



**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**

**INFLUENCIA DEL MÓDULO DE FINURA DE LA ARENA EN LA  
RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO  
PORTLAND TIPO IC<sub>o</sub>, USADO EN LA CONSTRUCCIÓN EN LA  
ZONA URBANA DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN  
MARTÍN – 2020.**

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

**AUTOR (es):**

**ARÉVALO DEL ÁGUILA, Sarita  
TARRILLO VERGARA, Orfelinda**

**ASESOR:**

**M.Sc. MARTINEZ QUIROZ, Enrique Napoleón**

**Tarapoto – San Martín – 2020**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a Dios por darnos buena salud y fortaleza en todo momento, a mis padres, por el apoyo incondicional que me han brindado para lograr ser un profesional de éxito.

## **AGRADECIMIENTO**

### **A: Dios**

Por ser el quien guía nuestro camino, y nos da esa fortaleza de luz divina para vencer los obstáculos.

### **A: Mis Padres y Familiares**

Por el apoyo brindado a cada momento para lograr mis objetivos y metas.

### **A: Mi Alma Mater**

**Universidad Científica del Perú,**  
por la formación académica brindada durante los años de estudios a través de su excelente plana docente.

### **A: Mi Asesor M.Sc. Martínez Quiroz, Enrique Napoleón**

Por su acompañamiento y perseverancia brindada durante el trabajo de investigación.

**¡Este logro es gracias a ustedes!**

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°966-2019-UCP-FCEI del 05 de diciembre de 2019, 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. José del Carmen Pizarro Baldera, Dr. Presidente
- Ing. Andrés Pinedo Delgado, M. Sc. Miembro
- Ing. Luis Paredes Aguilar, M. Sc. Miembro

Como Asesor: **Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 18:45 horas del día 09 de febrero del 2021, 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: **“INFLUENCIA DEL MODULO DE FINURADE LA ARENA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO PORTLAND TIPO ICO USADO EN LA CONSTRUCCIÓN EN LA ZONA URBANA DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020”**

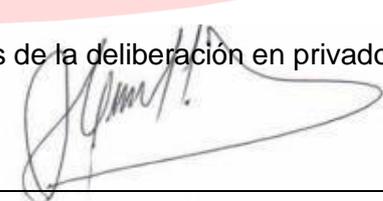
Presentado por los sustentantes:

**ORFELINDA TARRILLO VERGARA y SARITA  
AREVALO DEL AGUILA**

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:

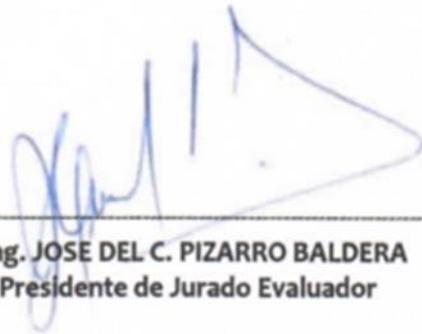
  
\_\_\_\_\_  
Ing. Dr. Jose del Carmen Pizarro Baldera  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Andrés Pinedo Delgado, Mg  
Miembro

  
\_\_\_\_\_  
Ing. MSc. Luis Paredes Aguilar  
CIP N° 77374  
Ing. Luis Paredes Aguilar  
Miembro

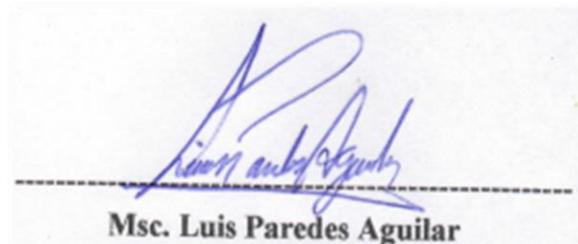
## HOJA DE APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 09 de febrero del 2021, a las 17:00 horas



---

**Dr. Ing. JOSE DEL C. PIZARRO BALDERA**  
Presidente de Jurado Evaluador



---

**Msc. Luis Paredes Aguilar**

Miembro del Jurado de Tesis



---

**Ing. Andrés Pinedo Delgado, Mg**  
Miembro del Jurado de Tesis



---

**M.Sc. Ing. ENRIQUE NAPOLEÓN MARTINEZ**

ASESOR

## HOJA DE ANTIPLAGIO



### 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:

**“INFLUENCIA DEL MÓDULO DE FINURA DE LA ARENA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO PORTLAND TIPO IC<sub>6</sub>, USADO EN LA CONSTRUCCIÓN EN LA ZONA URBANA DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN – 2020”**

De los alumnos: **ARÉVALO DEL ÁGUILA SARITA Y TARRILLO VERGARA ORFELINDA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **10% de plagio**.

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

San Juan, 16 de diciembre del 2020



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

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** UCP\_INGENIERÍA  
CIVIL\_2020\_TESIS\_ORFELINDA\_TAMARILLO\_Y\_SARITA\_AREVALO\_V1.pdf  
(D89694969)

**Submitted:** 12/16/2020 3:42:00 PM

**Submitted By:** revision.antiplagio@ucp.edu.pe

**Significance:** 10 %

### Sources included in the report:

UCP\_INGENIERIACIVIL\_2020\_TESIS\_JOSEMEGO\_SILVIAVALLE\_V1.pdf (D77651332)  
2 Alex\_Joel\_Guerrero\_Vargas - Esquema de Proyecto de Investigación - Completo - 24102019  
(1).docx (D57890951)  
PAJARES-ZAMORA ICIVIL2018 II AGREGADO-LISO-Y-PERFILADO-CONCRETO1.pdf (D47629162)  
[http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3517/CIVIL%20-%20Havila%20P%C3%A9rez%20Quintana%20%26%20Alexander%20Jacob%20Le%C3%B3n%20Baltodano.pdf?  
sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3517/CIVIL%20-%20Havila%20P%C3%A9rez%20Quintana%20%26%20Alexander%20Jacob%20Le%C3%B3n%20Baltodano.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2806/CIV\\_T030\\_10688866\\_T%20%2020ACHAHUANCO%20ALLENDE%20ESTHER.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2806/CIV_T030_10688866_T%20%2020ACHAHUANCO%20ALLENDE%20ESTHER.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
<https://core.ac.uk/download/pdf/250109802.pdf>  
[http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1581/TESIS%20BELITO%20HUAMANI.pdf?  
sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1581/TESIS%20BELITO%20HUAMANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

### Instances where selected sources appear:

## INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Acta de sustentación.....	iii
Hoja de antiplagio.....	iv
Indice de contenido.....	v
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>2</b>
1.1. Antecedentes del Estudio.....	2
1.2. Bases teóricas.....	8
1.2.1. El agregado fino (Arena).....	8
1.2.2. Agregado grueso (grava).....	12
1.2.3. El cemento.....	16
1.2.4. Agua para la mezcla del concreto.....	17
1.2.5. El concreto.....	18
1.2.6. Propiedades del concreto.....	19
1.3. Definición de Términos Básicos.....	21
<b>CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>23</b>
2.1. Descripción del Problema.....	23
2.2. Formulación del Problema.....	26
2.2.1. Problema General.....	26
2.2.2. Problemas Específicos.....	26

2.3. Objetivos.....	26
2.3.1. Objetivo General.....	26
2.3.2. Objetivos Específicos .....	27
2.4. Hipótesis.....	27
2.4.1. Hipótesis general.....	27
2.4.2. Hipótesis específica.....	27
2.5. Variables.....	27
2.5.1. Identificación de variables .....	27
2.5.2. Definición Conceptual y Operacionalidad de las Variables.....	28
2.5.3. Operacionalización de las Variables.....	28
<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	30
3.1.1. Tipo de Investigación.....	30
3.1.2. Diseño de investigación.....	30
3.2. Población y muestra .....	31
3.2.1. La población .....	31
3.2.2. Muestra .....	32
3.2.3. Ámbito geográfico.....	32
3.3. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos	34
3.3.1. Técnicas de Recolección de datos .....	34
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos .....	35
3.3.3. Procedimiento de Recolección de Datos.....	36
3.4. Procesamiento y análisis de datos.....	46
3.4.1. Diseño de mezclas. ....	47
3.4.2. Método empleado.....	47
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS.....</b>	<b>53</b>

4.1. Características de los materiales .....	53
4.1.1. Propiedades físicas de los agregados.....	53
4.1.2. Diseño de mezcla.....	60
4.1.3. Resistencia promedio del concreto de un $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	61
4.1.4. Indicadores estadísticos de la resistencia a compresión.....	62
4.1.5. Correlaciones carga aplicada/resistencias .....	66
4.1.6. Comparaciones de los ensayos a compresión .....	75
<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
.....	78
5.1. Discusión .....	78
5.2. Conclusiones .....	79
5.3. Recomendaciones .....	80
Referencias bibliográficas .....	81
Anexos .....	83
Anexo 1. Matriz de consistencia .....	83
Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos .....	85
Anexo 3. Panel fotográfico.....	105

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas de los límites de granulometría.....	09
Tabla 2. Requerimientos de granulometría de los agregados gruesos.....	15
Tabla 3. Definición Conceptual y Operacionalidad de las Variables .....	28
Tabla 4. Operacionalización de las variables.....	29
Tabla 5. Instrumentos de Recolección de datos según normas .....	35
Tabla 6. Coordenadas geográficas cantera puerto López.....	37
Tabla 7. Coordenadas geográficas cantera San Martín de cumbaza .....	38
Tabla 9. Contenido de aire atrapado .....	48
Tabla 10. Volumen unitario de agua en litros/m <sup>3</sup> de concreto .....	49
Tabla 11. Para determinar la relación agua cemento .....	49
Tabla 12. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto	50
Tabla 13. Participación de materiales .....	50
Tabla 14. Pesos de los materiales .....	51
Tabla 15. Resultados de la granulometría de la arena de la cantera de San Martín de Cumbaza.....	53
Tabla 16. Resumen de pesos específicos .....	55
Tabla 17. Resultados de la granulometría de la arena triturada de la cantera puerto López del rio Huallaga .....	55
Tabla 18. Resultados de la granulometría de la arena estabilizada .....	57
Tabla 19. Resumen de pesos específicos .....	58
Tabla 20. Resultados de la granulometría del agregado grueso de la cantera puerto López del rio Huallaga .....	59
Tabla 21. Resumen de pesos específicos .....	60
Tabla 22. Resultados del diseño de mezcla N° 01 (arena natural).....	60
Tabla 23. Resultados del diseño de mezcla N° 02 (arena estabilizada) ...	61
Tabla 24. Resistencia promedio a los 7,14 y 28 días .....	61
Tabla 25. Estadísticos descriptivos de la resistencia a compresión .....	62
Tabla 26. Correlaciones carga aplicada/resistencia – arena natural .....	66
Tabla 27. Correlaciones carga aplicada/resistencia – arena estabilizada	67
Tabla 28. Correlaciones carga aplicada/resistencia – arena natural .....	69
Tabla 29. Correlaciones carga aplicada/resistencia – arena estabilizada	70

Tabla 30. Correlaciones carga aplicada/resistencias – arena natural.....	72
Tabla 31. Correlaciones carga aplicada/resistencia – arena estabilizada..	73
Tabla 32. Comparación de resistencias a los 7 días .....	75
Tabla 33. Comparación de resistencias a los 14 días .....	76
Tabla 34. Comparación de resistencias a los 28 días .....	77

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de la investigación: tratamiento de las variables.....	31
Figura 2. Mapa político del Perú - departamento San Martín .....	32
Figura 3. Mapa político del distrito de Tarapoto .....	33
Figura 4. Mapa geográficos del distrito de Tarapoto .....	33
Figura 5. Técnicas de observación en la investigación .....	34
Figura 6. Ubicación de la cantera del río Huallaga.....	37
Figura 7. Ubicación de la cantera puerto López del río Huallaga.....	37
Figura 8. Ubicación de la cantera San Martín de Cumbaza .....	38
Figura 9. Curva granulométrica de la arena de la cantera de San Martín de Cumbaza.....	54
Figura 10. Curva granulométrica de la arena triturada cantera puerto López del río Huallaga .....	56
Figura 11. Curva granulométrica del agregado estabilizado .....	57
Figura 12. Curva granulométrica del agregado grueso de la cantera puerto López .....	59
Figura 13. Dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada.....	67
Figura 14. Dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada.....	68
Figura 15. Dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada.....	70
Figura 16. Dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada.....	71
Figura 17. Dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada.....	73
Figura 18. Dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada.....	74
Figura 19. Gráfico de las variaciones de resistencia a los 7 días .....	75
Figura 20. Gráfico de las variaciones de resistencia a los 14 días .....	76
Figura 21. Gráfico de las variaciones de resistencia a los 28 días .....	77

## RESUMEN

En la investigación se identificó y caracterizó las propiedades físicas de los agregados arena de la cantera San Martín de Cumbaza y grava del cauce del río Huallaga cantera Puerto López. Así mismo se realizó la estabilización del agregado fino de la cantera de San Martín de Cumbaza con la arena triturada obtenida por acción antrópica de la cantera puerto López del río Huallaga con la finalidad de modificar el módulo de finura y observar la influencia en la resistencia del concreto, usando el Cemento Portland Tipo Ico.

En la investigación se hizo uso de la metodología del ACI – 211-1, en el que intervienen las propiedades físicas y químicas del cemento Portland Tipo Ico y las propiedades físicas de los agregados, así como las del agua para el diseño de mezclas, con la característica influyente del módulo de finura, en la proporcionalidad del agregado grueso, observando su trabajabilidad, mediante el asentamiento.

Aplicando las técnicas de las diferentes normas y la teoría científica se llegó a los siguientes resultados observables de la resistencia del concreto, sin modificar la granulometría de la arena de la cantera San Martín de Cumbaza, obteniendo una resistencia promedio a los 28 días de  $f'_c = 274.194 \frac{Kg}{cm^2}$  y los resultados con la granulometría estabilizada de  $f'_c = 280.252 \frac{Kg}{cm^2}$

La estabilización del agregado fino ha permitido cambiar la valoración del módulo de finura del agregado fino de la cantera de San Martín de Cumbaza, haciendo uso de la arena triturada; en la mezcla se usó el agregado grueso de piedra chancada obtenido también de la cantera Puerto López del río Huallaga y el cemento Portland tipo Ico, observándose el mejoramiento de la resistencia del concreto.

**Palabras claves** – Resistencia del concreto, Influencia del módulo de finura, estabilización del agregado fino.

## ABSTRACT

In the investigation identified and characterized the physical properties of the aggregates sand from the San Martín de Cumbaza quarry and gravel from the Huallaga riverbed of the Puerto López quarry. Likewise, the stabilization of the fine aggregate of the San Martín de Cumbaza quarry was carried out with the crushed sand obtained by anthropic action from the Puerto López quarry of the Huallaga river in order to modify the fineness module and observe the influence on the resistance of the concrete, using Portland Cement Type Ico.

The research used the ACI - 211-1 methodology, which involves the physical and chemical properties of Type Ico Portland cement and the physical properties of the aggregates, as well as those of water for the design of mixtures, with the influencing characteristic of the fineness modulus, in the proportionality of the coarse aggregate, observing its workability, through settlement.

Applying the techniques of the different standards and scientific theory, the following observable results of concrete resistance were reached, without modifying the granulometry of the sand from the San Martín de Cumbaza quarry, obtaining an average resistance at 28 days of  $f'_c 274.194 = \frac{Kg}{cm^2}$  and the results with the stabilized granulometry of

$$f'_c 280.252 = \frac{Kg}{cm^2}.$$

The stabilization of the fine aggregate has made it possible to change the assessment of the fine aggregate modulus of the San Martín de Cumbaza quarry, making use of crushed sand; Coarse crushed stone aggregate also obtained from the Puerto López quarry on the Huallaga river and Portland cement type Ico were used in the mixture, observing the improvement of the concrete's resistance.

**Keywords** - Strength of concrete, Influence of fineness modulus, stabilization of fine aggregate.

## INTRODUCCIÓN

En la investigación se identificó y caracterizo las propiedades físicas de los agregados (arena, grava), también se modificó el módulo de finura del agregado fino de la cantera de San Martín de Cumbaza, para luego estabilizar con la arena triturada de la cantera puerto López del río Huallaga y observar la modificación, siendo el propósito de determinar la influencia en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland Tipo Ico.

En el presente estudio se contó con los estudios de Gonzales, J. (2003). El mismo que manifiesta que la cantera del río Cumbaza es la más utilizada en nuestro medio y está conformada en su mayoría por arenas finas cuyos Módulos de Finura son menores al mínimo permitido. Así mismo con el trabajo de Arrascue, N. (2011), quien observa la importancia del módulo de finura y cómo influye en la resistencia del concreto.

Todas las obras de ingeniería civil como edificios (zapatas, techos, vigas, columnas), en puentes (cimentación, losas, estribos), pavimentos, se utiliza el concreto, por lo que se hace indispensable que se conozca en primer lugar las características físicas de los materiales, tanto los agregados (grava y arena), cemento Portland. En consecuencia, en toda obra de concreto el principal problema es la resistencia de sus elementos estructurales, por lo que se planteó modificar el módulo de finura de la arena y cuanto influye en la resistencia del concreto.

Por lo tanto, nos planteamos el objetivo de resolver el problema, mediante la determinación de las propiedades físicas de los agregados y sobre todo modificar el módulo de finura de la arena, así como observar y evaluar la influencia en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland tipo Ico o conocido como Extraforte.

## **CAPITULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Antecedentes del Estudio**

#### **Antecedentes Internacionales**

**Ortega Castro A. (2013).** En su tesis presentada ante la Universidad Técnica de Ambato, para optar el título de Ingeniero Civil *"La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles"*. En la cual analiza la calidad de los agregados fino y grueso estudiando sus propiedades físicas y su efecto en la resistencia del concreto, utilizando los materiales de tres canteras: Villacrés, Planta de trituración de áridos Arias y Playa Llagchoa. (Ortega Castro A. 2013).

Concluye que la Cantera Villacrés, el tamaño de las partículas según la granulometría, cumplen con los límites establecidos en las Normas. Obteniendo un módulo de finura de 3.0 y manifiesta que es un valor ideal de la arena para formar parte de un buen Concreto, en cambio de la Cantera Playa Llagchoa el módulo de finura es de 2.5, que es bajo pero aceptable y de la Planta Industrial de Trituración de Áridos Arias, el módulo de finura es de 2.9 que está dentro del rango establecido, y manifiesta que esta característica le da una categoría de excelente arena. (Ortega Castro, A. 2013).

En nuestra investigación proyectamos diseñar un concreto con una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, para lo cual debemos seleccionar los agregados que cumplan con las características físicas de calidad, en este caso se evaluará el módulo de finura del agregado fino, de la cantera San Martín de Cumbaza y que mediante un diseño de mezclas, permita obtener una resistencia adecuada e interpretar sus resultados, si tenemos que la norma considera que el módulo de fineza está en el intervalo de 2,35 a 3,15. (Rivva, E. 2013, pág. 25).

**Rugamas, J. (2012)**, en su tesis *“Influencia de la arena triturada, como agregado fino, en las propiedades en estado fresco y endurecido, de mezclas de concreto hidráulico”*, presentada ante la Universidad de el Salvador. Observa la influencia de la arena triturada en la resistencia del concreto. En sus resultados presenta que valores de la resistencia a la compresión simple, son mayores para el concreto elaborado con arena artificial proveniente de la roca triturada, frente al concreto elaborado con arena en condiciones naturales. Así mismo establece que realizando la estabilización o mezcla de arena natural y arena triturada, obtiene una ganancia positiva para la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> y una pérdida en la resistencia de 280 Kg/cm<sup>2</sup>. (Rugamas, J. 2012).

Concluyendo en su investigación que los concretos elaborados con arena artificial proveniente de la roca triturada, proporciona mayores valores en la resistencia a la compresión simple evaluada a los 7, 14 y 28 días respectivamente, que los concretos elaborados con arena en condiciones naturales previamente lavada. (Rugamas, J. 2012).

Siendo el concreto uno de los materiales más utilizados en la construcción y los agregados ocupan del 60% al 70% de su volumen, ejerciendo un efecto directo en la calidad del concreto, así una de las propiedades físicas de gran importancia es el módulo de fineza de la arena, propiedad que interviene en la proporcionalidad de los materiales en el diseño de mezcla, es determinante de la consistencia y trabajabilidad del concreto fresco, así como en la resistencia a la compresión simple del mismo. Por lo tanto, los ingenieros para alcanzar la calidad del concreto en obras de construcción, deben aportar a la ciencia, mediante experimentos, para obtener los resultados esperados, evaluando las características de los materiales de la zona de trabajo. (Abanto, T. 2017, pág. 20).

## Antecedentes nacionales

**Olarte, Z. (2017).** En la tesis *“Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles”*. Presentada ante la Universidad Tecnológica de los Andes, de Abancay – Apurímac. Se plantea como objetivo central determinar la calidad de los agregados de las canteras de Andahuaylas, en la resistencia del concreto, entre otros. (Olarte, Z. 2017).

En sus resultados establece que los valores del módulo de fineza del agregado fino, obtenido por trituración de la roca, en las canteras analizadas son similares, así la cantera Altamirano es de 2.94 y tanto la de santa Lucía y Espinoza es de 3.03, por lo tanto siguiendo el método del ACI 211.1, la valoración de la resistencia en la canteras son: Altamirano  $f'c = 222.70 \text{ Kg/cm}^2$ , Espinoza  $f'c = 219.92 \text{ Kg/cm}^2$  y Santa Lucía  $f'c = 224.92 \text{ Kg/cm}^2$ , como podemos observar no tienen mucha variación. (Olarte, Z. 2017).

Concluye (entre otras) que los agregados influyen en la resistencia a la compresión simple del concreto, los cuales se evalúan y se determina la gran importancia de las características de los agregados, permitiendo que el aglutinante cemento los compacte mejor. También manifiesta que la resistencia a la compresión simple está relacionada con el tamaño del agregado y la relación del cemento con el agregado. (Olarte, Z. 2017).

El agregado fino (arena) es parte importante en la composición de un concreto puesto que a través del módulo de fineza determinamos la proporción del agregado grueso y este es calculado mediante el ensayo de la granulometría, siendo una característica que nos permite entender que mientras más fina sea la arena este número es más pequeño y viceversa. Siendo los agregados materiales que proporcionan al concreto la rigidez y estabilidad, logrando estas características con las proporciones adecuadas de cemento y agua. (Abanto, T. 2017, pág. 80).

También tengamos presente que, en el proceso de elaboración de la mezcla de concreto y cuando esté en su estado fresco, el agregado bien proporcionado según el tamaño de partículas, es decir estas deben cumplir con las especificaciones técnicas de la norma, así la pasta cemento envolverá mejor las partículas proporcionando mayor adherencia, cohesión y trabajabilidad a la mezcla, (Abanto, T. 2017, pág. 52).

**Arrascue, N. (2011)**, en su tesis presentada ante la Universidad Ricardo Palma. “*Determinación de las propiedades físicas de los agregados de tres canteras y su influencia en la resistencia del concreto normal con cemento Portland tipo I. (sol)*”. Observa que el diseño y determinación de la resistencia a la compresión simple de un concreto elaborado con los agregados de las canteras: Melgarejo, Jicamarca y San Martín. Indica que el módulo de fineza como característica influyente en la elaboración del concreto, que siendo en el orden de 2.83, 2.97 y 3.07. Con estos valores obtiene que, la resistencia a la compresión simple va de 261 kg/cm<sup>2</sup>, 322Kg/cm<sup>2</sup> y 269 Kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo mayor valor para la cantera de Jicamarca, (Arrascue, N. 2011).

En el agregado fino hay dos características claves de ser evaluadas, la continuidad del tamaño de sus granos y el módulo de fineza (MF), los cuales pueden ser aceptables cuando están entre el intervalo de 2.2 a 3.1, en este intervalo puede presentarse dos situaciones no apropiadas para la pasta, sí el  $MF > 3.1$  en este caso las partículas de arena son gruesas y la pasta hace poco trabajable, tendrá menor cohesión entre las unidades de los agregados y el requerimiento del cemento será mayor para mejorar la consistencia; la otra situación es que el  $MF < 2.2$ , es que las partículas de arena serán más finas, entonces la pasta de concreto tendrá la apariencia de un líquido viscoso y generándose mayor consumo de cemento así como la cantidad de agua, por lo tanto se puede presentar deformaciones por contracción al irse secando, (Chang Yang et al 2003).

## **Antecedentes Regionales**

**Mosquera, E. (2011).** En la tesis *“Evaluación de las Canteras de la provincia de San Martín para su utilización en Obras Civiles”*, para optar el título profesional de ingeniero civil de la Universidad Nacional de San Martín. Evalúa las distintas canteras de la provincia de San Martín y evaluando sus propiedades físicas y mecánicas para determinar la calidad del agregado, para su uso en el concreto con fines constructivos y uso en Tarapoto y aledaños. (Mosquera, E. 2011).

Manifiesta que las canteras de agregados que se explotan en la provincia de San Martín son geológicamente de origen fluvial aluvial, cuyo auto abastecimiento se debe al recorrido que sufre por las corrientes de agua de los ríos que los contiene. Sin embargo, se debería tener un control por parte de las autoridades, para tener una explotación ordenada y que no genere la degradación del cauce. (Mosquera, E. 2011).

Concluye que la cantera de Juan Guerra es la cantera más representativa del río Cumbaza, ya que sus agregados cuentan con características más adecuadas para su uso en la elaboración de concreto (solo concreto de baja calidad). Considerando que es su agregado fino el que lo representa mejor, esto debido al mayor recorrido de sus materiales a lo largo de la cuenca hasta los bancos cercanos a la desembocadura en el río mayo. (Mosquera, E. 2011).

**Gonzales, J. (2003).** En la tesis *“Las mezclas de concreto y sus resultados en la ciudad de Tarapoto utilizando el método del agregado global y módulo de Finura”*, para optar el título profesional de ingeniero civil de la Universidad Nacional de San Martín. En la presente tesis se plantea determinar en primer lugar la mezcla granulométrica más adecuada utilizando la piedra del río Huallaga y la arena del río Cumbaza y con esto elaborar probetas de ensayo para tres diferentes módulos de Finura Global, y tres relaciones (agua/cemento), de tal manera que definamos para que Módulo de Finura Global y qué relación (agua/cemento), se obtienen

resistencias a la compresión más satisfactorias. (Gonzales, J. 2003).

Manifiesta que la cantera del río Cumbaza es la más utilizada en nuestro medio y está conformada en su mayoría por arenas finas cuyos Módulos de Finura son menores al mínimo permitido, se demuestra que el Método ACI, para este tipo de agregados tiene limitaciones, puesto que solamente es aplicable para arenas cuyos Módulos de Finura cumplan con las normas. Mientras el Método del Agregado Global y Módulo de Finura no presenta esta limitación puesto que trabaja con el Módulo de Finura de la Mezcla de agregados. (Gonzales, J. 2003).

Concluyendo que la combinación granulométrica más adecuada de la arena del río Cumbaza con la piedra del río Huallaga, teniendo la trabajabilidad medida mediante la consistencia cuyas propiedades se determinan en estado fresco y la resistencia en estado endurecido, obtenidos con un Módulo de Finura Global de 5.48. Constituyendo el 37% de arena y 63% de piedra. (Gonzales, J. 2003).

Como se puede observar en la investigación se utilizó el método global, pero de acuerdo a sus resultados el módulo de finura del agregado grueso se ve afectado y disminuye como consecuencia de la combinación de los agregados (grueso y fino), puesto que al haberse determinado que el valor del módulo de fineza de la arena de la cantera del río Cumbaza, es menor a 2.3 indicado por la norma ASTM C 33, como límite inferior, esto significa que la arena no cumple por ser de característica fina, por lo tanto en la pasta del concreto es posible que se necesite mayor cantidad de cemento para envolver a las partículas finas y como consecuencia mayor cantidad de agua y también se podría producir segregación, por deficiencia del agregado fino, o a la falta de presencia de partículas gruesas de forma adecuada, (Abanto, T. 2017, pág. 51).

## **1.2. Bases teóricas**

En el contexto estaremos evaluando cada uno de los parámetros que intervienen en la elaboración del concreto, por lo que determinaremos las principales características de los materiales que conforman la mezcla de concreto, así tenemos, la arena, la grava (piedra chancada), el cemento tipo Ico, el agua potable. Estableciendo que la principal atención estará en el módulo de finura del agregado fino (arena) que caracteriza a la variable independiente de la investigación, que con el tratamiento y las graduaciones buscaremos los efectos planteados en la investigación, por lo que todas las observaciones, realizadas se sustentarán en la ciencia que permitirá procesar los resultados y establecer los requerimientos buscados. Así mencionaremos:

### **1.2.1. El agregado fino (Arena)**

De manera general el agregado fino es el que proviene de la roca en su producto arena, que puede ser natural o por intervención antrópica, conocida como arena triturada. La arena tiene dimensiones estandarizadas y de tamaños de partículas que pasan la malla de 3/8" (9.5 mm) y quedan retenidos en la malla N° 200 (0.75 mm), con la finalidad de ser usada en concreto sus partículas deben cumplir estrictamente ciertas características como: estar limpias es decir exentas de finos, su forma debe presentar angulosidad, ser duras y resistentes. Las propiedades inherentes a la calidad del concreto son: (Abanto, T. 2017, pág. 88).

#### **a) La granulometría del agregado fino (arena)**

Viene hacer la determinación de los diferentes tamaños de las partículas, trabajo que se realiza mediante los ensayos de granulometría, en el laboratorio, usando un juego de mallas, dispuestas en forma descendente, en la parte superior se coloca la malla o tamiz de 9.5 mm (3/8"), considerando que el material debe pasar el 100%, hasta la malla N° 100 (0.15 mm), en concordancia con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 y ASTM C 33, (Abanto, T. 2017, pág. 89).

Así el agregado estará graduado dentro de los límites indicados en las Normas y la granulometría seleccionada será de preferencia uniforme, con valores retenidos en las mallas N° 4, 8, 16, 30, y 100, (tabla N° 1), pero el ingeniero debe hacer siempre una observación que, la diferencia entre el peso pasante de una malla y el retenido en las siguientes no debe ser mayor del 45% del total de la muestra, con lo cual tendremos una granulometría con mayor eficiencia de participación en la mezcla de concreto, (Abanto, T. 2017, pág. 89).

Tabla N° 01: Especificaciones técnicas de los límites de granulometría

Abertura de la malla		Especificaciones ASTM C 33-84
En (mm)	En (pulgadas)	
9.500	3/8"	100
4.750	N° 4	95 - 100
2.360	N° 8	80 -100
1.180	N° 16	50 -85
0.600	N° 30	25 - 60
0.300	N° 50	10 -30
0.150	N° 100	2 -10

Fuente: Abanto, T. 2017

En base a las experiencias en obra, para que, el concreto presente una mejor trabajabilidad, las partículas del agregado grueso, deben quedar espaciadas y que tengan la facilidad de desplazarse en la mezcla sin mayores obstáculos, durante el momento de preparación y colocado en obra. Para que se cumpla este trabajo en la mezcla, el agregado fino se considera como el material que genera el desplazamiento y acomodo de las partículas del agregado grueso, permitiendo ser embebidas por la pasta de cemento, en toda la masa del concreto, (Abanto, T. 2017, pág. 90).

#### **b) El módulo de finura de la arena**

Es una de las propiedades muy importantes, en la elaboración del concreto, viene hacer como su nombre lo indica un índice de fineza y de gran relevancia en el diseño del concreto, porque permite establecer las proporciones de los agregados. El módulo de finura deberá encontrarse en el intervalo de  $2.3 \leq MF \leq 3.1$ , que debe cumplir en la cantera de abastecimiento y luego de su control no debe exceder de 0.2 del valor característico, entre mayor sea el módulo de finura, más gruesa será la

arena y viceversa, el módulo de finura se calcula por medio de la ecuación (1), (Abanto, T. 2017, pág. 90).

$$MF = \frac{\sum \%Acumulado}{\sum \% Pesos retenido} = \frac{\sum \%Acumulado}{100} \dots \dots (1)$$

**c) Peso específico relativo y absorción de la arena**

En la mezcla de concreto, el peso específico interviene como indicativo de la calidad del concreto y es de utilidad para el diseño de las mezclas de concreto, por lo que debemos determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, y el peso específico aparente y la absorción, siguiendo el proceso de saturación de la muestra de agregado fino (arena), durante 24 horas y dentro de un depósito con agua. El peso específico relativo es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado o volumen de sólidos, así como también para el cálculo del volumen de vacíos, (MTC 2016, pág. 309).

El peso específico relativo le corresponde al material sólido de las partículas constituyentes que no incluyen el espacio poroso o poros accesibles al agua. Cuando las partículas sólidas se exponen al agua, esta será absorbida por los poros accesibles e inaccesibles, generando cambios en la masa del agregado fino. En los diseños de mezcla los valores de absorción son usados para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida entre los espacios porosos de sus partículas constituyentes, comparado a la condición seca, cuando es estimado que el agregado ha estado en contacto con el agua lo suficiente para satisfacer la mayor absorción potencial, (MTC 2016, pág. 309)

El peso específico relativo de un suelo ( $S_s$ ) se define como el cociente entre el peso al aire de las partículas sólidas y el peso al aire de un volumen igual de agua destilada, considerando a igual temperatura y el mismo volumen, (Bowles, J. 1978 pág. 62).

#### **d) Contenido de humedad**

Viene a ser la cantidad de agua que contiene un agregado en su estado natural, para determinarlo se utiliza recipientes o depósitos de material no oxidable para colocar la muestra y un horno con un control de temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , para el proceso de secado. Siguiendo un Procedimiento, establecido para llenar una cantidad adecuada en los recipientes dependiendo del agregado y pesar la muestra, para luego ser secados por 24 horas en el horno, pasado el tiempo pesar de nuevo la muestra y con ello determinar el  $\omega\%$  de humedad, (Abanto, T. 2017, pág. 102)

Debemos tener en cuenta que los agregados tienen poros conectados a la superficie, el agua es absorbida hacia el interior de las partículas. El agua también puede ser retenida en la superficie de los agregados en forma de una película de humedad, es así que los agregados pueden estar completamente secos, semisecos, saturados, pero superficialmente secos y húmedos. Por lo tanto, haciendo estas consideraciones es importante conocer el estado de humedad de los agregados empleados en el concreto, (Abanto, T. 2017, pág. 101)

#### **e) Pesos volumétricos secos suelto y compactado de la arena**

El peso volumétrico o densidad de un agregado, viene hacer el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen previamente conocido o determinado. En el proceso se determina el volumen del recipiente, llenándolo con agua a temperatura ambiente y el valor del peso volumétrico será el peso del agua que llene el recipiente entre la densidad del agua, luego el agregado en estado suelto o compactado ocupará el volumen del recipiente, quedando conformado por volumen de sólidos más el volumen de vacíos o aire que se halla entre las partículas sólidas e incluye el volumen de los poros accesibles, (MTC, 2016, pág. 298).

Si el material es bien graduado se logrará disminuir el volumen de vacíos, por lo que el material tendrá un mejor grado de acomodo. Si el peso

específico es bajo el agregado absorberá mayor cantidad de agua y tienden a ser débiles y si el peso específico es alto el agregado absorbe menor cantidad de agua los cuales son densos y de buena calidad, por lo tanto, la absorción viene a ser la propiedad que tiene el agregado de incorporar agua a su estructura interna, la cual genera un aumento de peso y permite llegar al agregado a su condición de saturada superficialmente seca, (MTC,2016, pág. 298).

### **1.2.2. Agregado grueso (grava)**

El agregado grueso es el material producto de la desintegración física y descomposición química de la roca, generados por los fenómenos naturales, pero en la actualidad también viene hacer un producto de la intervención antrópica, mediante la trituración mecánica de la piedra, dicho material debe reunir ciertas características para darles el uso adecuado en las obras de ingeniería y deben ser partículas durables, limpias, de perfiles anulares, duras, resistentes y exentas de sustancias químicas, libres de arcilla u otros finos que afecten al concreto fresco y endurecido. En general el tamaño de las partículas debe cumplir lo especificado en la norma NTP 400.037, cuyos diámetros menores de las partículas quedarán retenidos en la malla N° 4 (4.75 mm), Las propiedades inherentes a la calidad del concreto son: (Abanto, T. 2017, pág. 91).

#### **a) Granulometría del material grueso (grava)**

Es el proceso en el cual nos valemos de los ensayos de granulometría y hacemos uso de una serie mallas o cedazos con abertura cuadrada y dispuestos en forma descendente de mayor a menor, con tapa y cazoleta respectivamente, en los que se dispone la muestra lavada y seca con peso conocido y se procede al zarandeo. Proceso que se aplica para determinar los tamaños de las partículas constituyentes de la muestra de ensayo y previamente propuestos para uso como agregados en la preparación de la mezcla de concreto de nuestra investigación. Así los resultados nos permitirán determinar si cumplen con la distribución del tamaño de partículas de acuerdo a las especificaciones técnicas, mallas indicadas en

la tabla N° 2, (Abanto, T. 2017, pág. 91).

#### **b) Tamaño máximo**

Se considera el tamaño máximo del agregado grueso, por las exigencias de trabajos y los requerimientos de los diferentes elementos estructurales de concreto armado, en la necesidad del cumplimiento de dimensiones de los encofrados y separación de las barras de acero, en los cuales dicho material debe ingresar con suma facilidad, exigencias que en ningún caso sea mayor a:  $1/5$  de la menor dimensión entre caras de encofrados,  $1/3$  de la altura de las losas y  $3/4$  del espacio libre entre barras, cables ductos de refuerzo. En las obras de ingeniería existen condiciones limitantes, con la finalidad de evitar que queden espacios vacíos generados por las partículas y las barras de refuerzo impidiendo el paso y la distribución uniforme de la pasta del concreto, (Abanto, T. 2017, pág. 91).

Para determinar el tamaño máximo del agregado grueso, queda definido por la abertura de la malla inmediata superior a la que se retiene > al 15% en el proceso del ensayo de granulometría, en este caso sí tenemos en la malla con abertura de 1", un peso retenido acumulado de 12% y en la malla inmediatamente menor con abertura de  $3/4$ ", su peso retenido acumulado es de 21%, como observamos el 15% retenido acumulado, esta entre estas dos mallas, por lo tanto el tamaño máximo será la de 1", (Abanto, T. 2017, pág. 96).

#### **c) Contenido de humedad del agregado grueso**

Los agregados son materiales que tienen poros accesibles e inaccesibles, por lo tanto, dichos materiales podrán tomar un porcentaje de humedad de la atmósfera llegando a introducirse en dichos poros y genera un contenido de humedad en porcentaje de los agregados. Esto es importante conocer ya que de esta manera podríamos agregar agua a cualquier mezcla de concreto, sin saber que tiene cierta humedad. Por lo tanto, esta propiedad es muy importante de realizarlo a pesar de tener la apariencia de estar seco este contendrá cierto porcentaje de humedad que agregará agua a nuestra mezcla y tal vez llegando a obtener resultados

muy distintos de los esperados según el diseño, debido a omisión y falta de criterio técnico, (Abanto, T. 2017, pág. 102).

**d) Peso específico y absorción de agregados gruesos**

Corresponde a la densidad de las partículas sólidas de una muestra representativa de agregado y permite calcular el volumen que ocupan las partículas sólidas o volumen de sólidos en la mezcla de concreto. En concreto se establece un procedimiento para determinar secuencialmente el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso, luego de saturado durante 24 horas, tiempo que se considera suficiente para la respectiva saturación de las partículas sólidas, (MTC, 2016, pág. 311).

La absorción es una característica física de los agregados y se considera la cantidad de agua que se necesita para llenar los poros conformantes de la masa de la partícula y su valor nos permite hacer correcciones de diseños de mezclas, como en control de humedad en obra, así mismo nos permite determinar la humedad superficial, que resulta de la diferencia de la humedad natural y el porcentaje de absorción, (Abanto, T. 2017, pág. 102).

**e) Pesos volumétricos secos suelto y compactado de la grava**

El peso volumétrico o densidad de un agregado, viene hacer el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen previamente conocido o determinado. El proceso es similar a la determinación de los pesos volumétricos del agregado fino, con la única diferencia que, el volumen del cilindro es mayor, (MTC, 2016, pág. 298).

Tabla N° 02: Requerimientos de granulometría de los agregados gruesos

N° ASTM	Tamaño Nominal	% Que pasa por los tamices normalizados												
		100m m	90 mm (3 ½")	75 mm (3")	63 mm (2 ½")	50 mm (2")	37.5mm (1 ½")	25 mm (1")	19 mm (¾")	12.5mm (½")	9.5 mm (3/8")	4.75mm (N°4)	2.36mm (N°8)	1.18m m
1	90 a 37.5 mm (3 ½" a 1 ½")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	63 a 37.5 mm (2 ½" a 1 ½")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	50 a 25 mm				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	50 a 4.75 mm (2" a N° 4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	37.5 a 19.0 mm (1 ½" a ¾")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	37.5 a 4.75 mm (1 ½" a N°4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	25 a 9.5 mm (3 ½" a 1 ½")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	25 a 9.5 mm (3 ½" a 1 ½")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 5	0 a 5		
57	25 a 4.75 mm (3 ½" a 1 ½")						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	19 a 9.5 mm (3 ½" a 1 ½")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	19 a 4.75 mm (3 ½" a 1 ½")							100	90 a 100		20 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 (3 ½" a 1 ½")									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: (Abanto, T. 2017, pág. 92).

### **1.2.3. El cemento**

El cemento viene hacer el producto que se deriva directamente de la transformación artificial de la roca caliza y que mezclado en proporciones establecidas, con arcilla y luego pasar la fase de cocción de esta mezcla en un intervalo de temperatura de 1400 a 1450 °C se forma el Clinker, que posteriormente este producto sometido a molienda llegamos a obtener el cemento Pórtland, cuyas partículas son menores a 15  $\mu m$ . Para el cemento Pórtland en el proceso de molienda se agrega en un 3 o 4% de yeso, siendo su objetivo la regulación de la fragua del cemento, (Abanto C. F 2010 pg. 15).

Actualmente en el mercado de la ciudad de Tarapoto se comercializa los cementos en sacos de 42.5 kg, y es importante indicar sus principales características, las cuales son intervinientes en la elaboración del concreto para las obras de construcción civil, y entender sus beneficios, entre estos tenemos:

#### **Cemento Portland Tipo ICo**

Cementos Pacasmayo S.A.A. 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 de cocción 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, (Villanueva, H. et al 2018).

#### **Propiedades físicas del cemento tipo Ico**

Son aquellas propiedades índices del cemento Tipo Ico, siendo su contenido de Aire, 12% máximo, expansión en autoclave, 0.80% máximo,

contracción en autoclave, 0.20% máximo, peso promedio por lotes de 50 bolsas de 42.5 Kg mínimo, (Villanueva, H. et al 2018).

### **Finura del cemento tipo Ico**

En la fabricación de la mezcla de concreto, interviene en el proceso de expansión y retracción de la pasta. Considerando que el agua disuelve en la superficie específica a los granos de cemento y forma un gel que aumenta gradualmente en volumen y rigidez, (Nilson, H. 2010, pág. 29).

### **Propiedades químicas del cemento tipo Ico**

El cemento Portland Tipo Ico, es un polvo de color grisáceo conformado por  $SO_3$  en un 4% máximo y  $MgO$  en un 6% máximo, según especificaciones técnicas de la Empresa, expresado por Villanueva, H. et al 2018. También se debe considerar que en el intercambio iónico que involucra el proceso químico exotérmico, en el fraguado y en el endurecimiento libera calor, el cual es conocido como calor de hidratación. Este proceso de hidratación se debe controlar para evitar la expansión y contracción, (Nilson, H. 2010, pág. 29).

### **Propiedades mecánicas del cemento tipo Ico**

Las especificaciones técnicas de la Empresa indican que la resistencia a la compresión que alcanza son: 1 día, 1200 psi mínimo, en 3 días, 1890 psi mínimo, en 7 días, 2900 psi mínimo, en 28 días, 3630 psi mínimo, el tiempo de fraguado inicial es de 45 minutos mínimo y final se logra a las 7 horas mínimo, (Villanueva, H. et al 2018).

#### **1.2.4. Agua para la mezcla del concreto**

El agua en la preparación de la mezcla debe ser limpia y exenta de sustancias dañinas al concreto, está totalmente prohibido del uso de aguas, ácidas, calcáreas, carbonatadas, aguas provenientes de mar y relaves mineros, aguas que contengan minerales nocivos al concreto, o sustancias industriales, con contenido de sulfatos, materia orgánica, humus o

provenientes de desagües. (Rivva, E. 2013 pág. 29).

La calidad del agua quedará determinada bajo responsabilidad del profesional y se analizará con ensayos de laboratorio fielmente comprobados y corroborados, así se debe exigir que cumpla con el contenido de, Cloruros máximo 300 pmm, sulfatos 300 pmm, sales de magnesio 150 pmm, Sales solubles totales 1500 pmm, pH mayor de 7, sólidos en suspensión 1500 pmm, materia orgánica 10 pmm, (Rivva, E. 2013 pág. 30).

### **1.2.5. El concreto**

El concreto es una mezcla de agregados (grava y arena), agua y cemento, debidamente seleccionados que, al mezclarlos, bajo las consideraciones del diseño, presentan un estado pastoso y que luego al irse deshidratando en el tiempo, va adquiriendo una resistencia característica, en función de la relación agua cemento y constituye uno de los materiales de construcción más resistentes para hacer obras de infraestructura (cimentaciones) las que están en contacto directo con el suelo así como con la presencia de agua y otras sustancias que podrían ser perjudiciales y las superestructuras las que transmiten las cargas a través de los elementos estructurales a la cimentación correspondiente, (Rivva, E. 2013, pág. 37).

En el proceso de elaboración del concreto el agua y el cemento reaccionan químicamente permitiendo la unión de las partículas de los agregados, constituyendo un producto heterogéneo, por ello la selección de las proporciones de los componentes, debe permitir obtener un concreto trabajable, con densidad y durabilidad apropiadas, finalmente obtener una resistencia adecuada, cumpliendo las propiedades para el cual ha sido diseñado y sin dejar de lado algo muy importante la experiencia del personal en todo el proceso, (Rivva, E. 2013, pág. 57).

Será de gran importancia en la ingeniería obtener la calidad del concreto, siguiendo una adecuada proporción y diseño de sus componentes de la pasta, porque además ejercerá un control entre la economía de los pueblos, que condicione el requerimiento de ciertas características, las cuales estarán en función del uso del concreto y de las condiciones esperadas a ser encontradas en el momento de la colocación de la mezcla, estas deben ser expresadas según las especificaciones y requerimientos de la obra, en general dependerá de sus propiedades, (Nilson, H. 2000, pág. 31).

### **1.2.6. Propiedades del concreto**

Las propiedades del concreto son de gran importancia, para la calidad de las obras de construcción civil, garantiza la estabilidad y durabilidad en condiciones de servicio, estas varían en el tiempo, y depende en el estado que se encuentre, así tenemos el concreto fresco o endurecido y se determinan mediante ensayos, (Rivva, E. 2013, pág. 37).

El concreto deberá cumplir ciertas características fundamentales, las cuales deben ser determinadas y analizadas de tal manera que garantice la calidad, en aplicación de normas y reglamentos, estas son:

#### **1.2.6.1. La Trabajabilidad**

Es una propiedad en la cual el concreto estando en su estado fresco, 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 y tamaño del agregado fino, si el porcentaje acumulado que pasa la malla N° 50 entre el 10% al 30% y la malla N° 10 del 2% al 10%, porcentajes recomendados por Rivva, E. 2013, también incide en la trabajabilidad la cantidad de cemento y esta propiedad depende directamente de la consistencia del concreto. (Abanto, T. 2017 pág. 49).

### **1.2.6.2. La consistencia**

Es una característica que define la humedad de la mezcla, por el grado de fluidez, entendamos que mientras más agua contenga la mezcla, mayor será la facilidad con que el concreto fluirá durante su preparación y colocación, o su capacidad de acomodarse en el encofrado del elemento estructural, (Rivva, E. 2013 pág. 40).

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, considerando consistencia seca cuando la deformación sea de 1" a 2", consistencia plástica se considera deformaciones de 3" a 4" y consistencias fluidas o viscosas de 6" a 8", (Rivva, E. 2013 pág. 41).

### **1.2.6.3. Resistencia a la compresión simple**

Es la propiedad índice de la calidad del concreto, pero en realidad depende de otras, por lo que su elaboración guardará una condición de trabajabilidad o condición de consistencia plástica, luego estará en función de la edad la cual se producirá secuencialmente y se espera que se presente en forma ascendente y se acostumbra a evaluar a los 3, 7, 14, y 28, adquiriendo a los 14 días el 90% de su resistencia. También ejerce efecto; la relación agua cemento (a/c), el tipo de cemento y el curado o humedad de hidratación durante el fraguado y el endurecimiento, (Abanto, T. 2017'pág. 34)

Su determinación se realiza en el laboratorio, mediante muestras 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, son sometidos a pruebas de compresión simple y la resistencia queda

expresada en esfuerzo de compresión ( $f'_c$ ) en Kg/cm<sup>2</sup>, (Abanto, T. 2017, pág. 36).

#### **1.2.6.4. Durabilidad del concreto**

En general el concreto deberá ser capaz de resistir los fenómenos físicos y químicos a los que estará sometido, siendo los mecanismos de ataque los cambios de temperatura y las acciones como productos químicos y desgaste, durante el trabajo en condiciones de servicio, (Rivva, E. 2013 pág. 45).

#### **1.2.6.5. Permeabilidad del concreto**

Es una característica del concreto de no permitir dejar pasar el agua u otras sustancias y depende de la porosidad de los agregados, de la porosidad de la pasta y la falta e ineficiente compactación, así como un curado inadecuado. Esta propiedad está asociada a la patología del concreto por existir la posibilidad de carbonatación de los agregados, (Abanto, T. 2017, pág. 49).

### **1.3. Definición de Términos Básicos**

**Resistencia a la compresión.** - Es una propiedad fundamental del concreto, que viene hacer la capacidad de resistir la máxima carga vertical sobre el área correspondiente de la probeta, por la cual queda definida la calidad del concreto, (Abanto, T. 2017, pág. 37).

**Agregado.** - Viene hacer el material granular, que se puede obtener de manera natural o artificial y se denomina grava, arena, piedra chancada, los mismos que son evaluados mediante la valoración de sus características y que sirve para elaborar el concreto. (Abanto, T. 2017. Pág. 87).

**Hormigón.** - Material natural compuesto de grava, arena y finos respectivamente, su origen puede ser coluvial o fluvial. (Abanto, T. 2017, pág. 93).

**Grava.** - Es el material grueso que pasa la malla de 4" y retenido en el tamiz N° 4 (4.75 mm), se origina por la desintegración física, descomposición química de las rocas y por la trituración de la roca en su producto piedra y depende de la calidad de esta, para producir buen concreto, (Abanto, T. 2017, pág. 92).

**Arena.** - Material proveniente de la roca, que pasa el tamiz de 3/8" y retenido en la malla de 0.075 mm (N° 200) y para ser utilizado en las mezclas de concreto, debe cumplir con entre otras propiedades el módulo de finura debe estar  $2.3 \leq MF \leq 3.1$  . (Abanto, T. 2017, pág. 89).

**Cemento Pórtland.** - Es el producto obtenido por pulverización fina de Clinker producido por una calcinación de una mezcla íntima, rigurosa y homogénea de materiales arcillosos y calcáreos, con adición eventual de sulfato de calcio sin adición posterior a la calcinación, excepto de yeso calcinado o no y en cantidad no mayor de 1%. (Abanto, T. 2017, pág.83).

## **CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. Descripción del Problema**

Alrededor de nuestro planeta, en el territorio peruano, en la región San Martín y en particular en la zona urbana de Tarapoto, se ha masificado el uso del material noble o concreto, para el uso en la industria de la construcción, tanto en empresas públicas así como privadas, siendo el cemento y en sus diferentes tipos, como en el caso el Portland tipo ICo, el mismo que sirve para elaborar el concreto, al mezclar con los materiales entre agregado grueso (grava), agregado fino (arena) y el aglomerante (cemento) que permite la cohesión del conjunto, en una relación agua cemento, y por lo tanto su resistencia a la compresión estará basada en la composición física y química de estos materiales, tanto del aglomerante y la procedencia u origen de la roca de la cual se derivan los agregados, siendo prioridad la investigación.

En el Perú existen diferentes tipos de cemento cada uno con sus propias características físicas y químicas. Así también en nuestra Región se comercializa diferentes tipos de cemento, ofertados por la empresa DINO SELVA S.A., y siendo recomendado el cemento portland tipo ICo, para el uso en la industria de la construcción tanto para el público en general y en el caso especial de las empresas dedicadas al rubro, siendo este producto un material que genera efecto en la resistencia del concreto, se hace fundamental el conocimiento del comportamiento mecánico, con los diferentes tipos de agregados usados en la mezcla, (Abanto, T 2017, pág. 35).

En nuestra zona de estudio, se desconoce o no están al alcance de los profesionales y constructores, los atributos o propiedades físicas y químicas de los agregados grueso y fino, siendo de gran importancia en la calidad del concreto, así como del agua utilizada para la mezcla, propiedades que, deben cumplir las normas. Por lo tanto, la elaboración del concreto requiere del conocimiento científico y el buen uso de los

resultados de los ensayos de laboratorio de los agregados, que permitan obtener la resistencia del concreto y su repercusión técnica en la estabilidad y buen desempeño que, garanticen la seguridad frente a la ocurrencia de fenómenos naturales, (Abanto, T. 2017, pág.47).

Siendo el propósito establecer la calidad del concreto, en la presente investigación, se realizó una evaluación y análisis de la resistencia a la compresión simple de  $(f'_c = 210 \frac{kg}{cm^2})$ , a los 7, 14 y 28 días, usando los agregados gruesos (grava) obtenida de la piedra de las canteras del río Huallaga y comercializada por diferentes comercializadores en las fábricas chancadoras y el agregado fino (arena) de la cantera San Martín de Cumbaza, en la cual se evaluó el módulo de finura como principal indicador de la resistencia del concreto, dichos materiales evaluados son los ofertados por la Inmobiliaria y constructora GÉNESIS S.A.C (Barte) y la Concretera & Servicios AMAZÓNICA S.A.C. La preparación, elaboración y ensayos se realizó en el laboratorio de la empresa Grupo 4d Ingeniería S.A.C., de acuerdo a las normas establecidas para ensayos estándares.

Se investigó el comportamiento del concreto, con resistencia a la compresión simple de  $(f'_c = 210 \frac{kg}{cm^2})$ , en nuestra zona urbana de Tarapoto, ya que es la resistencia más utilizada en la construcción de los elementos estructurales, como cimentaciones (Zapatatas, vigas de cimentación) y en la superestructura (columnas, vigas, losas), de las diferentes obras, formal e informal y en las cuales participan desde Ingenieros Civiles y Maestros de obra respectivamente, cuyo concreto es elaborado con los agregados ofertados por las diferentes empresas y probablemente desconocen el valor del módulo de finura de la arena, como índice utilizado en la etapa de diseño y fabricación, para garantizar la calidad del concreto.

Según, Abanto, T. (2017, pág. 20), indica que, en el presente siglo se ha masificado alrededor de todo el mundo el uso del cemento en la elaboración del concreto para la industria de la construcción, por su resistencia a la compresión, durabilidad, impermeabilidad, logrando

observar inventarios a través de la información tecnológica, que, grandes volúmenes de concreto han permitido la construcción de todo tipo de obras civiles, como mega construcciones, puentes, edificios y viviendas de construcción masiva, esto se debe a su gran trabajabilidad que ofrece y permite construir las diferentes formas arquitectónicas y que haciendo el buen uso de las propiedades de los agregados y con un buen diseño permite dar seguridad y confort.

En nuestro medio no es costumbre, tener en cuenta los atributos o cualidades de los agregados, como en el caso del agregado fino (arena), con especial cuidado al módulo de finura y la elección de la marca del cemento, los cuales ejercerán un efecto en la resistencia del concreto que se utiliza en la construcción de infraestructuras (cimentación) y superestructuras respectivamente, todo es un conjunto de probabilidades que conduzca finalmente a una mala elección por carecer de una preparación técnica y como resultado no se logre la resistencia del concreto, finalmente la obra o los elementos estructurales conformantes no tendrán la durabilidad, estabilidad en las condiciones de servicio, (Abanto, T. 2017, pág. 22).

Se debe tomar especial cuidado, desde la selección de los materiales, elaboración y curado, para obtener un concreto de calidad y claro sabiendo el efecto que ejercen los materiales, deberán controlarse sus características, a través de los ensayos de laboratorio y siguiendo las buenas practicas, con lo cual se estará garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas, en cada una de las actividades del proceso y registrando los resultados, el desconocimiento será una causa principal de que se presente patologías en una obra y con el transcurso del tiempo se ira generando la vulnerabilidad estructural de la misma y estará sujeta a sufrir fallas o el colapso en el caso de la ocurrencia de fenómenos geológicos, entre otros, (Abanto, T. 2017, pág. 23).

En nuestra investigación evaluaremos, las características de los materiales componentes del concreto, siendo los agregados los que

ocupan desde un 60% a un 75%, en nuestro caso usaremos el cemento tipo ICo, que ocupa entre el 7% al 15%, el agua entre el 14% y 18% y el aire que puede ocupar de 1% a 3%, del volumen de la masa del concreto preparado, (Abanto, T. 2017, pág. 20). Siendo nuestro objetivo determinar la influencia del módulo de finura (MF) de la arena, característica que permite determinar el volumen de los agregados gruesos (grava), que participan en la mezcla y a mayor (MF), la arena será más gruesa, con lo cual se espera lograr la resistencia del concreto y establecer datos estadísticos, que estarán disponibles, para el desarrollo de la ciencia.

De acuerdo con lo descrito, el problema de investigación quedará formulado en la forma siguiente:

## **2.2. Formulación del Problema**

### **2.2.1. Problema General**

¿Influye el módulo de finura de la arena en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland tipo ICo, usado en la construcción de edificaciones, en la zona urbana de Tarapoto, Provincia y Región San Martín?

### **2.2.2. Problemas Específicos**

¿Se logrará modificar la resistencia del concreto, si se varía el módulo de finura de la arena, por el método de estabilización física?

## **2.3. Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General**

Determinar la influencia del módulo de finura de la arena en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland tipo ICo, usado en la construcción, en la zona urbana de Tarapoto, Provincia y Región San Martín.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

1. Determinar la influencia del módulo de finura en estado natural de la arena en la resistencia del concreto.
2. Determinar la influencia del módulo de finura de la arena modificado por estabilización física en la resistencia del concreto.

### **2.4. Hipótesis**

#### **2.4.1. Hipótesis general**

**$H_1$ :** Si, el módulo de finura de la arena influye en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland tipo ICo, usado en la construcción, en la zona urbana de Tarapoto, Provincia y Región SanMartín.

**$H_0$ :** El módulo de finura de la arena no influye en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland tipo ICo, usado en la construcción, en la zona urbana de Tarapoto, Provincia y Región SanMartín.

#### **2.4.2. Hipótesis específica**

**$H_1$ :** Sí se logrará modificar la resistencia del concreto, si se varía el módulo de finura de la arena, por el método de estabilización física.

**$H_0$ :** No se logrará modificar la resistencia del concreto, si se varía el módulo de finura de la arena, por el método de estabilización física.

### **2.5. Variables**

#### **2.5.1. Identificación de variables**

##### **Variable Independiente (VI)**

Módulo de finura del agregado fino.

##### **Variable Dependiente (VD)**

Resistencia del concreto

### 2.5.2. Definición Conceptual y Operacionalidad de las Variables

En nuestra investigación conceptualizaremos nuestras variables desde el punto de vista de los autores, para darle mayor rigurosidad, así mismo indicaremos la forma de medida de las variables susceptibles del análisis, mediante el desarrollo de ensayos de laboratorio, siguiendo las buenas prácticas.

Tabla N°03: Definición Conceptual y Operacionalidad de las Variables

Variable	Definición conceptual	Indicador
VI: Módulo de Finura del Agregado Fino (arena).	Son las características físicas de los agregados, que se obtienen mediante métodos estandarizados de ensayos de laboratorio, con los cuales se logra determinar el volumen de participación de estos, en la mezcla de concreto y nuestro objetivo es la determinación del tamaño de las partículas del agregado fino, lo cual tendrá incidencia en la resistencia del concreto, (Rivva, E. 2013 pág.25)	Módulo de finura (MF) $2.35 \leq MF \leq 3.15$
VD: Resistencia del Concreto.	Es una propiedad fundamental del concreto y depende de las características de los agregados (grava y arena), y se determina mediante el método de compresión simple y nuestro objetivo es la determinación de la resistencia del concreto, que viene hacer la capacidad de resistir la máxima carga vertical sobre el área correspondiente, de esta manera queda definida la calidad del concreto, (Abanto, T. 2017, pág. 37).	Resistencia del concreto: $f'_c \geq 210 \frac{Kg}{cm^2}$

Fuente: Elaboración propia (2020)

### 2.5.3. Operacionalización de las Variables

Es la base para la investigación en la identificación de indicadores, con los cuales se puede determinar los ensayos de laboratorio.

Tabla 4: Operacionalización de las Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERATIVA	INDICADOR	UNIDAD
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  Módulo de finura del agregado fino (Arena)	Son las características físicas de los agregados, que se obtienen mediante métodos estandarizados de ensayos de laboratorio, con los cuales se logra determinar el volumen de participación de estos, en la mezcla de concreto y nuestro objetivo es la determinación del tamaño de las partículas del agregado fino, lo cual tendrá incidencia en la resistencia del concreto, (Rivva, E. 2013 pág. 25)	Se medirá determinando las propiedades físicas de los componentes, mediante los ensayos de laboratorio, en aplicación y sujetos a las recomendaciones de las normas técnicas (NTP, MTC o ASTM)	Granulometría de los agregados grueso y fino	mm
			Peso unitario suelto y compactado de los agregados	Kg/cm <sup>3</sup>
			Contenido de Humedad	%
			Peso específico y Absorción del agregado fino	kg/cm <sup>3</sup> %
			Peso específico y Absorción del agregado grueso	kg/cm <sup>3</sup> %
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  Resistencia del concreto	Es una propiedad fundamental del concreto y depende de las características de los agregados (grava y arena), y se determina mediante el método de compresión simple y nuestro objetivo es la determinación de la resistencia del concreto, que viene hacer la capacidad de resistir la máxima carga vertical sobre el área correspondiente, de esta manera queda definida la calidad del concreto, (Abanto, T.2017, pág. 37).	Será medida mediante el proceso metodológico especificados, mediante ensayos de laboratorio, establecidos por las normas técnicas (NTP, MTC, ASTM)	Compresión simple	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia (2020)

## **CAPITULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **3.1.1. Tipo de Investigación**

En la investigación el diseño es experimental y aplicada orientada a resolver un problema de resistencia del concreto, para la estabilidad estructural, basándose en la caracterización física del módulo de finura del agregado fino (arena), con el uso del cemento Pórtland Tipo ICo.

El tipo investigación tendrá el carácter de cuantitativo, porque haremos una relación estadística, entre el uso de la arena natural, para la elaboración del concreto y la arena estabilizada, para determinar el efecto que, causa en la resistencia del concreto.

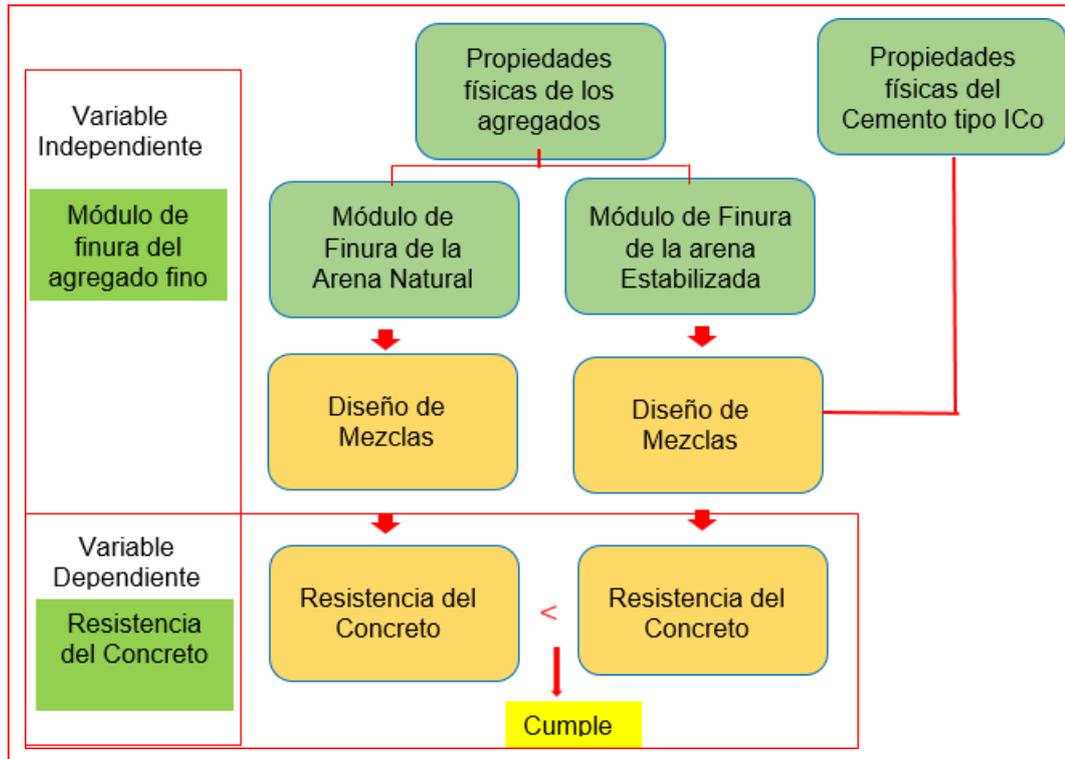
#### **3.1.2. Diseño de investigación**

En el diseño de investigación se usará una metodología experimental, que nos permita determinar el efecto que causa en la Resistencia del Concreto, el módulo de finura de la arena estabilizada.

Si modificamos el módulo de finura de la arena mediante el método de estabilización física es decir utilizando arena de otra cantera, de origen natural o triturada y este producto deberá ser evaluado según lo especificado en las normas y si el módulo de finura resultaría mayor, por lo tanto, tendremos una arena de partículas gruesas a finas con mejor graduación, que tendrá incidencia en la resistencia del concreto.

En el diseño de mezcla en nuestra investigación, será siguiendo lo especificado en el Método del ACI. 211, que mediante un proceso de selección de los materiales en la elaboración de concreto y curado respectivo y el resultado de la calidad del concreto será evaluada mediante el ensayo de compresión simple.

Figura N°01: Diseño de la investigación: tratamiento de las variables



Fuente: Elaboración propia 2020

## 3.2. Población y muestra

### 3.2.1. La población

El Universo para la presente investigación se encuentra conformado por 30 testigos de la resistencia a la compresión  $f'_c = 210 \frac{kg}{cm^2}$ , a los 7, 14 y 28 días, utilizando el módulo de finura de la arena en estado natural y luego para el diseño de la mezcla, pero utilizando el módulo de finura modificado por estabilización física, para cada observación será la población de 30 testigos, con una variación estadística progresiva a los 7, 14 y 28 días respectivamente, entonces la población se considera finita.

### 3.2.2. Muestra

Para la elección de la muestra en la investigación se han elegido tres observaciones, en otros casos la muestra se tomará siguiendo la siguiente fórmula estadística.

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

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.

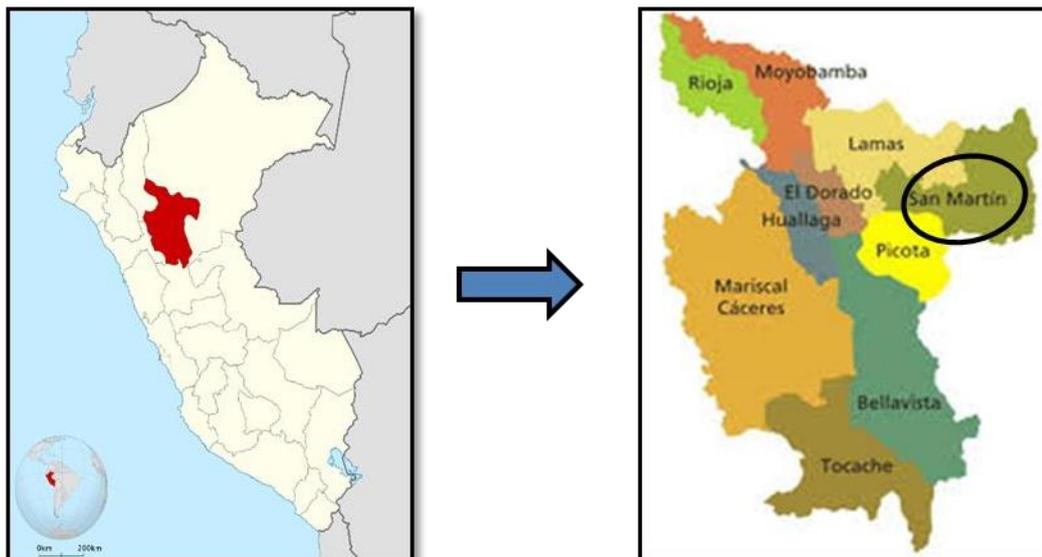
Por lo tanto, si la población son 30 probetas, por cada observación le corresponde 10 probetas.

### 3.2.3. Ámbito geográfico

#### Ubicación política

La investigación se realizó en la zona urbana de la ciudad de Tarapoto, Distrito de Tarapoto, Provincia y Región de San Martín

Figura N°02: Mapa político del Perú - departamento San Martín



Fuente: [www.google maps](http://www.google.com/maps)

Figura N°03: Mapa político del distrito de Tarapoto



Fuente: [www.google maps](http://www.google.com/maps)

El distrito de Tarapoto está ubicado a una altitud de 350 m.s.n.m. a orillas del río Shilcayo y el río Cumbaza tributarios del río Mayo.

Figura N°04: Mapas geográficos del distrito de Tarapoto



Fuente: Google Earth

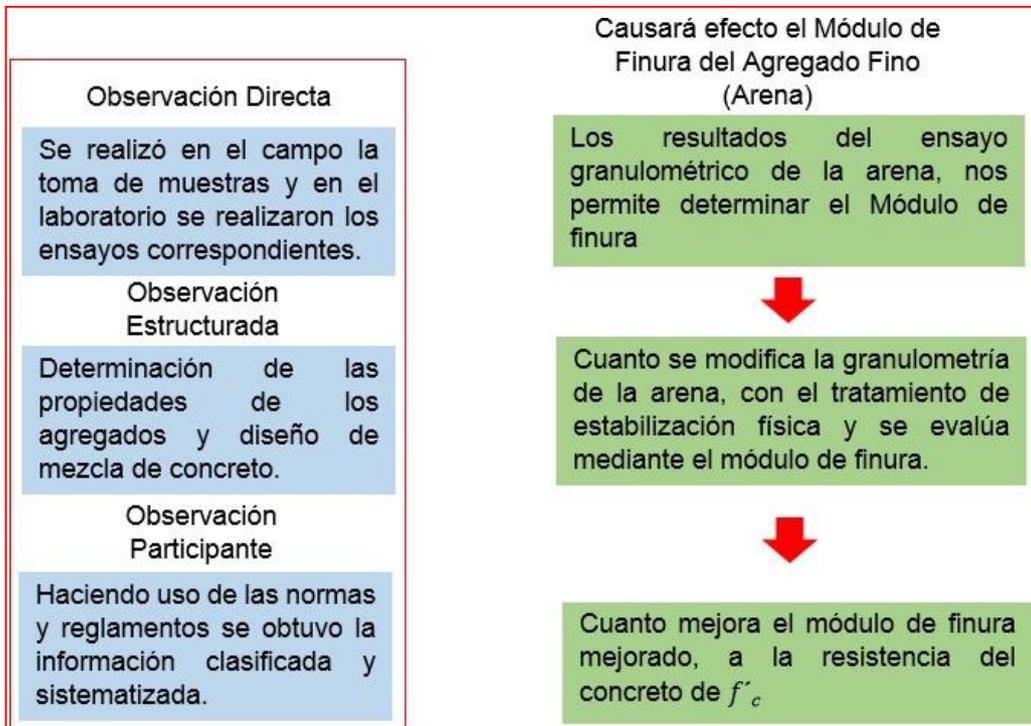
### 3.3. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos

#### 3.3.1. Técnicas de Recolección de datos

La técnica que se utilizó en esta investigación es la de observación, como información primaria, del campo y laboratorio, siguiendo un proceso científico, de planificación, control y comprobación, se plasmarán en registros o fichas técnicas aprobadas por las normas técnicas, como las NTP, las del ASTM, para luego procesarlos y sistematizarlos, (Lule, N. y Campos, G. 2012, pág. 8).

Como ya se dijo también es importante elaborar fichas, para poder registrar los datos en forma sistemática y valorar su utilidad, esto significa que debemos realizar una revisión consiente de los resultados observados y que guarden concordancia con las Normas Técnicas y se agrupará los datos por grupos en función del diseño, y siguiendo el tratamiento de las variables. (Lule, N. y Campos, G. 2012, pág. 8).

Figura N°05: Técnicas de observación en la investigación



Fuente: Elaboración propia (2020)

### 3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Se denomina instrumento de recolección de datos a cualquier recurso del que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información, en la presente utilizaremos las fichas técnicas, de acuerdo a las normas, para cada uno de los indicadores.

Tabla N° 05: Instrumentos de Recolección de datos según normas

<b>FICHAS TÉCNICAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>NORMATIVIDAD</b>	
Investigación de campo	Muestreo de agregados	MTC E 201	NTP 400.010
Investigación de laboratorio	Granulometría de agregados fino y gruesos	MTC E 204	NTP 400.012
	Peso unitario suelto y compactado de los agregados	MTC E 203	NTP 400.017
	Contenido de humedad	MTC E 108	ASTM D-2216
	Peso específico y absorción del agregado fino	MTC E 205	NTP 400. 022
	Peso específico y absorción del agregado grueso	MTC E 206	NTP 400. 021
	Resistencia del concreto	ASTM C 039	NTP 339 034

Fuente: Elaboración propia (2020)

### **3.3.3. Procedimiento de Recolección de Datos**

Para la recolección de información en la determinación de las características mecánicas del concreto, es necesario primero conocer las propiedades o atributos cualitativos y cuantitativos de los materiales que intervienen en la elaboración mediante un diseño de la mezcla, por lo tanto debemos recurrir a procedimientos establecidos en las normas técnicas, que como instrumentos y conjuntamente con las técnicas de observación, permitirá validar la recolección de datos para la caracterización y análisis de las muestras que se vayan a ensayar en el laboratorio, siguiendo procedimientos descritos en las normas indicadas en la tabla N°3.

En esta investigación se cumplirá el siguiente procedimiento:

#### **1. Revisión bibliográfica**

Revisar los procedimientos de cada uno de los ensayos de identificación y toma de muestras, para la determinación de las propiedades de los materiales que intervienen en la elaboración del concreto, recurriendo a investigar en manuales, libros, reglamentos en concordancia con las normas establecidas.

#### **2. Ubicación de las canteras de materiales**

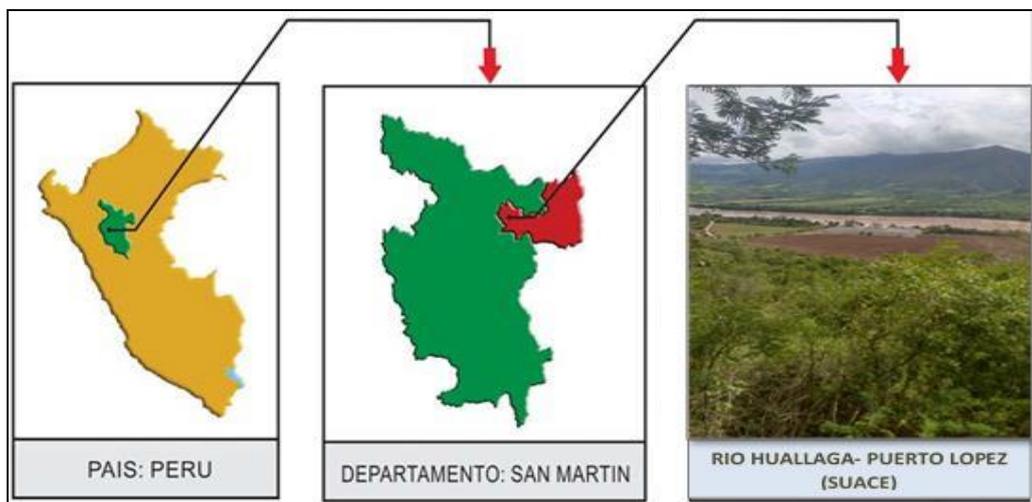
Los materiales fueron adquiridos de la Inmobiliaria y Constructora GÉNESIS S.A.C (Barte) y la Concretera & Servicios AMAZONICA S.A.C quienes distribuyen a gran parte del mercado de la industria de la construcción, en el sector urbano de Tarapoto y alrededores, materiales de los cuales se necesita conocer sus atributos para la mezcla de concreto.

#### **Agregado grueso (grava)**

Corresponde al uso de la piedra del río Huallaga cantera Puerto López, transportada y transformada en piedra triturada en fábrica de propiedad del Sr. Barte, que, como Inmobiliaria y Constructora Génesis S.A.C., se ubica en la carretera Tarapoto - Yurimaguas

Ubicación Política de la cantera.

Figura N°06: Ubicación de la cantera puerto López del rio Huallaga



Fuente: www.google maps

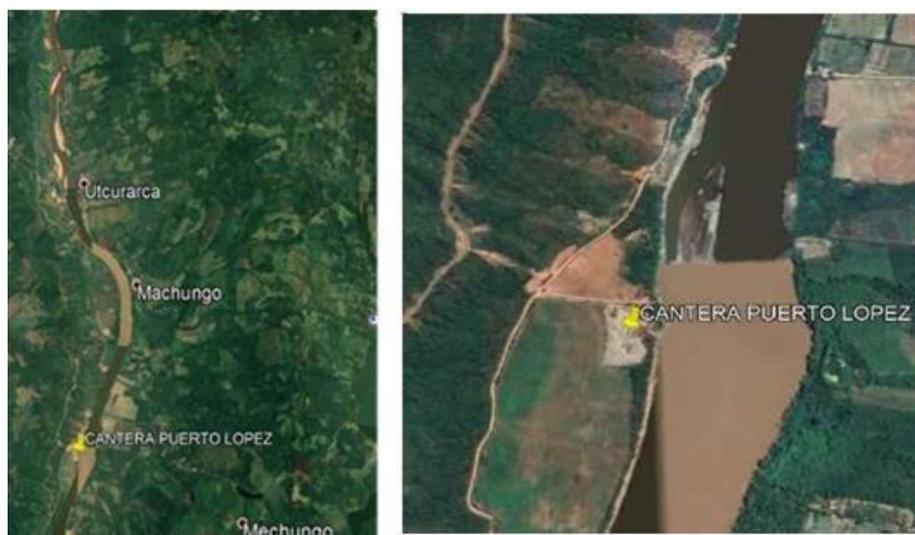
Ubicación Geográfica de la cantera puerto López del rio Huallaga.

Tabla N°06: Coordenadas geográficas

ESTE	358160,4 m E
NORTE	743104,8 m O
ALTITUD	176 m.s.n.m

Fuente: Elaboración propia 2020

Figura N°07: Ubicación de la cantera del río Huallaga- sector Puerto López



Fuente: Google Earth

### Agregado Fino (Arena)

Corresponde al uso de la arena de origen natural, de la cantera del sector de San Martín de Cumbaza transportada y comercializada por la Concretera & Servicios AMAZONICA S.A.C.

Ubicación Política de la cantera.

Figura N°08: Ubicación cantera del Sector San Martín de Cumbaza



Fuente: Google Earth

Ubicación Geográfica de la cantera de San Martín de Cumbaza.

Ubicación: Centro poblado Las Palmas, km 628 carretera Fernando Belaunde Terry – sector San Martín de Cumbaza 300 m a la derecha.

Tabla N°07: Coordenadas geográficas

ESTE	350318.00 m E
NORTE	9276647.00 m O
ALTITUD	225 m.s.n.m

Fuente: Elaboración propia 2020

### **3. Ensayos de materiales y del concreto**

#### **Características del Cemento**

#### **Ensayo del peso específico (Ref. ASTM C 188)**

**Equipo y materiales.** - Cemento Portland tipo I (64gr aproximadamente), Gasolina o Nafta con gravedad no menor de 62 API, Hielo, Frasco Le Chatelier, Balanza de 0.01 gr de precisión, Aparato Baño María a temperatura constante, Termómetro de 0.2 C° de precisión, Espátula y Embudo.

#### **Procedimiento**

1. Lavar el frasco Le Chatelier y secar su interior.
2. Llenar el frasco Le Chatelier entre las marcas de 0 y 1 ml. Secar el cuello del frasco si es necesario.
3. Sumergir el frasco en Baño María, llenar éste con una pipeta entre las marcas de 0 y 1 ml. Registrar el volumen de líquido dentro del frasco y la temperatura de ensayo.
4. Colocar en el frasco de  $64 \pm 0.05$  gr. De muestra. Debe tener cuidado al depositar el cemento de evitando perder muestra y tener cuidado que el cemento no se adhiera al interior del frasco por encima del líquido.
5. Colocar el tapón al frasco y provocar movimientos, girarlo horizontalmente y suavemente en círculo, para liberar aire del cemento.
6. Sumergir el frasco en el Baño María y controlar la temperatura, medir y registrar el volumen.
7. Para desalojar el cemento del frasco que contiene el líquido utilizado, colocar éste invertido, sin retirar la tapa. Mover el frasco, y el cemento se ubicará en las cercanías de la boca de éste.
8. Para determinar la densidad del cemento se hace uso de la siguiente expresión:

$$\gamma_c = \frac{W_c}{V_f - V_i} \dots \dots \dots (1)$$

Dónde:  $\gamma_c$ : Es la densidad del cemento en  $gr/cm^3$ ,  $W_c$ : Es el peso de la muestra de cemento,  $V_i$ : Es el volumen inicial del líquido introducido al frasco Le Chatelier, en  $cm^3$ ,  $V_f$ : Es el volumen final del líquido (después de introducir los 64 g de cemento), en  $cm^3$ .

Y el peso específico relativo del cemento se calcula con la siguiente expresión:

$$\gamma_{rc} = \frac{\gamma_c}{\gamma_w} \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:  $\gamma_{rc}$ : Es el Peso específico relativo del cemento,  $\gamma_w$ : Es la densidad del agua

### Ensayo de materiales Pétreos

- **Ensayo de granulometría** (Ref. NTP 400.012 - ASTM C136)

**Muestra.** - Se empleará una muestra seca de aproximadamente de 5 a 6 kg para agregado grueso y de 2 a 3kg para agregado fino, que debe obtenerse por cuarteo.

**Equipo.** - Este ensayo se realiza usando un vibrador mecánico y mallas, colocadas en forma descendente el mayor diámetro en la parte superior con tapa y cazoleta respectivamente, para gravas de 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N° 4 y arenas de 3/8", N°4, 8, 16, 30, 50 y 100.

#### Procedimiento

1. Preparar y colocar en forma descendente las mallas según el tamaño del grano de material a ensayar.
2. Colocar la muestra seca y lavada evitando perder partículas de material y luego llevar al agitador mecánico y agitar por un tiempo de 10 minutos.

3. Pesar los porcentajes retenidos en cada tamiz y calcular el porcentaje que pasa en cada malla, con estos valores vs el diámetro de la malla correspondiente graficar la curva granulométrica
4. Identificar el tamaño máximo y tamaño máximo nominal en el caso de agregado grueso y se determinará el módulo de fineza de la arena.

$$M_F = \frac{\sum \% \text{acumulado}}{100}$$

- **Peso unitario suelto húmedo** (Ref. NTP 400.017 - ASTM C-29).

Según la NTP se determina el peso unitario suelto el cual viene a ser el volumen que ocupa el agregado más los vacíos intergranulares y el peso unitario compacto el cual a diferencia del suelto, es que hace un trabajo de compactación manual.

**Equipo utilizado.** - Se utiliza un recipiente de mayor dimensión para el agregado grueso y de menor dimensión para la arena, una varilla de acero lisa de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y una balanza.

#### **Procedimiento**

1. Se determina el volumen del recipiente y se registra
2. Se procede al llenado con el agregado al recipiente, dejándolo caer libremente, una vez lleno se pesa y se registra con una aproximación de 0.05 kg.
3. Cálculo del peso unitario suelto será determinado dividiendo el peso sobre el volumen que ocupa.
4. Calculo para el peso unitario compactado se realiza lo mismo que para el suelto, con la diferencia que se llena el material en el recipiente en tres capas compactando con 25 golpes empleando una varilla de acero lisa y luego el peso unitario compactado, resultara de dividir el peso sobre el volumen compactado.

$$\gamma_{us} = \frac{W_{suelto}}{V} \dots \dots \dots (4)$$

$$\gamma_{uc} = \frac{W_{compacto}}{V} \dots \dots \dots (5)$$

- **Contenido de humedad** (Ref. NTP 339.185 - ASTM C-535)

Según la NTP es la cantidad de agua que contiene el material, con relación al peso de los sólidos en su estado natural.

**Equipo utilizado.** - Se utiliza recipientes apropiados para colocar la muestra y luego llevarlo horno con capacidad de  $110 \pm 5^{\circ}C$  para el proceso de secado.

**Procedimiento**

1. Colocar una muestra representativa en los recipientes y pesar será el peso de la muestra húmeda y registrar.
2. Llevar al horno la muestra y luego de 24 horas, pesar a peso constante y registrar
3. Determinar el peso del agua
4. Calcular el contenido de humedad mediante la expresión siguiente:

$$\omega\% = \frac{W_{\omega}}{W_{sólidos}} \times 100 \dots \dots \dots (5)$$

- **Peso específico y porcentaje de absorción** (NTP 400.021- NTP 400.022)

El peso específico es un indicador de la calidad del material, si es alto el agregado absorbe menor cantidad de agua por lo tanto serán más densos y de buena calidad, la absorción es propiedad de los materiales de absorber agua según la presencia de poros accesibles que tiene el agregado, la cual genera un aumento de peso y el agregado llega a su condición de saturada con superficie seca.

### Equipo utilizado.

Se utiliza una balanza hidrostática, un horno con capacidad de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  para secar las muestras, una canastilla con capacidad 4kg para agregado grueso y fiolas para el agregado fino.

### Muestra:

Seleccionar por medio del método del cuarteo, aproximadamente de 2 a 3 kg de agregado fino que pasa la malla N° 4 y 5.0 kg de agregado grueso que se va ensayar y que sea retenido en la malla N° 4.

### Procedimiento

1. La muestra lavada, se seca en el horno hasta masa constante durante 24 horas, se pesa y se registra el peso seco.
2. Saturar muestra de agregado grueso aproximadamente 4kg, durante 24 horas, después secar la superficie con una franela, obteniendo el peso de la muestra saturada superficialmente seca
3. Colocar el material en la canastilla y suspender con un hilo de peso despreciable dentro de un depósito con agua y registrar el peso del material suspendido en el agua.
4. Luego el material es colocado en un recipiente y secar en el horno durante 24 horas y verificar con el ítem 1.

$$V_a = \frac{\text{Peso saturado con superficie seca} - \text{Peso saturado bajo el agua}}{\text{Densidad del agua}}$$

$$= \frac{W_{ss} - W_{s\omega}}{\gamma_\omega} \dots \dots \dots (6)$$

$$A\% = \frac{W_{ss} - W_{seco}}{W_{s\omega}} \times 100 \dots \dots \dots (7)$$

### Procedimiento para el Agregado fino

1. Saturar la muestra de 2 a 3 kg durante 24 horas, pasado este tiempo secar la superficie y se toma 500 gr de esta muestra.
2. Esta muestra se introduce en el frasco (fiola), luego se llena con agua de preferencia destilada para alcanzar la marca de 500

cm<sup>3</sup>, agitar hasta eliminar todas las burbujas con el equipo de la bomba de vacíos por 15 minutos y luego dejar reposar el mismo tiempo.

3. Pesar la muestra más recipiente con una aproximación de 0.1 gr., y registrar este peso, extraer el material a otro recipiente para proceder a secar durante 24 horas en el horno.
4. Se emplea la siguiente expresión para determinar el peso específico del agregado.

$$\gamma_{específico} = \frac{W_{seco}}{\text{Volumen del frasco} - \text{Volumen añadido}} \dots \dots \dots (8)$$

$$A\% = \frac{W_{ss} - W_{seco}}{W_s} \times 100 \dots \dots \dots (9)$$

### Ensayo del concreto fresco

- **Ensayo de Consistencia** (Ref. NTP 339.035)

El ensayo de consistencia se considera un indicador de la trabajabilidad del concreto fresco.

**Equipo.** - Un envase con la forma tronco de cono, para compactar el concreto una barra de acero liso de 5/8" y 60 cm de longitud.

#### Procedimiento

1. El molde se coloca en una superficie plana e inmóvil. Seguidamente se vierte la primera capa de concreto 1/3 del volumen y se apisona aplicando 25 golpes con la varilla.
2. Luego se disponen las 2 capas siguientes con el mismo procedimiento, llenando la tercera con exceso, para ser enrasada al término de la compactación. Luego se levanta el molde verticalmente en 5 segundos.
3. Se observará que el concreto fresco se asentará, la diferencia de la altura inicial y final se denomina Slump, considerando entre el

retiro del molde y la operación de asentamiento debe transcurrir 2 minutos.

- **Aire Atrapado** (NTP 334.083 - ASTM C 231)

Es una propiedad que permite identificar la cantidad de aire atrapado en el concreto.

**Equipo utilizado.** - Se emplea la olla de Washington y una varilla compactadora de acero lisa.

**Procedimiento**

1. Llenar de concreto fresco en tres capas la olla de Washington y compactar con 25 golpes cada, enrasando la superficie del recipiente con la varilla de acero lisa.
2. Luego tapar la olla de Washington, colocar agua hasta que llegue a la superficie y por último presionar, con ello saber la cantidad de aire atrapado en el concreto.

- **Peso unitario** (NTP 339.046 o ASTM C-138)

Es una propiedad que nos sirve como control de la uniformidad del concreto y nos permite comprobar el rendimiento de la mezcla.

**Equipo utilizado.** - Se emplea un recipiente con peso y volumen conocido, como la olla de Washington y una varilla de acero lisa.

**Procedimiento.**

1. Llenar el recipiente de volumen conocido con concreto en tres capas, cada una compactada por la varilla de acero lisa por 25 golpes en forma helicoidal.
2. Enrasar la superficie y se pesa en una balanza, encontrando el peso unitario multiplicando el peso neto del concreto por el factor de calibración del recipiente.

## Ensayo del concreto en estado de endurecimiento

- **Ensayo de resistencia a la compresión simple** (Ref. NTP 039.034)

Se mide rompiendo probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, cuyo valor queda determinado al dividir la carga máxima de rotura entre el área de la sección de la probeta y se registra en  $Kg/cm^2$ .

**Equipo utilizado.** - Se empleará moldes de 15" x 30", una varilla de acero lisa de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y una comba de goma. Para estimar la carga máxima y con ello obtener la resistencia a la compresión del concreto se empleó el equipo de compresión.

### Procedimiento de ensayo

1. Se mezcla el concreto de acuerdo a la dosificación del diseño.
2. Se coloca en moldes en tres capas compactando cada una con 25 golpes empleando una varilla de acero lisa de 5/8" y con una comba de goma con 15 golpes por la parte exterior del molde.
3. Enrasar la superficie con la misma varilla de acero, dejarlo fraguar por 24 horas, luego desmoldarlo y curar hasta que cumpla su edad de rotura.

La resistencia del concreto se calcula mediante la siguiente expresión:

$$f'_c = \frac{P_{m\acute{a}x}}{A} \dots\dots\dots (10)$$

Dónde:  $f'_c$  : Es la resistencia del concreto en  $\frac{kg}{cm^2}$ ,  $P_{m\acute{a}x}$  : Es la carga

máxima aplicada, A: Es el área d la sección transversal en  $cm^2$ .

### 3.4. Procesamiento y análisis de datos

Considerando las técnicas de observación en los procesos, validando los instrumentos de recolección de datos en concordancia con las normas técnicas peruanas (NTP), MTC tanto como las normas ASTM y siguiendo los procedimientos técnicos en la recolección de datos, tenemos las

herramientas para procesar los datos y siguiendo el diseño de la investigación se plantea usar el método del ACI 211.1, sobre el cual elaboraremos el procesamiento de la metodología y analizando los datos obtenidos en el procedimiento y debidamente sistematizados serán los que intervienen en el diseño de mezclas, de los concretos con el uso del cemento Portland Tipo ICo y el módulo de finura de la arena en estado natural y estabilizada. En este contexto diseñaremos la mezcla del concreto procesando y analizando los datos obtenidos.

#### **3.4.1. Diseño de mezclas.**

El concreto es la mezcla de cemento, agregados y agua, contendrá una cierta cantidad de aire atrapado. La selección de las proporciones para la elaboración del concreto, también implica hacer un balance entre el requerimiento de ciertas características y la economía los cuales están regidos por el uso y tiempo de servicio en obra, (Nilson, H. 2000, pág. 31)

Del uso de los materiales en la elaboración del concreto de tal manera que en su estado fresco algunos factores no afecten la resistencia como la trabajabilidad, la consistencia, la relación agua cemento, el tipo de cemento y en el estado de su proceso de endurecimiento llegue a su resistencia de diseño, para obtener el diseño de mezcla se debe contar con los datos de las propiedades de los agregados como peso específico, humedad, peso unitario, granulometría, tamaño máximo nominal y módulo de fineza, del cemento empleado se debe conocer el peso específico, peso unitario, fineza, del elemento estructural a vaciar y la resistencia de diseño a compresión, especificada y requerida. (Abanto, T. 2017 pág. 59).

#### **3.4.2. Método empleado.**

Para el trabajo de investigación en el diseño de mezcla se empleó el método del ACI 211.1, para cumplir nuestro objetivo se realiza el procesamiento de los datos:

1. Recolección de datos de las propiedades de los materiales

Textura de los agregados, Peso unitario suelto Kg/m<sup>3</sup> y Peso unitario compactado kg/m<sup>3</sup>, peso específico Kg/m<sup>3</sup>, de la arena y grava, Tamaño máximo nominal (TMN), porcentaje de absorción, contenido de humedad de los agregados y peso específico del cemento tipo ICo en gr/cm<sup>3</sup>.

2. Resistencia promedio requerida.

Determinación de la resistencia promedio requerida, para esta investigación, por no contar con datos estadísticos, se tomará según el cuadro siguiente:

Tabla N° 08: Intervalos para la resistencia promedio

$f'c$	$f'cr$
< 210	$f'c + 70$
210 - 350	$f'c + 84$
>350	$f'c + 98$

Fuente: Rivva, E. (2013, pág. 63)

3. Con los datos de granulometría identificar el tamaño máximo nominal y establecer con este valor el contenido de aire atrapado.

Tabla N° 09: Contenido de aire atrapado

TMN, del AG	Aire atrapado %
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

Fuente: Abanto, T. (2017 pág. 65)

4. Se determinó el volumen de agua la cual depende del tamaño máximo nominal y el asentamiento.

Tabla N° 10: Volumen unitario de agua en litros/m<sup>3</sup> de concreto, para los TMN y consistencia indicada

SLUMP (PULG)	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL							
	Para concretos sin aire incorporado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2	3	4
1" a 2"	207	190	180	172	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	206	197	184	174	166	154	

Fuente: Abanto, T. (2017 pág. 65)

5. Cálculo de la relación agua cemento ( $a/c$ ), por resistencia promedio requerida.

Tabla N° 11: Para determinar la relación agua cemento

$f'c(kg/cm^2)$	Relación agua cemento	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-.-
450	0.38	-.-

Fuente: Abanto, T. (2017 pág. 66)

Si el valor de la resistencia promedio calculada, resulta un valor que no se indica en la tabla 9, entonces debemos interpolar, por ejemplo, entre 250 y 300, luego para encontrar la relación agua cemento, tendremos que interpolar, tal como se indica a continuación:

$$f'c + 84 = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{array}{ccc} 250 & 0.62 & 300 - 294 \\ 294 & x & \rightarrow \frac{300 - 294}{0.55 - x} = \frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} \\ 300 & 0.55 & \end{array}$$

$$x = 0.5584 = a/c$$

## 6. Cálculo del contenido de cemento

La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto, es directamente proporcional al agua de mezclado, determinada en la tabla 8, e inversamente a la relación agua cemento  $\left(\frac{a}{c}\right)$  (ver tabla 9).

$$\frac{\text{agua de mezclado en (lts/m}^3\text{)}}{c} = 0.5584 \rightarrow C = \text{en kg}$$

$$\text{Factor cemento será} = \frac{C \text{ en kg}}{42.5 \text{ kg/bl}} = \text{en bls}$$

## 7. Cálculo del peso del agregado grueso

El peso del agregado grueso en Kg, queda definido por el volumen correspondiente al módulo de finura del agregado fino, que multiplica al peso unitario seco compactado. Obsérvese la incidencia del MF, en esta determinación.

Tabla N° 12: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

TMN del AG	Volumen de agregado grueso en (m3), seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino (arena)			
	2.48	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.68
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
4"	0.87	0.85	0.83	0.79

Fuente: Abanto, T. (2017 pág. 69)

8. Cálculo del volumen absoluto de los materiales

Tabla N° 13: Participación de materiales

Aire	%
Agua	litros
Cemento	kg
Peso (agregado grueso)	kg

Estos valores de la tabla 11, lo convertimos a volumen:

$$V. Cemento = \frac{\text{peso del cemento}}{\text{peso específico del cemento}} = \text{en } m^3$$

$$V. Agua = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso específico del agua}} = \text{en } m^3$$

$$\text{Volumen del Aire incorporado} = \text{en } m^3$$

$$\text{Volumen del a. g.} = \frac{\text{peso del a. g.}}{\text{peso específico del a. g.}} \text{ en } m^3$$

$$\Sigma \text{ de volúmenes} = \text{en } m^3$$

9. Cálculo del volumen de agregado fino

Para este cálculo usaremos el método de los volúmenes absolutos, en este caso el volumen del agregado fino es igual a la diferencia del volumen unitario y la suma de los componentes, (Abanto, T. 2017 pág. 70)

$$\text{Volumen del a. f.} = (1 - \Sigma \text{ volúmenes}) m^3 = \text{en } m^3$$

10. Pesos de los materiales

Tabla N°14: Pesos de los materiales

Agua	kg
Cemento	kg
Peso (a.g.)	kg
Peso del a.f.	kg

11. Corrección por humedad de los materiales, nos ayudamos del paso anterior:

$$\text{Peso seco del Agregado fino.} = kg(1 + \omega) = \text{en kg}$$

$$\text{Peso seco del Agregado grueso.} = kg(1 + \omega) = \text{en kg}$$

12. Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua del a. f.} = \frac{\omega\% - \%abs}{100} (W)kg = \text{en kg}$$

$$\text{Aporte de agua del a. g} = \frac{\omega\% - \%abs}{100} 1(W) kg = \text{en kg}$$

$$\Sigma \text{Aporte de agua del a. g} = \text{en lts}$$

13. Cálculo del agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{del paso 4} - \text{paso 12} = \text{en lt}$$

14. Cálculo de la Proporción del diseño por metro cubico de concreto, en esta etapa se debe indicar la cantidad en peso o en volumen de la participación de los materiales como el cemento, agregado grueso, agregado fino y el agua.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

Se realizó la exploración de campo y los experimentos mediante los ensayos de laboratorio que nos permiten en primer lugar determinar las propiedades físicas del cemento y de los agregados. Luego se diseña la mezcla (cemento + agregados + agua), con el uso de la arena en condiciones naturales; posteriormente se determina la resistencia del concreto. En segunda etapa se estabiliza la arena para observar la mejora en el módulo de finura y finalmente el diseño y rotura de probetas para determinar la resistencia y comparar los resultados, con la finalidad de dar respuesta a los objetivos de nuestra investigación.

### 4.1. Características de los materiales

#### 4.1.1. Propiedades físicas de los agregados

##### 1. Granulometría del agregado fino de la cantera San Martín de Cumbaza

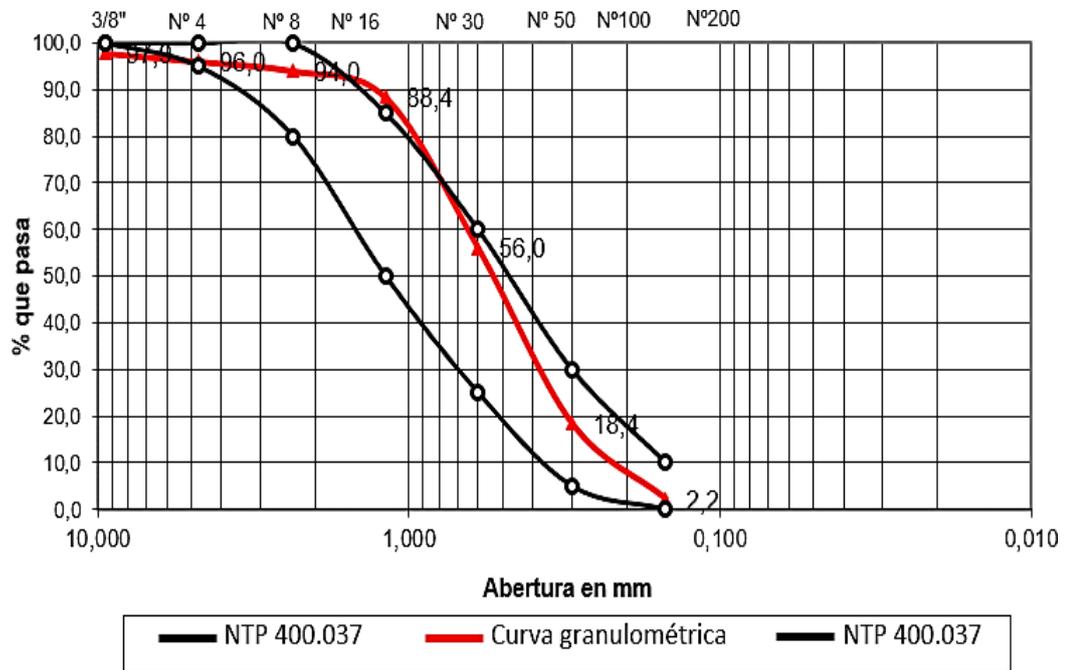
Se muestra los porcentajes que pasan por cada tamiz, datos obtenidos del análisis granulométrico de la arena de la cantera de San Martín de Cumbaza, siguiendo los criterios establecidos por las normas MTC E 204 - NTP 400.012. (Tabla N°05) y especificaciones técnicas de los límites de granulometría (tabla N°1)

Tabla N°15: Resultados de la granulometría de la arena – cantera de San Martín de Cumbaza

Abertura de la malla		%Retenido Ac.	% Que pasa	Especificaciones ASTM C 33-84	
En (mm)	En (pulgadas)				
9.5	3/8"	2,1	97.90	100	100
4.75	N° 4	4,0	96.00	95	100
2.36	N° 8	6,0	94.00	80	100
1.18	N° 16	11,6	88.40	50	85
0.6	N° 30	44,0	56.00	25	60
0.3	N° 50	81,6	18.40	10	30
0.15	N° 100	97,8	2.20	2	10
Cazoleta	N° 200	-	0,0	-	-

Fuente: Elaboración propia 2020

Figura N° 09: Curva granulométrica de la arena - cantera de San Martín de Cumbaza



Fuente: Elaboración propia 2020

### Módulo de finura de la arena de la cantera de San Martín de Cumbaza

$$MF = \frac{\% \text{ Retenido acumulado}}{100} = \frac{247.14}{100} = 2.47$$

Se obtuvo el módulo de finura 2.47, conforme a la norma ASTM C 125. Este valor si se encuentra dentro de los intervalos que debe cumplir el MF. Por lo tanto, el material si es apto para el diseño.

### Pesos específicos de la arena de la cantera de San Martín de Cumbaza

Se muestra los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del agregado de la cantera del sector San Martín de Cumbaza, de acuerdo a las normas establecidas para ensayos estándares, siguiendo los criterios establecidos por las normas NTP 400.017- NTP 400.021 - NTP 400.022 (Tabla N°05).

Tabla N° 16: Resumen de pesos específicos

DESCRIPCIÓN	ARENA NATURAL
Peso Específico de Masa	2,59 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico SSS	2,612 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Aparente	2,649 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	0,867 %
Peso Unitario Suelto	1,488 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compacto	1,641 Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	3.80 %
Módulo de Fineza	2,47
Tamaño Máximo Nominal	Tamiz 3/8"

Fuente Elaboración Propia 2020

## 2. Granulometría de la arena triturada de la cantera puerto López del río Huallaga

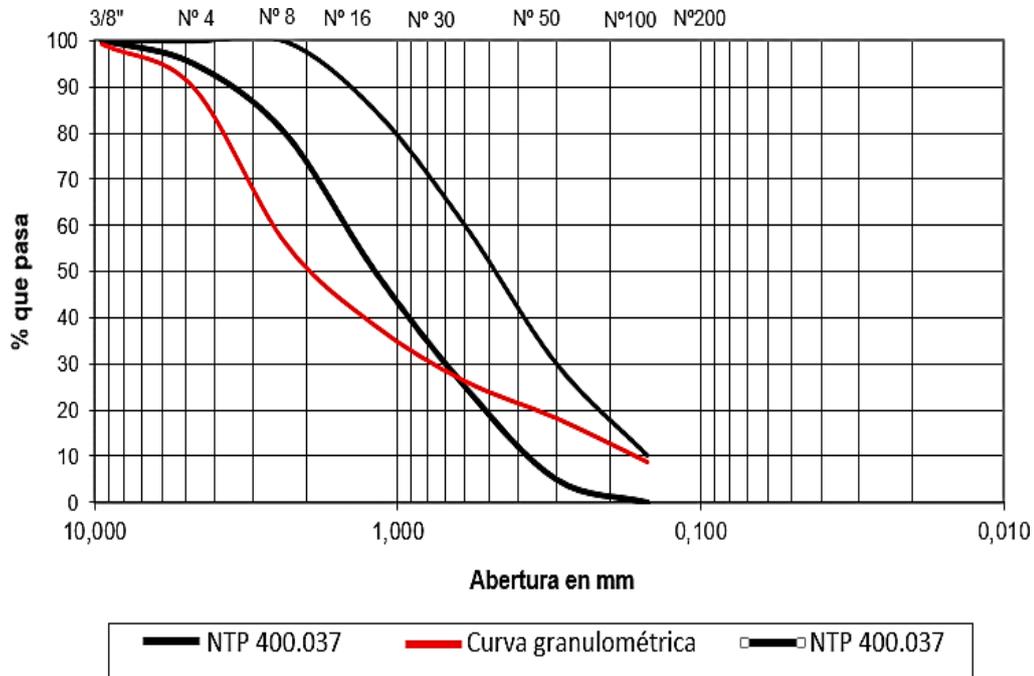
Se muestra los porcentajes que pasan por cada tamiz, datos obtenidos del análisis granulométrico de la arena triturada de la cantera Puerto López del río Huallaga, siguiendo los criterios establecidos por las normas MTC E 204 - NTP 400.012. (Tabla N°05) y especificaciones técnicas de los límites de granulometría (tabla N°1).

Tabla N°17: Resultados de la granulometría de la arena triturada – cantera de puerto López del río Huallaga

Abertura de la malla		%Retenido Ac.	% Que pasa	Especificaciones ASTM C 33-84	
En (mm)	En (pulgadas)				
9.5	3/8"	0,6	99,4	100	100
4.75	N° 4	9,9	90,1	95	100
2.36	N° 8	43,6	56,4	80	100
1.18	N° 16	61,6	38,4	50	85
0.6	N° 30	73,6	26,4	25	60
0.3	N° 50	81,6	18,4	10	30
0.15	N° 100	91,1	8,9	2	10
Cazoleta	N° 200	-	0,0	-	-

Fuente: Elaboración propia 2020

Figura N° 10: Curva granulométrica de la arena triturada - cantera puerto López del rio Huallaga



Fuente: Elaboración propia 2020

**Módulo de finura de la arena triturada de la cantera puerto López del rio Huallaga.**

$$MF = \frac{\% \text{ Retenido acumulado}}{100} = \frac{362}{100} = 3.62$$

Se obtuvo el módulo de finura 3.62, conforme a la norma ASTM C 125, teniendo como resultado un valor fuera del intervalo de a  $2.3 \leq MF \leq 3.1$ , que debe tener la cantera de abastecimiento. Por lo tanto, este material no es apto para el diseño ya que es muy grueso.

**3. Granulometría de la arena estabilizada (80 % arena de la cantera de San Martín de Cumbaza con 20% arena triturada de la cantera puerto López del rio Huallaga)**

Se realizó la estabilización mediante integraciones matemáticas analizando con diferentes porcentajes para poder elegir el más adecuado y que este pueda cumplir con requisitos establecidos por la NTP 400.012 y

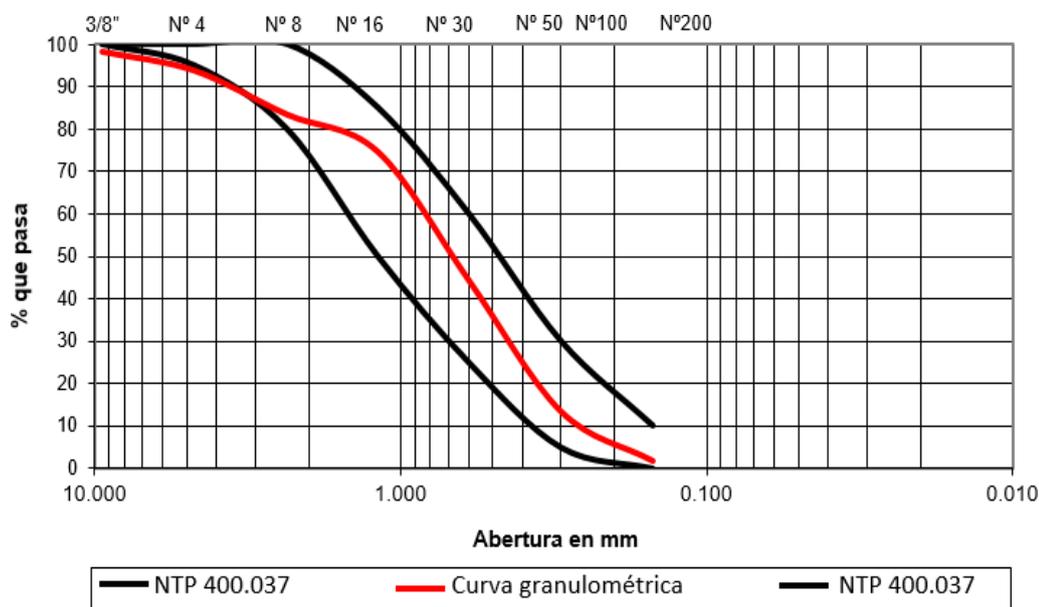
especificaciones de la ASTM C 33-84. Tomando los porcentajes de un 80% de arena de la cantera de San Martín de Cumbaza y un 20% de arena triturada de la cantera puerto López del río Huallaga para dicha estabilización ya que estos porcentajes cumplen para el diseño.

Tabla N°18: Resultados de la granulometría de la arena estabilizada

Abertura de la malla		% Ret. Ac.	% Que pasa	Especificaciones ASTM C 33-84	
En (mm)	En (pulgadas)				
9.5	3/8"	1.7	98,3	100	100
4.75	N° 4	6.1	93,9	95	100
2.36	N° 8	16.5	83,5	80	100
1.18	N° 16	25.3	74,7	50	85
0.6	N° 30	55.6	44,4	25	60
0.3	N° 50	86.4	13,6	10	30
0.15	N° 100	98.1	1,9	2	10
Cazoleta	N° 200	-	0,0	-	-

Fuente: Elaboración propia 2020

Figura N° 11: Curva granulométrica de la arena estabilizada – 80% de arena de la cantera de San Martín de Cumbaza y 20% de arena triturada de la cantera puerto López del río Huallaga.



Fuente: Elaboración propia 2020

Figura N° 11 muestra la curva granulométrica de la arena estabilizada donde se determinó en función al análisis de la curva que el material es de

buena compacidad además cumple con las recomendaciones dadas por el comité del ACI 211 según la norma MTC E 204 - NTP 400.012 (tabla N° 05).

**Módulo de finura de la arena estabilizada (arena del rio Cumbaza con arena triturada rio Huallaga)**

$$MF = \frac{\% \text{ Retenido acumulado}}{100} = \frac{288.3}{100} = 2.88$$

Se obtuvo el módulo de finura 2.88, conforme a la norma ASTM C 125, este valor si se encuentra dentro de los intervalos que debe cumplir el MF. Por lo tanto, el material si es apto para el diseño.

**Pesos específicos de la arena estabilizada con 80% de arena de la cantera de San Martin de Cumbaza y 20% de arena triturada de la cantera puerto López del rio Huallaga.**

Se muestra los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados combinados con el 80% de la cantera del sector San Martin de Cumbaza y el 20% de la cantera puerto López del rio Huallaga los cuales se obtuvieron en el laboratorio de acuerdo a las normas establecidas para ensayos estándares, siguiendo los criterios establecidos por las normas NTP 400.017- NTP 400.021 - NTP 400.022. (Tabla N°05)

Tabla N° 19: Resumen de pesos específicos

DESCRIPCIÓN	ARENA ESTABILIZADA
Peso Específico de Masa	2,60 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico SSS	2,616 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Aparente	2,643 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	0,624 %
Peso Unitario Suelto	1,507 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compacto	1,725 Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	3.80 %
Módulo de Fineza	2,88
Tamaño Máximo Nominal	Tamiz 3/8"

Fuente Elaboración Propia 2020

#### 4. Granulometría del agregado grueso de la cantera puerto López del río Huallaga

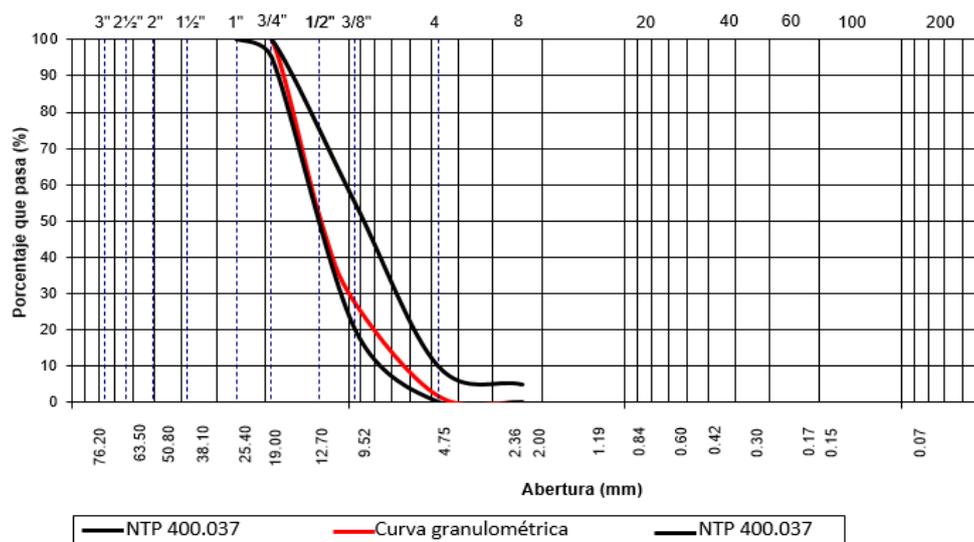
Se muestra los pesos retenidos y porcentajes que pasan por cada tamiz, datos obtenidos del análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera del sector Puerto López del río Huallaga, los cuales se obtuvieron en el laboratorio, siguiendo los criterios establecidos por las normas MTC E 204 - NTP 400.012. (Tabla N°05) y requerimientos de granulometría de los agregados gruesos (tabla N°2).

Tabla N°20: Resultados de la granulometría del agregado grueso de la cantera puerto López del río Huallaga.

Abertura de la malla		% Ret. Ac.	% Que pasa	Especificaciones ASTM C 33-84	
En (mm)	En (pulgadas)			100	100
25,4	1"	0,0	100,00	100	100
19,0	3/4"	0,0	100,00	95	100
12,7	1/2"	49.11	50,90		
9,5	3/8"	72.48	27,52	20	55
4,75	N° 4	98.08	1,92	0	10
2,36	N° 8	99.96	0,04	0	5
Cazoleta	FONDO	100.00	0,0		

Fuente: Elaboración propia 2020

Figura N° 12: Curva granulométrica del agregado grueso de la cantera de puerto López del río Huallaga



Fuente: Elaboración propia 2020

La figura N° 11 muestra los resultados Granulométricos de la grava donde se determinó en función al análisis de la curva que el material cumple con las recomendaciones dadas por el comité del ACI 211, según la norma MTC E 204 - NTP 400.012.

## 5. Pesos específicos del agregado grueso

Se muestra los resultados del agregado grueso de la cantera del sector Puerto López del río Huallaga, los cuales se obtuvieron en el laboratorio de acuerdo a las normas establecidas NTP 400.017- NTP 400.021 - NTP 400.022. (Tabla N°05.)

Tabla N° 21: Resumen de pesos específicos del agregado grueso de la cantera de puerto López

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO
Peso Específico de Masa	2,631 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Específico SSS	2,646 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Específico Aparente	2,673 Kg/m <sup>3</sup>
Absorción	0,600 %
Peso Unitario Suelto	1,423 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compacto	1,522 Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	0.38 %
Tamaño Máximo Nominal	3/4"

Fuente Elaboración Propia 2020

### 4.1.2. Diseño de mezcla

Tabla N° 22: Resultados del diseño de mezcla N° 01 (arena natural)

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
MATERIALES DE DISEÑO		MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD	
Cemento	366,00 kg/m <sup>3</sup>	Cemento	366,00 Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	205,00 Lt/ m <sup>3</sup>	Agua efectiva	186,00 Lt/ m <sup>3</sup>
Agregado fino	715,00 kg/m <sup>3</sup>	Agregado fino	742,00 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	997,00 kg/m <sup>3</sup>	Agregado grueso	1001,00 Kg/m <sup>3</sup>

Aire total	2,00 %	Aire total	2,00%
------------	--------	------------	-------

Fuente: Elaboración Propia 2020

Tabla N° 23: Resultados del diseño de mezcla N° 02 (arena estabilizada)

<b>DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI</b>			
<b>MATERIALES DE DISEÑO</b>		<b>MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD</b>	
Cemento	366,00 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento	366,00 Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	205,00 Lt/ m <sup>3</sup>	Agua efectiva	182,00 Lt/ m <sup>3</sup>
Agregado fino	783,00 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado fino	813,00 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	931,5 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado grueso	935,00 Kg/m <sup>3</sup>
Aire total	2,00 %	Aire total	2,00%

Fuente: Elaboración Propia 2020

#### 4.1.3. Resistencia promedio del concreto de un $f'c$ 210 kg/cm<sup>2</sup>

Tabla N° 24: Resistencia promedio a los 7,14 y 28 días

<b>MODULO DE FINURA</b>	<b>RESISTENCIA ARENA NATURAL Y ESTABILIZADA</b>	<b>DIAS</b>
2.47	192.747 kg/cm <sup>2</sup>	7
2.88	201.846 kg/cm <sup>2</sup>	7
2.47	210.868 kg/cm <sup>2</sup>	14
2.88	222.072 kg/cm <sup>2</sup>	14
2.47	274.194 kg/cm <sup>2</sup>	28
2.88	280.252 kg/cm <sup>2</sup>	28

Fuente: elaboración propia 2020

En la tabla 24 Podemos observar que la resistencia a la compresión a los 28 días fue superior a 210 kg/cm<sup>2</sup> en las probetas diseñadas tanto para arena natural y arena estabilizada, obteniendo como promedio final una resistencia a la compresión de 274.194 kg/cm<sup>2</sup> y 280.252 kg/cm<sup>2</sup> el cual supera la resistencia de diseño.

#### 4.1.4. Indicadores estadísticos de la resistencia a compresión

**Tabla N° 25: Estadísticos descriptivos de la Resistencia a compresión**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desv.	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
CARGA APLICADA (edad de 7 días para un $F'c=210\text{kg/cm}^2$ con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	10	1200	33790	34990	34447,00	146,591	463,562	214890,000	-,220	,687	-1,754	1,334
RESISTENCIA (edad de 7 días para un $F'c=210\text{kg/cm}^2$ con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	10	10,04	187,45	197,49	192,7470	,91042	2,87900	8,289	-,184	,687	,119	1,334

CARGA APLICADA (edad de 7 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	10	1530	35210	36740	35765,00	174,898	553,077	305894,444	,886	,687	-,707	1,334
RESISTENCIA (kg/cm2) (edad de 7 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	10	7,58	199,25	206,83	201,8460	,85982	2,71898	7,393	,941	,687	-,628	1,334
CARGA APLICADA (edad de 14 días para un F'c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	10	1979	36542	38521	37551,10	159,487	504,342	254360,544	-,108	,687	2,231	1,334

RESISTENCIA (edad de 14 días para un F'c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	10	12,48	204,06	216,54	210,8680	,99928	3,16000	9,986	-.604	,687	2,723	1,334
CARGA APLICADA (edad de 14 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	10	5210	36250	41460	39265,00	551,334	1743,472	3039694,44 4	-.616	,687	-,788	1,334
RESISTENCIA (edad de 14 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	10	29,13	204,86	233,99	222,0720	3,07785	9,73302	94,732	-.641	,687	-,761	1,334
CARGA APLICADA (edad de 28 días para un F'c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	10	950	48002	48952	48589,90	86,958	274,985	75616,989	-1,219	,687	1,455	1,334

RESISTENCIA (edad de 28 días para un F'c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	10	5,01	271,23	276,24	274,1940	,50767	1,60539	2,577	-1,040	,687	,272	1,334
CARGA APLICADA (edad de 28 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	10	7520	45130	52650	49525,00	702,638	2221,937	4937005,556	-,453	,687	,603	1,334
RESISTENCIA (edad de 28 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	10	42,56	255,38	297,94	280,2520	3,97635	12,57433	158,114	-,453	,687	,603	1,334
N válido (por lista)	10											
CARGA APLICADA:	Kg											
RESISTENCIA:	Kg/cm <sup>2</sup>											
VARIANZA:	Kg <sup>2</sup>											

#### 4.1.5. Correlaciones carga aplicada/resistencias

**Tabla N° 26: Correlaciones carga aplicada/resistencias – arena natural**

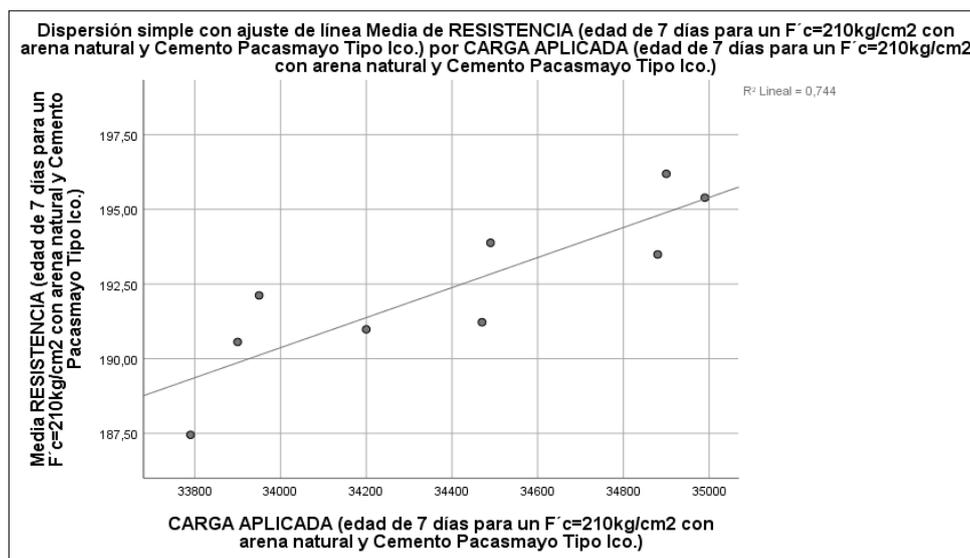
		CARGA APLICADA (edad de 7 días para un F'c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	RESISTENCIA (edad de 7 días para un F'c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)
CARGA APLICADA (edad de 7 días para un F'c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	Correlación de Pearson	1	,859**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	10	10
RESISTENCIA (edad de 7 días para un F'c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	Correlación de Pearson	,859**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	10	10

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente : elaboración propia 2020

Podemos observar según Tabla 26, que el coeficiente de correlación Rho Spearman entre la variable CARGA APLICADA y el RESISTENCIA de marca obtuvo un 0,859 reflejando una correlación positiva alta, con un nivel de Sig. (bilateral) menor de (0,001  $\geq$  0,05); permitiendo aceptar la  $H_1$  y rechazar la  $H_0$ , es decir, existe relación entre la CARGA APLICADA y la RESISTENCIA en edad de 7 días para un F'c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.

Figura N° 13: dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada



Fuente: elaboración propia 2020

Tabla N° 27: Correlaciones carga aplicada/resistencia – arena estabilizada

		CARGA APLICADA (edad de 7 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	RESISTENCIA (kg/cm2) (edad de 7 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)
CARGA APLICADA (edad de 7 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	Correlación de Pearson	1	,960**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	10	10
RESISTENCIA (kg/cm2) (edad de 7 días para un	Correlación de Pearson	,960**	1
	Sig. (bilateral)	,000	

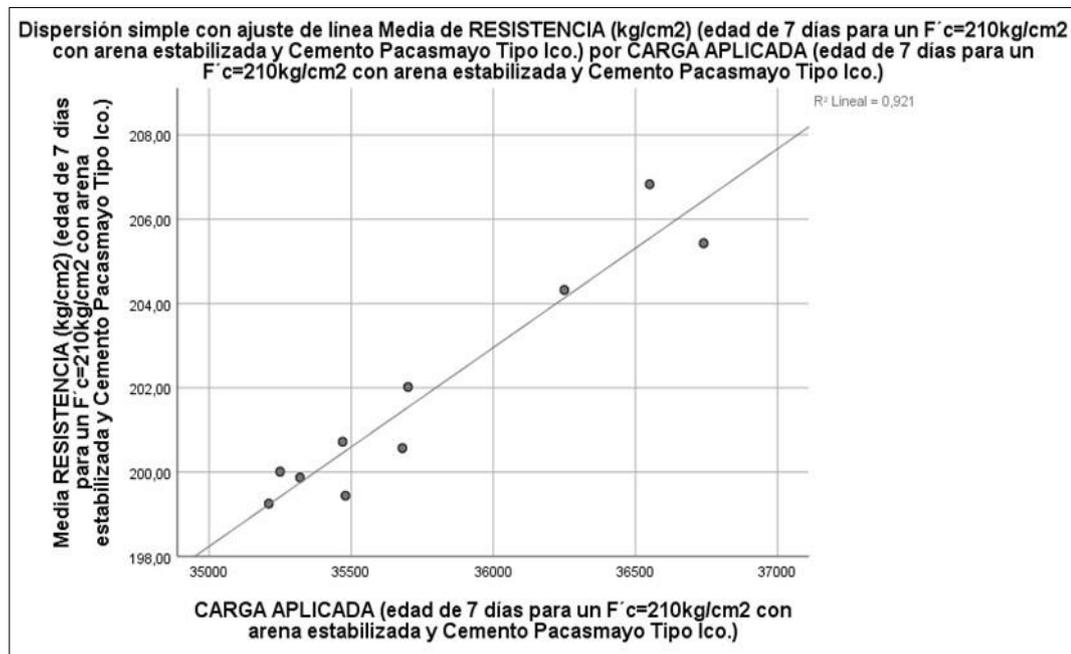
F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	N	10	10
---------------------------------------------------------------------	---	----	----

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente : elaboración propia 2020

Podemos observar según Tabla 27, que el coeficiente de correlación Rho Spearman entre la variable CARGA APLICADA y el RESISTENCIA de marca obtuvo un 0,960 reflejando una correlación positiva alta, con un nivel de Sig. (bilateral) menor de (0,000  $\geq$  0,05); permitiendo aceptar la  $H_1$  y rechazar la  $H_0$ , es decir, existe relación entre la CARGA APLICADA y la RESISTENCIA en edad de 7 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.

Figura N° 14: dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada



Fuente: elaboración propia 2020

**Tabla N° 28: Correlaciones carga aplicada/resistencia – arena natural**

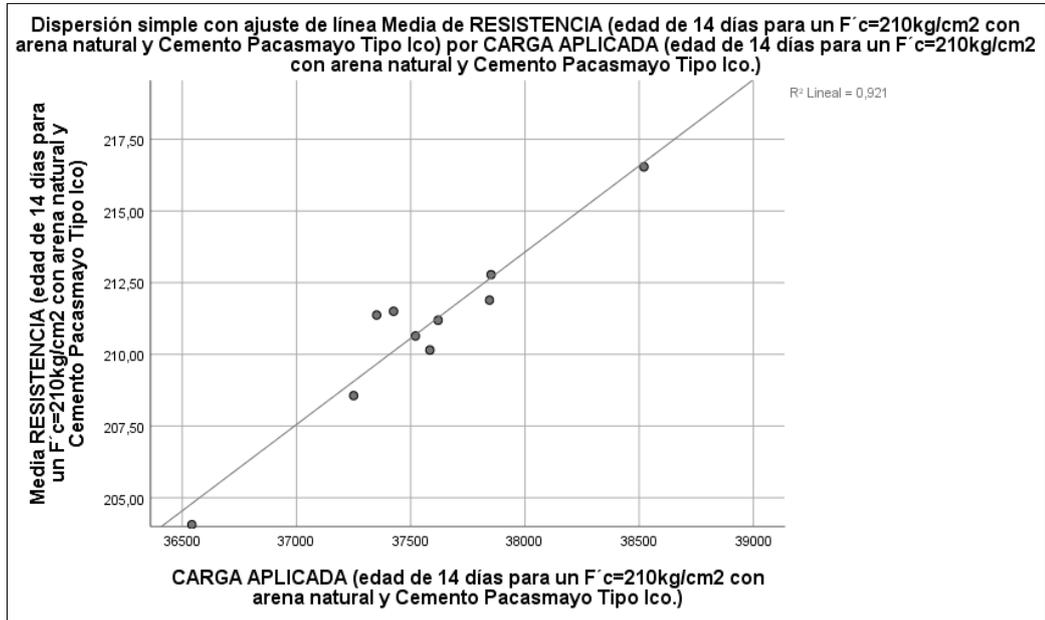
		CARGA APLICADA (edad de 14 días para un F´c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo lco.)	RESISTENCIA (edad de 14 días para un F´c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo lco.)
CARGA APLICADA (edad de 14 días para un F´c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo lco.)	Correlación de Pearson	1	,960**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	10	10
RESISTENCIA (edad de 14 días para un F´c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo lco.)	Correlación de Pearson	,960**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	10	10

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: elaboración propia 2020

Podemos observar según Tabla 28, que el coeficiente de correlación Rho Spearman entre la variable CARGA APLICADA y el RESISTENCIA de marca obtuvo un 0,960 reflejando una correlación positiva alta, con un nivel de Sig. (bilateral) menor de (0,000  $\geq$  0,05); permitiendo aceptar la Hi y rechazar la Ho, es decir, existe relación entre la CARGA APLICADA y la RESISTENCIA en edad de 14 días para un F´c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo lco.

Figura N° 15: dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada



Fuente: elaboración propia 2020

Tabla N° 29: Correlaciones carga aplicada/resistencia – arena estabilizada

		CARGA APLICADA (edad de 14 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	RESISTENCIA (edad de 14 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)
CARGA APLICADA (edad de 14 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	Correlación de Pearson	1	,999**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	10	10
RESISTENCIA (edad de 14 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	Correlación de Pearson	,999**	1
	Sig. (bilateral)	,000	

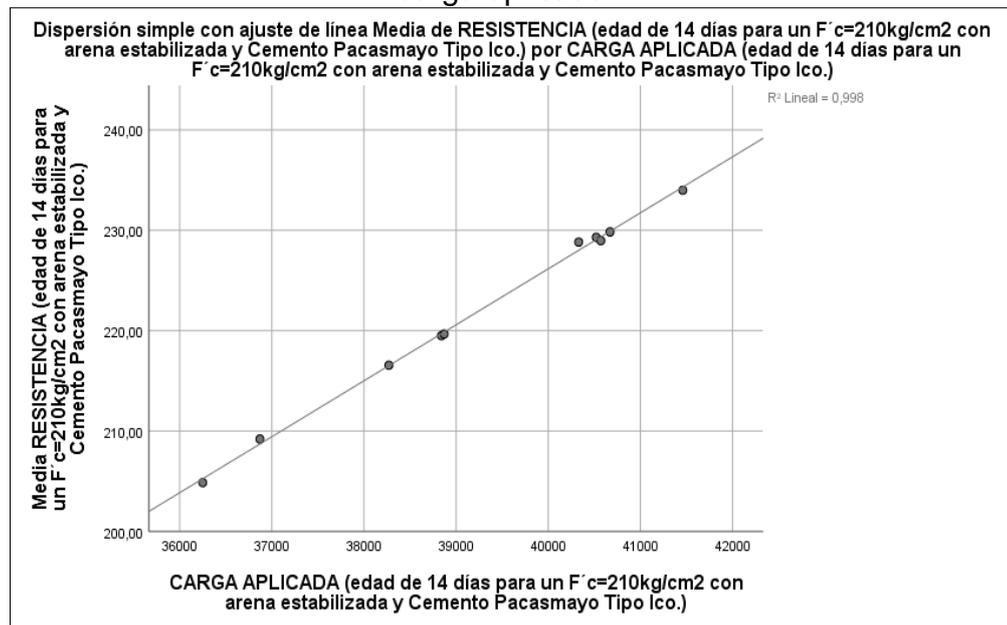
F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.)	N	10	10
---------------------------------------------------------------------	---	----	----

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: elaboración propia 2020

Podemos observar según Tabla 29, que el coeficiente de correlación Rho Spearman entre la variable CARGA APLICADA y el RESISTENCIA de marca obtuvo un 0,999 reflejando una correlación positiva alta, con un nivel de Sig. (bilateral) menor de (0,000  $\geq$  0,05); permitiendo aceptar la  $H_1$  y rechazar la  $H_0$ , es decir, existe relación entre la CARGA APLICADA y la RESISTENCIA en edad de 14 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.

Figura N° 16: dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada



Fuente: elaboración propia 2020

**Tabla N° 30: Correlaciones carga aplicada/resistencia – arena natural**

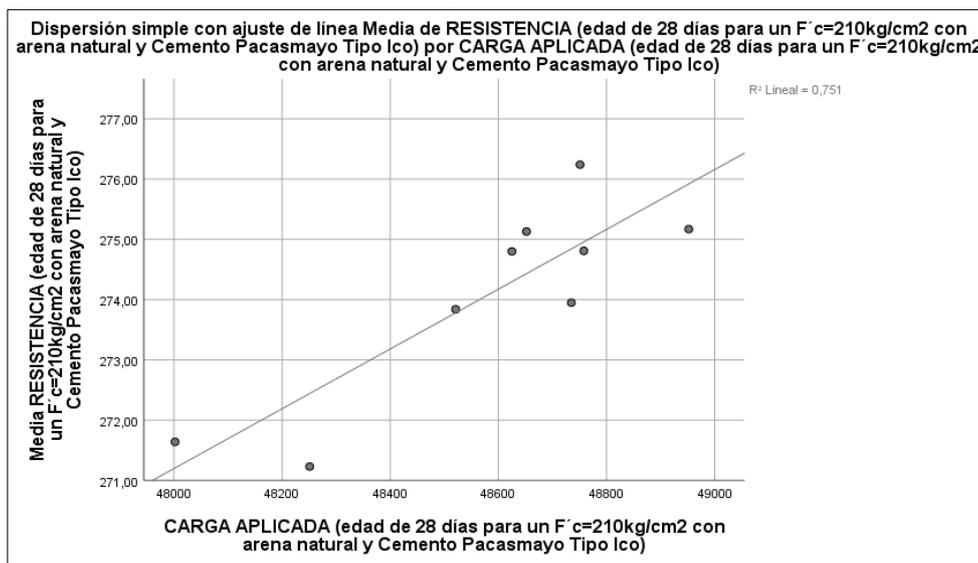
		CARGA APLICADA (edad de 28 días para un F´c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	RESISTENCIA (edad de 28 días para un F´c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)
CARGA APLICADA (edad de 28 días para un F´c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	Correlación de Pearson	1	,861**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	10	10
RESISTENCIA (edad de 28 días para un F´c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	Correlación de Pearson	,861**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	10	10

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente : elaboración propia 2020

Podemos observar según Tabla 30, que el coeficiente de correlación Rho Spearman entre la variable CARGA APLICADA y el RESISTENCIA de marca obtuvo un 0,861 reflejando una correlación positiva alta, con un nivel de Sig. (bilateral) menor de (0,001  $\geq$  0,05); permitiendo aceptar la Hi y rechazar la Ho, es decir, existe relación entre la CARGA APLICADA y la RESISTENCIA en edad de 28 días para un F´c=210kg/cm2 con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.

Figura N° 17: dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada



Fuente: elaboración propia 2020

Tabla N° 31: Correlaciones carga aplicada/resistencia – arena estabilizada

		CARGA APLICADA (edad de 28 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	RESISTENCIA (edad de 28 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)
CARGA APLICADA (edad de 28 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	Correlación de Pearson	1	1,000**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	10	10
RESISTENCIA (edad de 28 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	Correlación de Pearson	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,000	

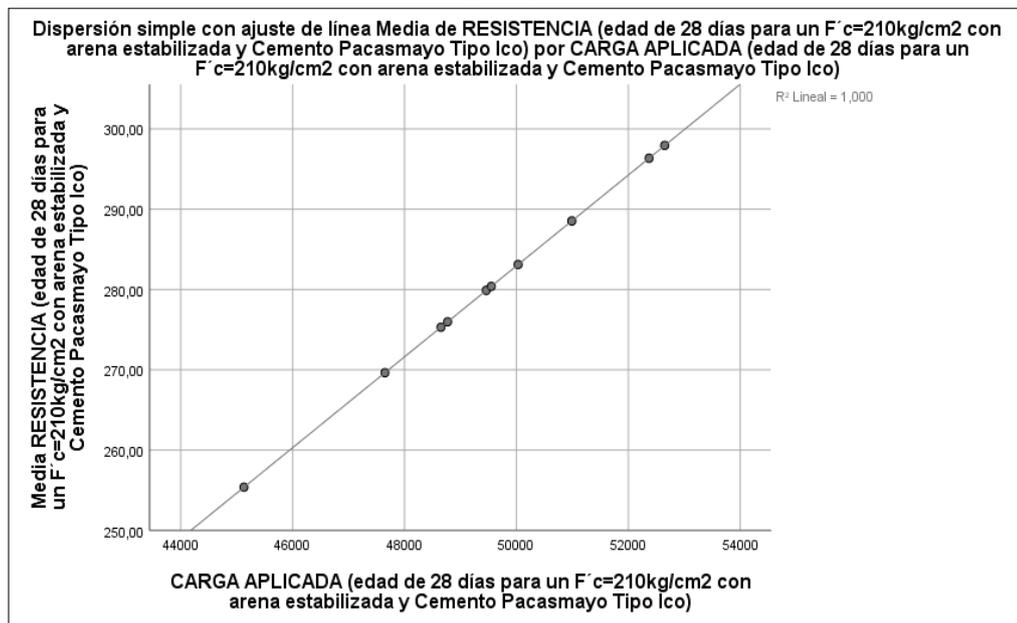
F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico)	N	10	10
--------------------------------------------------------------------	---	----	----

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente : elaboración propia 2020

Podemos observar según Tabla 31, que el coeficiente de correlación Rho Spearman entre la variable CARGA APLICADA y el RESISTENCIA de marca obtuvo un 1,00 reflejando una correlación positiva alta, con un nivel de Sig. (bilateral) menor de (0,000  $\geq$  0,05); permitiendo aceptar la  $H_1$  y rechazar la  $H_0$ , es decir, existe relación entre la CARGA APLICADA y la RESISTENCIA en edad de 28 días para un F'c=210kg/cm2 con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.

Figura N° 18: dispersión con ajuste de línea media de resistencia por carga aplicada



Fuente: elaboración propia 2020

#### 4.1.6. Comparaciones de los ensayos a compresión

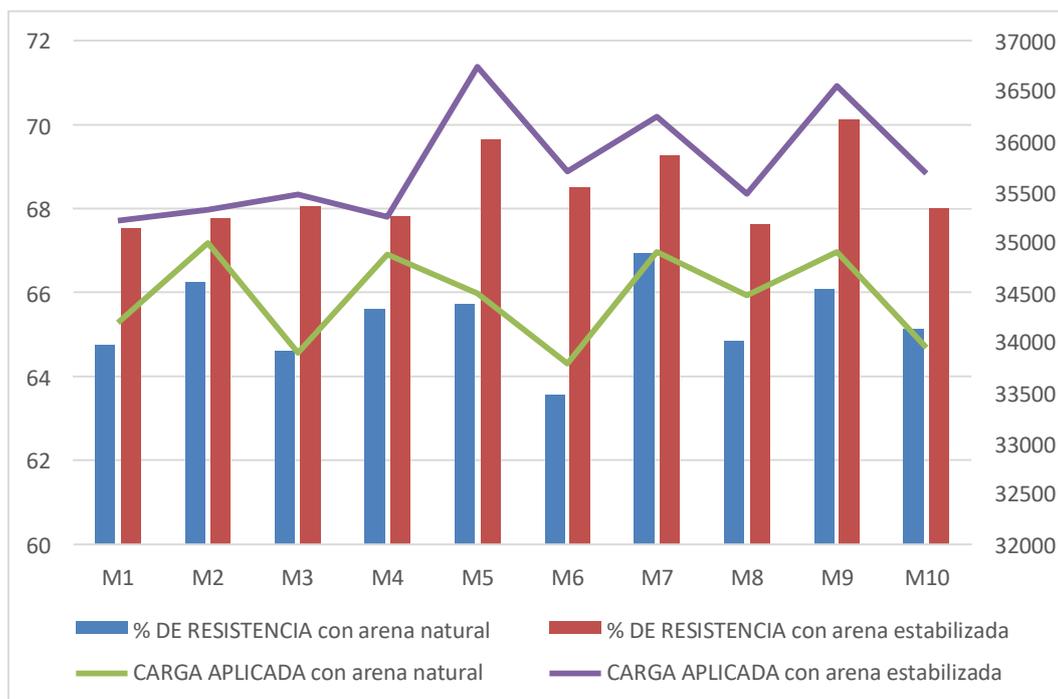
Comparación del ensayo a compresión en probetas cilíndricas de concreto obtenida a la edad de 7 días para un  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico y para un  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.

**Tabla N° 32: Comparación de resistencias a los 7 días**

MUESTRA	% DE RESISTENCIA arena natural	% DE RESISTENCIA arena estabilizada	CARGA APLICADA arena natural	CARGA APLICADA arena estabilizada
M1	64,74	67,54	34200	35210
M2	66,23	67,75	34990	35320
M3	64,6	68,04	33900	35470
M4	65,59	67,8	34880	35250
M5	65,72	69,64	34490	36740
M6	63,54	68,48	33790	35700
M7	66,95	69,26	34900	36250
M8	64,82	67,61	34470	35480
M9	66,06	70,11	34900	36550
M10	65,12	67,99	33950	35680

Fuente: elaboración propia 2020

**Figura N° 19: gráfico de las variaciones de resistencia a los 7 días**



Fuente: elaboración propia 2020

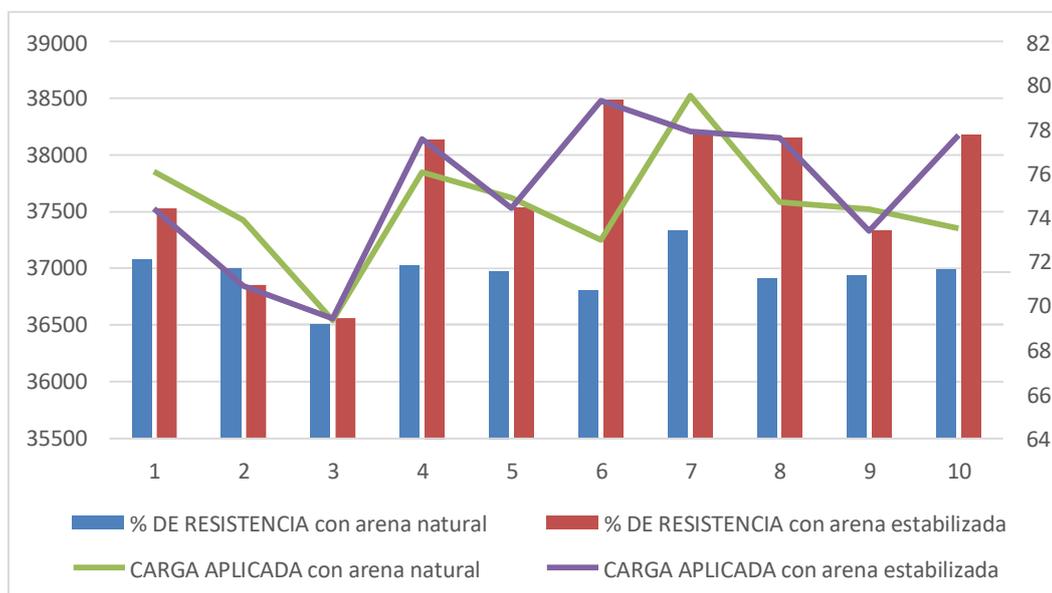
Ensayo a compresión en probetas cilíndricas de concreto obtenida a la edad de 14 días para un  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico y un  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.

**Tabla N° 33: Comparación de resistencias a los 14 días**

MUESTRA	% DE RESISTENCIA arena natural	% DE RESISTENCIA arena estabilizada	CARGA APLICADA arena natural	CARGA APLICADA arena estabilizada
M1	72,13	74,41	37852	74,41
M2	71,7	70,92	37425	70,92
M3	69,17	69,44	36542	69,44
M4	71,83	77,57	37845	77,57
M5	71,59	74,46	37620	74,46
M6	70,7	79,32	37250	79,32
M7	73,4	77,91	38521	77,91
M8	71,24	77,62	37584	77,62
M9	71,4	73,41	37521	73,41
M10	71,65	77,73	37351	77,73

Fuente: elaboración propia 2020

**Figura N° 20: gráfico de las variaciones de resistencia a los 14 días**



Fuente: elaboración propia 2020

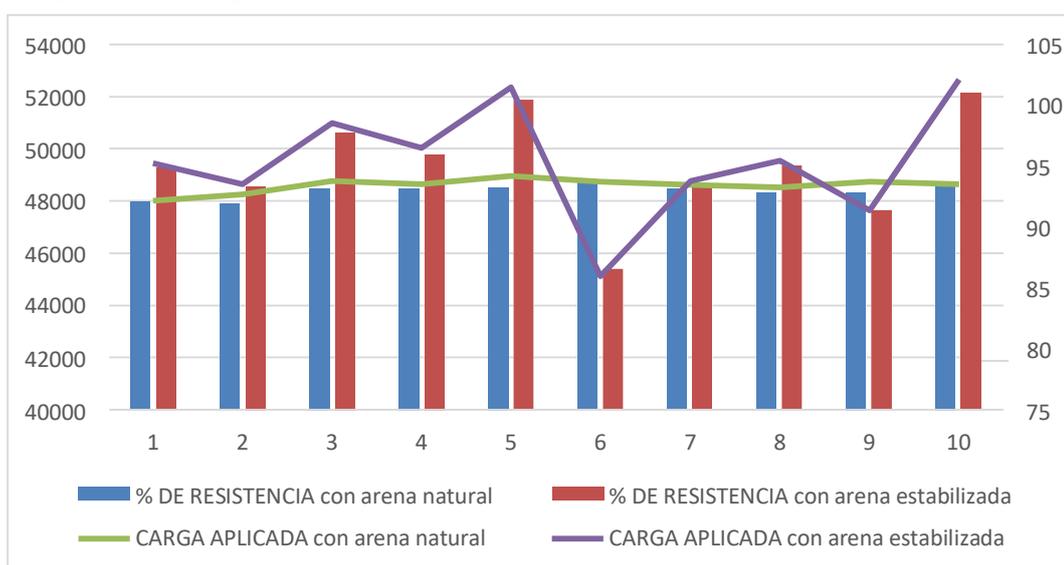
Ensayo a compresión en probetas cilíndricas de concreto obtenida a la edad de 28 días para un  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  con arena natural y Cemento Pacasmayo Tipo Ico y un  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.

**Tabla N° 34: Comparación de resistencias a los 28 días**

MUESTRA	% DE RESISTENCIA arena natural	% DE RESISTENCIA arena estabilizada	CARGA APLICADA arena natural	CARGA APLICADA arena estabilizada
M1	92,08	94,88	48002	49460
M2	91,94	93,32	48251	48650
M3	93,16	97,81	48758	50990
M4	93,2	95,97	48652	50030
M5	93,28	100,46	48952	52370
M6	93,64	86,57	48751	45130
M7	93,15	93,55	48625	48770
M8	92,83	95,05	48521	49550
M9	92,87	91,4	48735	47650
M10	93,33	101	48652	52650

Fuente: elaboración propia 2020

**Figura N° 21: gráfico de las variaciones de resistencia a los 28 días**



Fuente: elaboración propia 2020

En las figuras de los gráficos se muestra que la arena estabilizada con el Cemento Pacasmayo Tipo Ico es más resistente por medio de su alta RESISTENCIA.

## **CAPITULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Discusión**

- Se determinó la influencia del módulo de finura de la arena en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland tipo Ico en la tabla 24 Podemos observar que la resistencia a la compresión a los 28 días fue superior a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en las diez (10) probetas ensayadas diseñadas tanto para arena natural y arena estabilizada, obteniendo como promedio final una resistencia a la compresión de  $f'c = 274.194 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280.252 \text{ kg/cm}^2$  el cual supera la resistencia de diseño.
- Los resultados de esta investigación comprueban la hipótesis propuesta. Se afirma que el módulo de finura de la arena, es un factor que influye sobre la resistencia del concreto superando la resistencia requerida en el diseño de un  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- En las Comparaciones de los ensayos a compresión se muestra que la arena estabilizada con el Cemento Pacasmayo Tipo Ico es más resistente por medio de su alta RESISTENCIA.
- En las Correlaciones carga aplicada/resistencia de la arena estabilizada Podemos observar que el coeficiente de correlación Rho Spearman entre la variable CARGA APLICADA y RESISTENCIA de marca obtuvo un 1,00 reflejando una correlación positiva alta, con un nivel de Sig. (Bilateral) menor de  $(0,000 \geq 0,05)$ ; permitiendo aceptar la  $H_1$  y rechazar la  $H_0$ , es decir, existe relación entre la CARGA APLICADA y la RESISTENCIA en edad de 28 días para un  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  con arena estabilizada y Cemento Pacasmayo Tipo Ico.

## 5.2. Conclusiones

- Se concluye que el módulo de finura de la arena en estado natural y estabilizado si influye en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland tipo Ico, ya que la resistencia a la compresión a los 28 días fue superior, el cual supera la resistencia de diseño de un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en las probetas ensayadas.
  - La resistencia del concreto, con el módulo de finura en estado natural de la arena fue de  $f'c = 274.194 \text{ kg/cm}^2$ .
  - La resistencia del concreto, con el módulo de finura de la arena modificado por estabilización física fue de  $f'c = 280.252 \text{ kg/cm}^2$ , habiendo mejorado en un 2.20%.
- De los resultados se concluye que el diseño por estabilización física obtuvo un ligero incremento de la resistencia a la compresión del concreto.
- De las curvas de granulometría se determinó que el agregado fino de la cantera San Martín de Cumbaza cumple con las especificaciones técnicas para ser usado en la fabricación de concreto.
- La piedra chancada de la cantera Puerto López en el río Huallaga cumple para ser usado como agregado del concreto.
- Las dosificaciones en volumen obtenido en el método del comité 211 ACI en pie<sup>3</sup> del cemento, agregado fino, agregado grueso y agua son:
  - ✓ Diseño de mezclas de concreto N°01;  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; 1/2.01/2.81/0.80
  - ✓ Diseño de mezclas de concreto N°02;  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; 1/2.17/2.70/0.80

### 5.3. Recomendaciones

- De acuerdo a los resultados obtenidos, los agregados fino y grueso tanto de la cantera San Martín de Cumbaza, así como, de la cantera Puerto López en el río Huallaga, son adecuados para su uso en la fabricación de concreto a ser utilizado en la construcción de edificaciones en la ciudad de Tarapoto.
- Se debe tener especial cuidado al determinar el valor del módulo de finura del agregado fino el cual debe estar en el intervalo  $2.3 \leq MF \leq 3.1$ , ya que éste incide directamente en la trabajabilidad del concreto.
- Se debe realizar un adecuado control de la trabajabilidad a emplear en el concreto debiéndose cumplir el Slump de diseño, según el uso del concreto para los diferentes elementos estructurales.
- Se debe tener en cuenta el contenido de humedad de los agregados ya que por más secos que parezcan, estos poseen agua en el interior de sus partículas que pueden afectar la mezcla del concreto.

## Referencias bibliográficas

1. Abanto Castillo, Tomás Flavio (2017). Tecnología del Concreto, Tercera edición, Editorial San Marcos.
2. Acevedo & 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 Martin de Porres – Lima.
3. Arauca, (2010). En la tesis titulada *“Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cemento de la república dominicana Quisqueya portland tipo 1”* para optar el título de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.
4. Cañas, José Simeón. Determinación del peso específico del cemento. Universidad Centro Americana, Departamento de Mecánica Estructural. [en línea] El Salvador, América Central. [Consulta: 18 de noviembre de 2019]. Disponible en Internet:URL:<http://www.uca.edu.sv/mecanicaestructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoCemento/.pdf> .
5. CAPECO (2009), Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Decreto Supremo N° 063-70-VI.
6. Chunga & 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.
7. Cortes & 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.

8. Gallo & Saavedra, (2015). En la tesis titulada “Análisis comparativo del comportamiento de los concretos utilizando cemento blanco Tolteca y cemento gris Sol” para optar el título de ingeniería civil de la universidad San Martín de Porres – Lima.
9. Martínez, Lorena (2016). En la tesis titulada “*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 de la Universidad Técnica de Ambato.
10. Pasquel Carbajal Enrique (1998), Tópicos de tecnología del Concreto-CIP. Consejo Nacional, Lima Perú, segunda edición.
11. Ponce & Tapia, (2015). En su tesis titulada “*Comportamiento de cementos ecuatorianos con humo de sílice y aditivo súper plastificante*” para optar el título de ingeniería civil de la universidad San Francisco de Quito.
12. Oré Torre Jhon, (2014), Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto, primera edición impreso por CARTOLAN Editores SRL. Pasaje Atlantida N°113 – Lima.
13. Sánchez de Guzmán Diego (2001). Tecnología del concreto y del mortero, Quinta edición, Editorial Bhandar Editores.
14. Sánchez de Guzmán, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. Biblioteca de la Construcción, 2001 [en línea]. Editores Bhandar. Cap.6. Resistencia del Concreto y Cap. 11. Diseño de Mezclas de Concreto. ISBN 9789589247044. Disponible en Internet: <URL: <https://books.google.com.co/books?id=6eHce4wHNYC>.

## **Anexos**

### **Anexo 1. Matriz de consistencia**

TÍTULO: Influencia del módulo de finura de la arena en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland tipo ICo, usado en la construcción, en la zona urbana de Tarapoto, Provincia y Región San Martín – 2020

Tabla N°01 : Operacionalización de variables

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	UNIDAD DE MEDIDA	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE		
¿Influye el módulo de finura de la arena en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland tipo ICo, usado en la construcción de edificaciones, en la zona urbana de Tarapoto, Provincia y Región San Martín?	Determinar la influencia del módulo de finura de la arena en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland tipo ICo, usado en la construcción, en la zona urbana de Tarapoto, Provincia y Región San Martín.	El módulo de finura de la arena influye en la resistencia del concreto elaborado con cemento Portland tipo ICo, usado en la construcción, en la zona urbana de Tarapoto, Provincia y Región San Martín.	<b>Módulo de finura del agregado fino(arena)</b>	mm	Diámetro de las partículas de arena (módulo de finura)
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE		
¿Se logrará modificar la resistencia del concreto, si se varía el módulo de finura de la arena, por el método de estabilización física?	1.Determinar la influencia del módulo de finura en estado natural de la arena en la resistencia del concreto. 2.Determinar la influencia del módulo de finura de la arena modificado por estabilización física en la resistencia del concreto.	Sí se logrará modificar la resistencia del concreto, si se varía el módulo de finura de la arena, por el método de estabilización física.	<b>Resistencia del concreto</b>	Kg/cm2	Resistencia del concreto a los 7 , 14 y 28 días

Fuente : elaboración propia 2020

## Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Tabla N° 05: Instrumentos de Recolección de datos según normas

<b>FICHAS TÉCNICAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>NORMATIVIDAD</b>	
Investigación de campo	Muestreo de agregados	MTC E 201	NTP 400.010
Investigación de laboratorio	Granulometría de agregados fino y gruesos	MTC E 204	NTP 400.012
	Peso unitario suelto y compactado de los agregados	MTC E 203	NTP 400.017
	Contenido de humedad	MTC E 108	ASTM D-2216
	Peso específico y absorción del agregado fino	MTC E 205	NTP 400. 022
	Peso específico y absorción del agregado grueso	MTC E 206	NTP 400. 021
	Resistencia del concreto	ASTM C 039	NTP 339 034

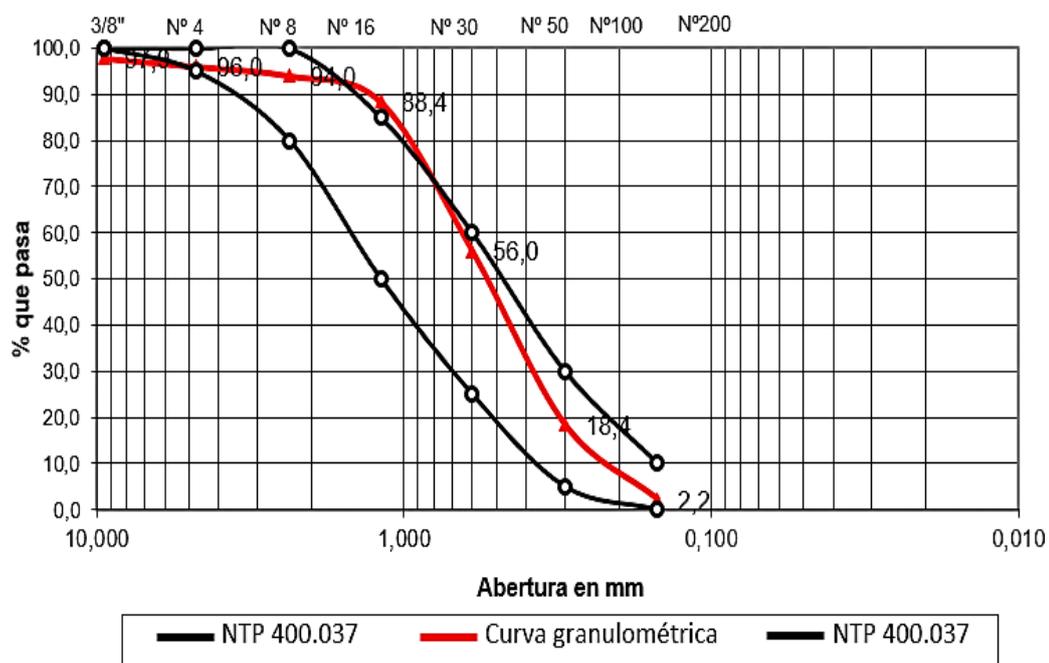
Fuente: Elaboración propia (2020)

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**CUADRO N° 01: Arena natural - sector San Martín de Cumbaza**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS							
<b>TESIS:</b>							
"INFLUENCIA DEL MODULO DE FINURA DE LA ARENA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO PORTLAND TIPO Ico, USADO EN LA CONSTRUCCION EN LA ZONA URBANA DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN-2020"							
							<b>FECHA: 22/09/2020</b>
<b>MATERIAL: ARENA DEL RIO CUMBAZA- SECTOR SAN MARTIN DE CUMBAZA</b>							

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
1/2"	12,250						CANTERA:
3/8"	9,500	10,7	2,14	2,1	97,9	100	TAMAÑO MAX. : 3/8
# 4	4,750	9,1	1,82	4,0	96,0	95 - 100	PESO TOTAL: 500,0 gr.
# 8	2,360	10,1	2,02	6,0	94,0	80 - 100	CONTENIDO DE HUMEDAD: 3.80%
# 16	1,190	28,3	5,66	11,6	88,4	50 - 85	
# 30	0,600	161,7	32,34	44,0	56,0	25 - 60	MODULO DE FINEZA: 2,47
# 50	0,300	188,3	37,66	81,6	18,4	5 - 30	
# 100	0,150	81,0	16,20	97,8	2,2	0 - 10	
< # 200	FONDO	10,8	2,16	100,0			
		500,0					



**CUADRO N° 02: Peso unitario suelto de agregado fino - NTP 400.017**

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>
PESO AGREGADO + MOLDE	9474
PESO DEL MOLDE	6313
PESO DEL AGREGADO NETO	3161
VOLUMEN DEL MOLDE	2124
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>1,488</b>

**CUADRO N° 03: Peso unitario compactado de agregado fino - NTP 400.017**

<b>UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>
PESO AGREGADO + MOLDE	9798
PESO DEL MOLDE	6313
PESO DEL AGREGADO NETO	3484,67
VOLUMEN DEL MOLDE	2124
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>1,641</b>

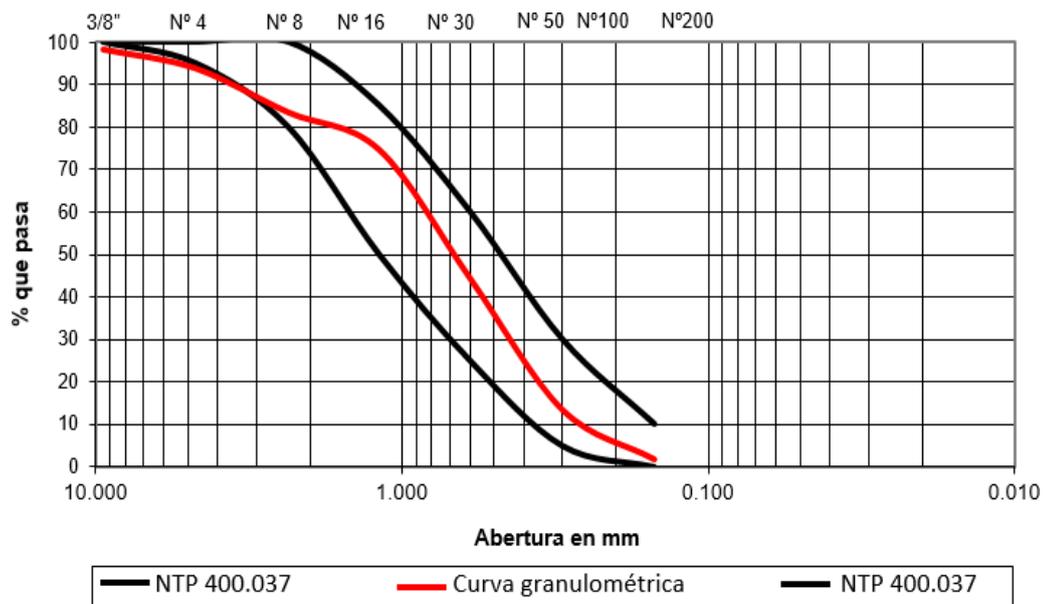
**CUADRO N° 04: peso específico y absorción - NTP 400.021- NTP 400.022**

<b>AGREGADO FINO</b>				
	<b>IDENTIFICACION</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>W</b> <b>A</b> <b>V</b>	Peso de la arena superficialmente seca	500,00		
	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua	1834,60		
	Peso del balón	585,00		
	Peso del agua	749,60		
	Peso de la arena seca al horno	495,70		
	Volumen del balón	941,00		
	Peso específico de masa A/ (V-W)	2,59		2,590
	Peso específico de masa superficialmente seco 500/(V-W)	2,612		2,612
	Peso específico aparente A/ ((V-W)-(500-A))	2,649		2,649
Porcentaje de absorción (500-A) X100/A	0,867		0,867	

**CUADRO N° 05: Arena Estabilizada (80% arena del rio Cumbaza + 20% arena triturada rio Huallaga)**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
<b>TESIS:</b>	
"INFLUENCIA DEL MODULO DE FINURA DE LA ARENA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO PORTLAND TIPO Ico, USADO EN LA CONSTRUCCION EN LA ZONA URBANA DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN-2020"	
<b>FECHA: 22/09/2020</b>	
<b>MATERIAL: ARENA ESTABILIZADA - 80% DE LA ARENA NATURAL CON 20% DE ARENA TRITURADA</b>	

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
1/2"	12,250						CANTERA:
3/8"	9,500	8,6	1,7	1,7	98,3	100	TAMAÑO MAX.:3/8
# 4	4,750	22,1	4,4	6,1	93,9	95 - 100	PESO TOTAL: 500,0 gr.
# 8	2,360	51,9	10,4	16,5	83,5	80 - 100	CONTENIDO DE HUMEDAD: 3.80%
# 16	1,190	43,9	8,8	25,3	74,7	50 - 85	
# 30	0,600	151,4	30,3	55,6	44,4	25 - 60	MODULO DE FINEZA: 2.88
# 50	0,300	154,3	30,9	86,4	13,6	5 - 30	
# 100	0,150	58,5	11,7	98,1	1,9	0 - 10	
< # 200	FONDO	9,3	1,9	100,0			
		500,0					



**CUADRO N° 06: Peso unitario suelto de agregado fino estabilizado  
NTP 400.017**

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>
PESO AGREGADO + MOLDE	9513
PESO DEL MOLDE	6313
PESO DEL AGREGADO NETO	3200
VOLUMEN DEL MOLDE	2124
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>1,507</b>

**CUADRO N° 07: Peso unitario compactado de agregado fino estabilizado  
NTP 400.017**

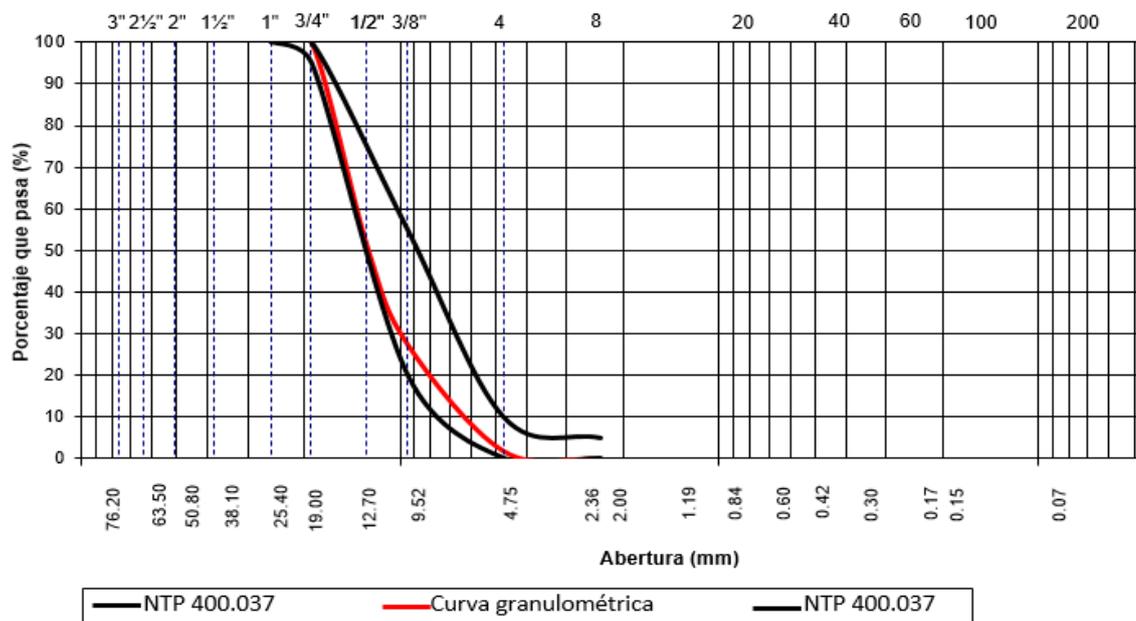
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>
PESO AGREGADO + MOLDE	9976
PESO DEL MOLDE	6313
PESO DEL AGREGADO NETO	3663
VOLUMEN DEL MOLDE	2124
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>1,725</b>

**CUADRO N° 08: peso específico y absorción - NTP 400.021- NTP 400.022**

<b>AGREGADO FINO ESTABILIZADO</b>				
	<b>IDENTIFICACION</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>W A V</b>	Peso de la arena superficialmente seca	500,00		
	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua	1834,90		
	Peso del balón	585,00		
	Peso del agua	749,90		
	Peso de la arena seca al horno	496,90		
	Volumen del balón	941,00		
	Peso específico de masa A/ (V-W)	2,60		2,600
	Peso específico de masa superficialmente 500/(V-W)	2,616		2,616
	Peso específico aparente A/ ((V-W)-(500-A))	2,643		2,643
	Porcentaje de absorción (500-A) X100/A	0,624		0,624

**CUADRO N° 09: Grava (Piedra chancada del Rio Huallaga) ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, NTP 400.012)**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
<b>TESIS:</b>								
"INFLUENCIA DEL MODULO DE FINURA DE LA ARENA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO PORTLAND TIPO Ico, USADO EN LA CONSTRUCCION EN LA ZONA URBANA DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN-2020"								
<b>FECHA: 22/09/2020</b>								
<b>MATERIAL: PIEDRA CHANCADA DE TMN =1/2" – PUERTO LOPEZ RIO HUALLAGA</b>								
TAMIZ	AASHTO T-27 mm.	PESO RET.	%RE T.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200							TAMAÑO MAXIMO: <1"
2 1/2"	63,500							PESO INICIAL SECO: 7657 gr.
2"	50,800							
1 1/2"	38,100							
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	100,00	100	100	
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	100,00	95	100	
1/2"	12,700	3760,0	49,11	49,11	50,90			
3/8"	9,500	1790,0	23,38	72,48	27,52	20	55	
Nº 4	4,750	1960,0	25,60	98,08	1,92	0	10	CONTENIDO DE HUMEDAD: 0.38%
Nº 8	2,360	144,0	1,88	99,96	0,04	0	5	
< Nº 200	FONDO	3,0	0,04	100,00	0,00			



**CUADRO N° 10: Peso unitario suelto de agregado grueso - NTP 400.017**

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>
PESO AGREGADO + MOLDE	25567,67
PESO DEL MOLDE	5420
PESO DEL AGREGADO NETO	20147,67
VOLUMEN DEL MOLDE	14158,42
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>1,423</b>

**CUADRO N° 11: Peso unitario compactado de agregado grueso - NTP 400.017**

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>
PESO AGREGADO + MOLDE	26975
PESO DEL MOLDE	5420
PESO DEL AGREGADO NETO	21555
VOLUMEN DEL MOLDE	14158,42
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>1,522</b>

**CUADRO N° 12: peso específico y absorción - NTP 400.021- NTP 400.022**

<b>AGREGADO GRUESO</b>				
	<b>IDENTIFICACION</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>PROMEDIO</b>
	Peso de la muestra secada al horno	2250.00		
	Peso de la muestra superficialmente seca	2263.50		
	Peso de la muestra saturada en agua + peso de la canastilla	2296.50		
<b>A</b>	Peso de la canastilla	888.30		
<b>B</b>	Peso de la muestra saturada en agua	1408.20		
<b>C</b>	Peso específico de masas A/ (B-C)	2.631		2.631
	Peso específico masa superficialmente seco B/ (B-C)	2.646		2.646
	Peso específico aparente A/ (A-C)	2.673		2.673
	Porcentaje de absorción (B-A) X100/A	0.600		0.600

## DISEÑO DE MEZCLAS

### 1. Tamaño máximo nominal y contenido de aire atrapado.

Con los datos de granulometría y según la tabla N°7 se obtuvo:

- Tamaño máximo nominal del agregado grueso:  $\frac{3}{4}$
- Aire atrapado 2.0 %

### 2. Volumen de agua la cual depende del tamaño máximo nominal y el asentamiento.

Según la tabla N° 10 de Volumen unitario de agua en litros/m<sup>3</sup> de concreto, para los TMN y consistencia indicada para concretos sin aire incorporado se obtuvo:

Tabla N°21: Volumen unitario de agua

SLUMP (PULG)	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL							
	Para concretos sin aire incorporado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2	3	4
3" a 4"	228	216	<b>205</b>	193	181	169	145	124

Fuente: Abanto, T. (2017 pág. 65)

### 3. Relación agua cemento (a/c)

Según la tabla N°9 para determinar la relación agua cemento por Abanto, T. (2017 pág. 66) se obtuvo:

$$f'c + 84 = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{array}{ccc} 250 & 0.62 & 300 - 294 \\ 294 & x & \rightarrow \frac{300 - 294}{0.55 - x} = \frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} \\ 300 & 0.55 & \end{array}$$

$$x = 0.5584 = a/c \approx \mathbf{0.56}$$

### 4. Contenido de cemento

La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto, es directamente proporcional al agua de mezclado, determinada en la

tabla 8, e inversamente a la relación agua cemento (a/c) (ver tabla 9).

$$\frac{\text{agua de mezclado en (lts/m}^3)}{c} = 0.5584 \rightarrow C = \text{en kg}$$

$$C = \frac{205 \text{ (lts/m}^3)}{\frac{\text{kg}}{0.5584 \text{ (lts/m}^3)}} = 366 \text{ kg}$$

$$\text{Factor cemento será} = \frac{C \text{ en kg}}{42.5 \text{ kg/bl}} = \text{en bls}$$

$$\text{Factor cemento será} = \frac{366 \text{ kg}}{42.5 \text{ kg/bl}} = 8.6 \text{ bls}$$

## 5. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Según la Tabla 12 para volumen de agregado grueso en (m<sup>3</sup>), seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del fino (arena) se obtuvo:

- Para módulo de finura 2.47: 0.655 m<sup>3</sup>

$$\text{Peso del A.G} = 0.655 \text{ m}^3 * 1522 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del A.G} = 996.91 \text{ kg}$$

- Para módulo de finura 2.88: 0.612 m<sup>3</sup>

$$\text{Peso del A.G} = 0.612 \text{ m}^3 * 1522 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del A.G} = 931.464 \text{ kg}$$

## 6. Volumen absoluto de los materiales

Tabla N° 22: Participación de materiales para módulo de finura 2.47

Aire	2 %
Agua	205 litros
Cemento	366 kg
Peso (agregado grueso)	996.91 kg

Fuente Elaboración Propia 2020

Estos valores de la tabla 22, lo convertimos a volumen:

$$V. Cemento = \frac{\text{peso del cemento}}{\text{peso específico del cemento}} = \text{en } m^3$$

$$V. Cemento = \frac{366}{3.06 * 1000} = \mathbf{0.120 \text{ m}^3}$$

$$V. Agua = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso específico del agua}} = \text{en } m^3$$

$$V. Agua = \frac{205}{1 * 1000} = \mathbf{0.205 \text{ m}^3}$$

$$\text{Volumen del Aire incorporado} = \mathbf{0.020 \text{ m}^3}$$

$$\text{Volumen del a. g.} = \frac{\text{peso del a. g.}}{\text{peso específico del a. g.}} \text{en } m^3$$

$$\text{Volumen del a. g.} = \frac{996.91}{2.63 * 1000} = \mathbf{0.379 \text{ m}^3}$$

$$\Sigma \text{ de volúmenes} = \mathbf{0.724 \text{ m}^3}$$

Tabla N° 23: Participación de materiales para módulo de finura 2.88

Aire	2 %
Agua	205 litros
Cemento	366 kg
Peso (agregado grueso)	931.464 kg

Fuente Elaboración Propia 2020

Estos valores lo convertimos a volumen:

$$\text{Volumen del a. g.} = \frac{\text{peso del a. g.}}{\text{peso específico del a. g.}} \text{en } m^3$$

$$\text{Volumen del a. g.} = \frac{931.464}{2.63 * 1000} = \mathbf{0.354 m^3}$$

$$\Sigma \text{ de volúmenes} = 0.699 \text{ m}^3$$

## 7. Volumen de agregado fino

Para este cálculo usaremos el método de los volúmenes absolutos, en este caso el volumen del agregado fino es igual a la diferencia del volumen unitario y la suma de los componentes, (Abanto, T. 2017 pág. 70)

Para agregado fino con arena natural

$$\text{Volumen del a. f.} = (1 - \Sigma \text{ volúmenes}) \text{ m}^3 = \text{en m}^3$$

$$\text{Volumen del a. f.} = (1 - 0.724) \text{ m}^3 = 0.276 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del a. f.} = (0.276 * 2.59 * 1000) = 714.84 \text{ kg}$$

Para agregado fino con arena estabilizada

$$\text{Volumen del a. f.} = (1 - \Sigma \text{ volúmenes}) \text{ m}^3 = \text{en m}^3$$

$$\text{Volumen del a. f.} = (1 - 0.699) \text{ m}^3 = 0.301 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del a. f.} = (0.301 * 2.60 * 1000) = 782.6 \text{ kg}$$

## 8. Pesos de los materiales

Tabla N°24: Para diseño de mezcla con arena natural

Agua	205 kg
Cemento	366 kg
Peso (a.g.)	997 kg
Peso del a.f.	715 kg

Fuente Elaboración Propia 2020

Tabla N°25: para diseño de mezcla con arena estabilizada

Agua	205 kg
Cemento	366 kg
Peso (a.g.)	997 kg
Peso del a.f.	783 kg

Fuente Elaboración Propia 2020

## 9. Corrección por humedad de los materiales

$$\text{Peso seco del Agregado fino.} = kg(1 + \omega) = \text{en kg}$$

$$\text{Peso seco del Agregado fino.} = 715 \left(1 + \frac{3.80}{100}\right) = \mathbf{742 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso seco del Agregado fino estabilizado} = kg(1 + \omega) = \text{en kg}$$

$$\text{Peso seco del Agregado fino estabilizado} = 783 \left(1 + \frac{3.80}{100}\right) = \mathbf{813 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso seco del Agregado grueso.} = kg(1 + \omega) = \text{en kg}$$

$$\text{Peso seco del Agregado grueso.} = 997 \left(1 + \frac{0.38}{100}\right) = \mathbf{1001 \text{ kg}}$$

## 10. Aporte de agua a la mezcla

Para diseño de mezcla con arena natural

$$\text{Aporte de agua del a. f.} = \frac{\omega\% - \%abs}{100} (W)kg = \text{en kg}$$

$$\text{Aporte de agua del a. f.} = \frac{3.80 - 0.87}{100} 1(715)kg = \mathbf{21 \text{ kg}}$$

$$\text{Aporte de agua del a. g} = \frac{\omega\% - \%abs}{100} (W) kg = \text{en kg}$$

$$\text{Aporte de agua del a. g} = \frac{0.38 - 0.60}{100} (997)kg = \mathbf{-2.2 \text{ kg}}$$

$$\Sigma \text{Aporte de agua del agregado} = \mathbf{18.8 \text{ lt}}$$

Para diseño de mezcla con arena estabilizada

$$\text{Aporte de agua del a. f.} = \frac{\omega\% - \%abs}{100} (W)kg = \text{en kg}$$

$$\text{Aporte de agua del a. f.} = \frac{3.80 - 0.62}{100} (783) \text{kg} = \mathbf{25 \text{ kg}}$$

$$\text{Aporte de agua del a. g} = \frac{\omega\% - \%abs}{100} (W) \text{ kg} = \text{en kg}$$

$$\text{Aporte de agua del a. g} = \frac{0.38 - 0.60}{100} (997) \text{kg} = -2.2 \text{ kg}$$

$$\Sigma \text{Aporte de agua del agregado} = 23 \text{ lt}$$

### 11. Agua efectiva

Para diseño de mezcla con arena natural

$$\text{Agua efectiva} = 205 \text{ lt} - 19 \text{ lt} = 186 \text{ lt}$$

Para diseño de mezcla con arena estabilizada

$$\text{Agua efectiva} = 205 \text{ lt} - 23 \text{ lt} = 182 \text{ lt}$$

12. Cálculo de la Proporción del diseño por metro cubico de concreto, en esta etapa se debe indicar la cantidad en peso o en volumen de la participación de los materiales como el cemento, agregado grueso, agregado fino y el agua.

CUADRO N° 13: Diseño de mezclas con arena natural

<b>DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI</b>			
<b>MATERIALES DE DISEÑO</b>		<b>MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD</b>	
Cemento	366,00 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento	366,00 Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	205,00 Lt/ m <sup>3</sup>	Agua efectiva	186,00 Lt/ m <sup>3</sup>
Agregado fino	715,00 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado fino	742,00 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	997,00 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado grueso	1001,00 Kg/m <sup>3</sup>
Aire total	2,00 %	Aire total	2,00%

Fuente: Elaboración Propia 2020

CUADRO N° 14: Diseño de mezclas con arena estabilizada.

<b>DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI</b>			
<b>MATERIALES DE DISEÑO</b>		<b>MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD</b>	
Cemento	366,00 Kg/m <sup>3</sup>	Cemento	366,00 Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	205,00 Lt/ m <sup>3</sup>	Agua efectiva	182,00 Lt/ m <sup>3</sup>
Agregado fino	783,00 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado fino	813,00 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso	931,5 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado grueso	935,00 Kg/m <sup>3</sup>
Aire total	2,00 %	Aire total	2,00%

Fuente: Elaboración Propia 2020

## RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**CUADRO N° 15:** Ensayo a compresión en probetas cilíndricas de concreto obtenida a la edad de 7 días

<b>CONTROL DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO</b>									
ESTRUCTURA VACEADA	CARGA APLICADA	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	DIAS	AREA	RESISTENCIA A	DISEÑO kg/cm <sup>2</sup> F'c	% DE RESISTENCIA	% REQUERIDO
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	34200	24/09/2020	01/10/2020	7	179,1	190,98	295	64,74	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	34990	24/09/2020	01/10/2020	7	179,1	195,39	295	66,23	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	33900	24/09/2020	01/10/2020	7	177,9	190,56	295	64,60	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	34880	24/09/2020	01/10/2020	7	180,3	193,49	295	65,59	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	34490	24/09/2020	01/10/2020	7	177,9	193,88	295	65,72	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	33790	24/09/2020	01/10/2020	7	180,3	187,45	295	63,54	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	34900	24/09/2020	01/10/2020	7	176,7	197,49	295	66,95	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	34470	24/09/2020	01/10/2020	7	180,3	191,22	295	64,82	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	34900	24/09/2020	01/10/2020	7	179,1	194,89	295	66,06	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	33950	24/09/2020	01/10/2020	7	176,7	192,12	295	65,12	70%

**CUADRO N° 16:** Ensayo a compresión en probetas cilíndricas de concreto obtenida a la edad de 7 días

<b>CONTROL DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO</b>									
ESTRUCTURA VACEADA	CARGA APLICADA	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	DIAS	AREA	RESISTENCIA	DISEÑO kg/cm2 F'c	% DE RESISTENCIA	% REQUERIDO
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	35210	25/09/2020	02/10/2020	7	176,7	199,25	295	67,54	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	35320	25/09/2020	02/10/2020	7	176,7	199,87	295	67,75	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	35470	25/09/2020	02/10/2020	7	176,7	200,72	295	68,04	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	35250	25/09/2020	02/10/2020	7	176,2	200,01	295	67,80	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	36740	25/09/2020	02/10/2020	7	178,8	205,43	295	69,64	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	35700	25/09/2020	02/10/2020	7	176,7	202,02	295	68,48	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	36250	25/09/2020	02/10/2020	7	177,4	204,32	295	69,26	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	35480	25/09/2020	02/10/2020	7	177,9	199,44	295	67,61	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	36550	25/09/2020	02/10/2020	7	176,7	206,83	295	70,11	70%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	35680	25/09/2020	02/10/2020	7	177,9	200,57	295	67,99	70%

**CUADRO N° 17:** Ensayo a compresión en probetas cilíndricas de concreto obtenida a la edad de 14 días

<b>CONTROL DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO</b>									
ESTRUCTURA VACEADA	CARGA APLICADA	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	DIAS	AREA	RESISTENCIA	DISEÑO kg/cm2 F'c	% DE RESISTENCIA	% REQUERIDO
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	37852	24/09/2020	08/10/2020	14	177,9	212,78	295	72,13	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	37425	24/09/2020	08/10/2020	14	177	211,50	295	71,70	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	36542	24/09/2020	08/10/2020	14	179,1	204,06	295	69,17	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	37845	24/09/2020	08/10/2020	14	178,6	211,89	295	71,83	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	37620	24/09/2020	08/10/2020	14	178,1	211,19	295	71,59	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	37250	24/09/2020	08/10/2020	14	178,6	208,56	295	70,70	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	38521	24/09/2020	08/10/2020	14	177,9	216,54	295	73,40	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	37584	24/09/2020	08/10/2020	14	178,8	210,15	295	71,24	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	37521	24/09/2020	08/10/2020	14	178,1	210,64	295	71,40	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	37351	24/09/2020	08/10/2020	14	176,7	211,37	295	71,65	80%

## CONTROL DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

ESTRUCTURA VACEADA	CARGA APLICADA	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	DIAS	AREA	RESISTENCIA	DISEÑO kg/cm2 F'c	% DE RESISTENCIA	% REQUERIDO
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	38840	25/09/2020	09/10/2020	14	177	219,50	295	74,41	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	36870	25/09/2020	09/10/2020	14	176,2	209,20	295	70,92	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	36250	25/09/2020	09/10/2020	14	177	204,86	295	69,44	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	40330	25/09/2020	09/10/2020	14	176,2	228,83	295	77,57	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	38870	25/09/2020	09/10/2020	14	177	219,67	295	74,46	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	41460	25/09/2020	09/10/2020	14	177,2	233,99	295	79,32	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	40670	25/09/2020	09/10/2020	14	177	229,84	295	77,91	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	40570	25/09/2020	09/10/2020	14	177,2	228,97	295	77,62	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	38270	25/09/2020	09/10/2020	14	176,7	216,56	295	73,41	80%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	40520	25/09/2020	09/10/2020	14	176,7	229,30	295	77,73	80%

**CUADRO N° 18:** Ensayo a compresión en probetas cilíndricas de concreto obtenida a la edad de 14 días

## CONTROL DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

ESTRUCTURA VACEADA	CARGA APLICADA	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	DIAS	AREA	RESISTENCIA	DISEÑO kg/cm2 F'c	% DE RESISTENCIA	% REQUERIDO
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	48002	24/09/2020	22/10/2020	28	176,7	271,64	295	92,08	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	48251	24/09/2020	22/10/2020	28	177,9	271,23	295	91,94	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	48758	24/09/2020	22/10/2020	28	177,4	274,81	295	93,16	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	48652	24/09/2020	22/10/2020	28	177	274,95	295	93,20	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	48952	24/09/2020	22/10/2020	28	177,9	275,17	295	93,28	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	48751	24/09/2020	22/10/2020	28	176,5	276,24	295	93,64	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	48625	24/09/2020	22/10/2020	28	177	274,80	295	93,15	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	48521	24/09/2020	22/10/2020	28	177,2	273,84	295	92,83	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	48735	24/09/2020	22/10/2020	28	177,9	273,95	295	92,87	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.47	48652	24/09/2020	22/10/2020	28	176,7	275,31	295	93,33	100%

**CUADRO N° 19:** Ensayo a compresión en probetas cilíndricas de concreto obtenida a la edad de 28 días

**CUADRO N° 20:** Ensayo a compresión en probetas cilíndricas de concreto obtenida a la edad de 28 días

<b>CONTROL DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO</b>									
<b>ESTRUCTURA VACEADA</b>	<b>CARGA APLICADA</b>	<b>FECHA DE VACEADO</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>DIAS</b>	<b>AREA</b>	<b>RESISTENCIA</b>	<b>DISEÑO kg/cm2 F'c</b>	<b>% DE RESISTENCIA</b>	<b>% REQUERIDO</b>
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	49460	25/09/2020	23/10/2020	28	176,7	279,89	295	94,88	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	48650	25/09/2020	23/10/2020	28	176,7	275,30	295	93,32	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	50990	25/09/2020	23/10/2020	28	176,7	288,54	295	97,81	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	50030	25/09/2020	23/10/2020	28	176,7	283,11	295	95,97	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	52370	25/09/2020	23/10/2020	28	176,7	296,35	295	100,46	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	45130	25/09/2020	23/10/2020	28	176,7	255,38	295	86,57	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	48770	25/09/2020	23/10/2020	28	176,7	275,98	295	93,55	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	49550	25/09/2020	23/10/2020	28	176,7	280,39	295	95,05	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	47650	25/09/2020	23/10/2020	28	176,7	269,64	295	91,40	100%
CONCRETO CON ARENA DE MF=2.88	52650	25/09/2020	23/10/2020	28	176,7	297,94	295	101,00	100%

### **ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO**



**FOTOGRAFÍA N° 01-VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA COMPRA DE MATERIALES DE LA INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA GENESIS S.A.C.**



**FOTOGRAFÍA N° 02-VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA COMPRA DE LA ARENA DE LA CONCRETORA & SERVICIOS AMAZÓNICA S.A.C.**

**ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS**



**FOTOGRAFÍA N° 03. VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL CUARTEO Y PESO DEL AGREGADO GRUESO**



**FOTOGRAFÍA N° 04. VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL CUARTEO Y PESO DEL AGREGADO FINO**



**FOTOGRAFÍA N° 05- VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL LAVADO DE LOS AGREGADOS FINO Y GRUESO.**



**FOTOGRAFÍA N° 06. VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA COLOCACIÓN DEL AGREGADO GRUESO AL HORNO DESPUES DEL LAVADO.**



**FOTOGRAFÍA N° 07-VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL TAMIZADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.**



**FOTOGRAFÍA N° 08 -VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL TAMIZADO Y PESAMOS EL MATERIAL RETENIDO EN CADA TAMIZ DE AGREGADO GRUESO.**

**ENSAYO DE PESO UNITARIO DE LOS AGREGADO**



**FOTOGRAFÍA N° 09-VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**



**FOTOGRAFÍA N° 10-ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO.**

**ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO**



**FOTOGRAFÍA N° 11-VISTA FOTOGRÁFICA DEL CUARTEO DEL AGREGADO GRUESO Y EL MATERIAL SUMERGIDO EN AGUA POR 24 HORAS.**



**FOTOGRAFÍA N° 12-VISTA FOTOGRÁFICA DEL SECADO SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO**



**FOTOGRAFÍA N° 13- VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA COLOCACIÓN DEL AGREGADO GRUESO EN LA CANASTILLA**



**FOTOGRAFÍA N° 14 -VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO**

**ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO**



**FOTOGRAFÍA N° 15 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO**



**FOTOGRAFÍA N° 16 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA COLOCACIÓN DEL AGREGADO FINO EN LA FIOLA.**



**FOTOGRAFÍA N° 17 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA COLOCACIÓN DEL AGREGADO FINO EN HORNO**



**FOTOGRAFÍA N° 18 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA QUE ESTAMOS AÑADIENDO AGUA A LA MUESTRA.**

**ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO ESTABILIZADO**



**FOTOGRAFÍA N° 19- VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA MEZCLA Y CUARTEO DE LA ARENA TRITURADA CON ARENA NATURAL.**



**FOTOGRAFÍA N° 20- VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL PESO Y TAMIZADO DE LA ARENA TRITURADA CON ARENA NATURAL.**

## **REALIZACIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO**



**FOTOGRAFÍA N° 21 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA REALIZACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE DISEÑO, LOS EQUIPOS Y MATERIALES.**



**FOTOGRAFÍA N° 22 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS.**



**FOTOGRAFÍA N° 23 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA PREPARACION DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS.**



**FOTOGRAFÍA N° 24 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL ENSAYO AL CONCRETO FRESCO**



**FOTOGRAFÍA N° 25 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL PROCEDIMIENTO DE LA REALIZACIÓN DE LAS PROBEAS DE CONCRETO**



**FOTOGRAFÍA N° 26 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA PROBETAS REALIZADA DE CONCRETO.**



**FOTOGRAFÍA N° 27 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL FRAGUADO DE LAS PROBETAS DESPUES DE 24 HORAS.**



**FOTOGRAFÍA N° 28 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL CURADO DE PROBETAS DE CONCRETO.**

## **ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**



**FOTOGRAFÍA N° 29- VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA EL ROTULADO DE LAS PROBETAS.**



**FOTOGRAFÍA N° 30- VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA ROTURA DE PROBETAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**



**FOTOGRAFÍA N° 31 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LA ROTURA DE PROBETAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**



**FOTOGRAFÍA N° 32 - VISTA FOTOGRÁFICA DONDE SE MUESTRA LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.**

