla N°18 en las 3 probetas ensayadas con cemento Pacasmayo se obtuvieron diferentes resistencias a los 7 días de curado, teniendo como resultado promedio de resistencia un 83.76 %, lo que quiere decir que cumple con los requisitos establecidos por la ASTM C – 31.
- Según la tabla N°19 en las 3 probetas ensayadas con cemento Mochica se obtuvieron diferentes resistencias a los 7 días de curado, teniendo como resultado promedio de resistencia un 84.07 %, lo que quiere decir que cumple con los requisitos establecidos por la ASTM C – 31.

De acuerdo con los ensayos realizados a un periodo de curado de 7 días, se puede apreciar que en las probetas ensayadas con las dos marcas de cemento cumplen con los requisitos establecidos por la ASTM C – 31. Cemento Mochica es el que mejor respuesta de resistencia tuvo a los 7 días de curado.

#### 6.4.2 ROTURA DE PROBETAS A 14 DÍAS

**Tabla 20: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 14 Días con Cemento Pacasmayo**

14 DIAS	N° PROBETA	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
	2A	196.19	210	93.42	94.95
	2B	200.60		95.52	
	2C	201.42		95.91	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 14 Días con Cemento Mochica**

14 DIAS	N° PROBETA	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
	5A	210.40	210	100.19	97.61
	5B	197.29		93.95	
	5C	207.28		98.70	

Fuente: Elaboración Propia

- Según la tabla N°20 en las 3 probetas ensayadas con cemento Pacasmayo se obtuvieron diferentes resistencias a los 14 días de curado, teniendo como resultado promedio de resistencia un 94.95 %, lo que quiere decir que cumple con los requisitos establecidos por la ASTM C – 31.

- Según la tabla N°21 en las 3 probetas ensayadas con cemento Mochica se obtuvieron diferentes resistencias a los 7 días de curado, teniendo como resultado promedio de resistencia un 97.61 %, lo que quiere decir que cumple con los requisitos establecidos por la ASTM C – 31.

De acuerdo a los ensayos realizados a un periodo de curado de 14 días, se puede apreciar que en las probetas ensayadas con las dos marcas de cemento cumplen con los requisitos establecidos por la ASTM C – 31. Cemento Mochica es el que mejor respuesta de resistencia tuvo a los 14 días de curado.

### 6.4.3 ROTURA DE PROBETAS A 28 DÍAS

**Tabla 22: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 28 Días con Cemento Pacasmayo**

28 DIAS	N° PROBETA	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
	3A	260.87	210	124.22	123.72
	3B	260.50		124.05	
	3C	258.05		122.88	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 23: Cargas máximas obtenidas en Ensayo de Rotura de Testigos a 28 Días con Cemento Mochica**

28 DIAS	N° PROBETA	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (F' C KG/CM <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA	% PROMEDIO DE RESISTENCIA
	6A	268.72	210	127.96	127.45
	6B	272.32		129.68	
	6C	261.89		124.71	

Fuente: Elaboración Propia

- Según la tabla N°22 en las 3 probetas ensayadas con cemento Pacasmayo se obtuvieron diferentes resistencias a los 28 días de curado, teniendo como resultado promedio de resistencia un 123.72 %, lo que quiere decir que cumple con los requisitos establecidos por la ASTM C – 31.
- Según la tabla N°23 en las 3 probetas ensayadas con cemento Mochica se obtuvieron diferentes resistencias a los 28 días de curado, teniendo como

resultado promedio de resistencia un 127.45 %, lo que quiere decir que cumple con los requisitos establecidos por la ASTM C – 31.

De acuerdo con los ensayos realizados a un periodo de curado de 28 días, se puede apreciar que en las probetas ensayadas con las dos marcas de cemento cumplen con los requisitos establecidos por la ASTM C – 31. Cemento Mochica es el que mejor respuesta de resistencia tuvo a los 28 días de curado.

Se puede apreciar que en los diferentes tiempos de curado las probetas elaboradas con cemento Mochica fueron las que mejor respuesta tuvieron frente al ensayo de rotura de testigos.

En los resultados a 28 días (100% según ASTM – C -31) las dos marcas de cemento que se utilizaron sobrepasaron el 100 % requerido, los cementos Pacasmayo y Mochica son dos marcas de cemento que pertenecen a la misma empresa, sin embargo, como se puede apreciar cemento Mochica fue el que presentó una mejor resistencia frente a cemento Pacasmayo.

Esto nos indica que cemento Mochica nos puede brindar una mejor calidad de concreto para trabajar en obra.

## CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 7.1 CONCLUSIONES

- El análisis granulométrico del agregado grueso y agregado fino cumplen con los usos granulométricos de acuerdo con la Norma, por lo tanto, los tamaños máximos nominales son aceptables para el diseño de mezclas que se realizó en nuestro proyecto de investigación. Para el agregado grueso se obtuvo piedra de  $\frac{3}{4}$ " y para el agregado fino se obtuvo un módulo de finura de 2.87. gracias a los resultados obtenidos en los ensayos de granulometría se logró un diseño de mezcla adecuado para una resistencia  $F'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- De acuerdo con nuestro proyecto se logró elaborar un total de 18 probetas con la dosificación obtenida en el diseño de mezclas, con una relación agua/cemento de 0.53 y un asentamiento (slump) de 4", teniendo en cuenta la Norma Técnica Peruana, de acuerdo a la resistencia requerida en nuestro proyecto, se obtuvo la siguiente dosificación, la cual fue ensayada con las 2 marcas de cemento utilizadas en nuestro proyecto.
- La elección de la relación agua/cemento se estableció de acuerdo con los cálculos realizados y la manera de obtener una consistencia plástica en nuestro diseño como resultado tuvimos 0.53, la cual fue apropiada ya que cumple con los parámetros establecidos en la normativa, gracias a ello se logró obtener la resistencia requerida con las dos marcas de cemento. Cumplido el tiempo de 28 días a través del ensayo de rotura de probetas se obtuvo que la resistencia máxima fue de 260.87 kg/cm<sup>2</sup> para cemento Pacasmayo y 272.32 kg/cm<sup>2</sup> para cemento Mochica. Las Probetas elaboradas con cemento Mochica fueron las que presentaron frente a las probetas elaboradas con cemento Pacasmayo.
- Para las dos marcas de cemento se utilizó la misma relación Agua/Cemento y todas lograron llegar a la resistencia de diseño, se puede concluir que la relación Agua/Cemento, no debe ser demasiado elevada.

## 7.2 RECOMENDACIONES

- Para la selección de un buen agregado grueso y agregado fino es recomendable llevar a cabo los ensayos correspondientes en un laboratorio de mecánica de suelos y así analizar su comportamiento mecánico y físico, teniendo en cuenta siempre la normativa vigente para agregados grueso y fino.
- Se recomienda que los materiales a utilizarse para realizar un ensayo se encuentren en óptimas condiciones de uso ya que esto permite obtener resultados exactos que servirán para el diseño de mezcla correspondiente.
- El agua de diseño a utilizarse deberá ser usada en dos diferentes partes, una parte al inicio y otra parte al final, esto debido a que durante el proceso de mezclado del concreto se necesita colocar agua con la finalidad de obtener la consistencia requerida.
- Se recomienda seguir cada uno de los pasos para la elaboración de probetas de concreto. Al momento del vaciado del concreto en las probetas, se deberá varillar toda el área del cilindro uniformemente, teniendo en cuenta que al finalizar el varillado, la superficie de la muestra de concreto necesariamente debe ser lisa con la finalidad que al ser colocada en la máquina de ensayo de compresión sea lo más uniforme y preciso posible.

## CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNAL DIAZ, Daniel. 2017. OPTIMIZACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, ELABORADO CON CEMENTOS TIPO I Y ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES. Cajamarca, Perú: s.n., 16 de octubre de 2017.
- CASTELLÓN CORRALES, Harold, DE LA OSSA ARIAS, Karen. 2013. “Estudio Comparativo de la Resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo II, modificados con aditivos acelerantes y retardantes. Cartagena, Colombia: s.n., 28 de noviembre de 2013.
- CORTES, G. E., & PERILLA, S. J. (2014). Estudio comparativo de las características físico - mecánicas de cuatro cementos comerciales portland tipo i. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- GONZÁLES, R. (2017). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto convencional utilizando muestras cilíndricas y cúbicas. Chiclayo.
- FUENTES, E. Y PERALTA, N. (2018). “Evaluación de las Propiedades del Concreto con Cemento Pacasmayo, Inka y Mochica en Edificaciones Convencionales, Lambayeque. 2018”.
- MARTÍNEZ, L. (2016). Análisis Comparativo de la edad Vs la Resistencia a La Compresión del Hormigón Elaborado con diferentes marcas de cementos Portland. Universidad Técnica De Ambato.
- VALLE, S. Y MEGO, J. (2020). “Análisis Comparativo de la Resistencia del Concreto laborado con Cemento Mochica y Cemento Portland Tipo I, de uso masivo en la Construcción de Edificaciones, en el Distrito de Tarapoto, Provincia y Región San Martín – 2019”. Universidad Científica del Perú

# ANEXOS



Anexo 1: Ficha técnica de los cementos utilizados



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**

Calle La Colonia No. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 8000



G-CC-F-04  
Versión 03

**CEMENTO MOCHICA**

**Cemento Portland Tipo GU**

Conforme a la NTP 334.082 / ASTM C1157  
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

PROPIEDADES FISICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.082 / ASTM C1157
Contenido de Aire	%	5	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.06	Máximo 0.80
Superficie Especifica	cm <sup>2</sup> /g	8180	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	3.7	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	2.98	NO ESPECIFICA
<b>Resistencia Compresión :</b>			
Resistencia Compresión a 3días	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	21.0 (214)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	27.1 (276)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	33.4 (340)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)
<b>Tiempo de Fraguado Vicat :</b>			
Fraguado Inicial	min	124	Mínimo 45
Fraguado Final	min	268	Máximo 420
<b>Expansión Barra de Mortero a 14 días</b>			
	%	0.008	Máximo 0.020

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.  
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.  
La expansión de la barra del mortero corresponde al mes de Julio 2017.

## Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150  
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3750	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA

### Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	28.1 (266)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	33.9 (348)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

### Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.

La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

(\*) Requisito opcional.

**Anexo 2: Estudio de Método**

OBJETIVOS	PROCESO	HERRAMIENTAS
<p>Realizar ensayos de laboratorio de los agregados a utilizarse para los diseños de mezclas usando las diferentes marcas de cemento.</p>	<p>Lo primero que se hizo fue, conseguir el agregado tanto fino, como grueso donde se limpió de cualquier residuo que pueda alterar los resultados que se requieren</p> <p>Se comprende una serie de ensayos para los agregados: el primer ensayo es el de granulometría, con la finalidad de conocer el tamaño de agregado, seguidamente el ensayo de peso específico y absorción tanto para agregado fino y agregado grueso .</p> <p>Con este objetivo se logra determinar la calidad de los agregados a utilizarse para el diseño de mezcla.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plantillas de los ensayos en Excel.</li> <li>➤ AASHT T-96</li> <li>➤ NTP 400.012</li> <li>➤ NTP 400.017</li> </ul>
<p>Realizar en diseño de mezcla para concreto <math>f'c</math>: 210 kg/cm<sup>2</sup> usando las diferentes marcas de cemento.</p>	<p>Para continuar con el siguiente objetivo, se tiene que culminar con los ensayos de los agregados, seguidamente realizar este ensayo, para conocer las proporciones de los materiales que conforman la mezcla de que concreto, primero identificamos la resistencia a la compresión en este caso es <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, así como la relación de agua cemento, para después pasar el ensayo SLUMP, luego pasar a la elaboración de las probetas de concreto, que se</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Probetas de concreto</li> <li>➤ Norma E.060 Concreto Armado</li> </ul>

	hicieron 3 como mínimo de cada tipo de cemento según el tiempo de fraguado en 7,14, 28 días.	
Realizar el ensayo de rotura de probetas con las muestras de concreto utilizando las diferentes marcas de cemento.	<p>Se elaboraron las probetas de concreto para un concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> con la dosificación obtenida en el diseño de mezcla. Después del curado de probetas a los 7, 14 y 28 días se procedió al traslado de probetas hacia el laboratorio de suelos donde se ensayaron las muestras en la máquina de rotura de probetas.</p> <p>La carga que se aplicó fue variable hasta que la probeta llegue al estado de falla.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hoja de cálculo de Excel</li> <li>➤ Máquina de rotura de probetas</li> <li>➤ Norma E060 concreto armado</li> <li>➤ NTP 339.034</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia