



**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**

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO  
RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO IQUITOS- 2023”**

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

**AUTORA: Bach. LUCY MILAGROS CORAL SANTILLAN**

**ASESOR: Ing. Carol Begoña García Langer**

**Iquitos – Perú**

  
**CAROL BEGOÑA GARCIA LANGER**  
**INGENIERA CIVIL**  
**CIP N° 54745**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación a mis padres por ser un pilar fundamental, y por brindarme su apoyo en todo momento de mi formación personal y crecimiento profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi guía y darme las fuerzas para seguir adelante en cada desafío; , A mis padres por ser quienes han hecho posible la ejecución de esta investigación, asimismo a la Universidad Científica del Perú y a los docentes por brindarnos sus conocimientos permitido ampliar y profundizar mi convicción en mi desarrollo profesional.



*"Año de la Unidad, la paz y el desarrollo"*

**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:

**"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO  
RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO IQUITOS- 2023"**

De la alumna: **LUCY MILAGROS CORAL SANTILLAN**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **11% de similitud**.

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

San Juan, 26 de diciembre del 2023.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge L. Tapullima Flores', is written over a faint circular stamp or watermark.

**Mgr. Arq. Jorge L. Tapullima Flores**  
Presidente del Comité de ética - UCP

CIRA/r/a  
438-2023

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°223-2023-UCP-FCEI de fecha 24 de marzo de 2023, 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. Félix Wong Ramírez, M.Sc.           | Presidente |
| • Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.     | Miembro    |
| • Ing. Jeffrey Stefano Arévalo Flores, Mg. | Miembro    |

Como Asesor: Ing. Carol Begoña García Langer, M. Sc.

En la ciudad de Iquitos, siendo las 19:00 horas del día Martes 16 de enero del 2024, de manera presencial supervisado por el secretario académico del programa académico de Ingeniería civil de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO IQUITOS- 2023".

Presentado por la Sustentante:

**LUCY MILAGROS CORAL SANTILLAN**

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

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

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

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD**

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



Presidente



Miembro



JEFFREY S. ARAVALO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
COP. N° 14024

Miembro

Contáctanos:

Iquitos – Perú  
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240  
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú  
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640  
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compañón 933

Universidad Científica del Perú  
www.ucp.edu.pe

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto publico el día Martes 16 de Enero del 2023, a las 19:00 Horas, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.



PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc.



MIEMBRO DEL JURADO

Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.



MIEMBRO DEL JURADO

Ing. Jefree Stefano Arévalo Flores, Mg.



ASESOR

Ing. Carol Begoña García Langer, M. Sc.

Activar Window  
Ve a Configuración p

# INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
INDICE DE CONTENIDO .....	iv
ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS .....	x
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
Capitulo I: MARCO TEÓRICO .....	15
1.1 Antecedentes de estudio .....	15
1.2 Bases teóricas .....	18
1.2.1 El concreto. ....	18
1.2.2 Componentes del concreto .....	19
1.2.2 Propiedades del concreto fresco: .....	21
1.2.2.1 Trabajabilidad. ....	21
1.2.2.2 Consistencia. ....	21
1.2.2.3 Segregación. ....	22
1.2.2.4 Exudación. ....	22
1.2.3 Propiedades del concreto endurecido: .....	22
1.2.3.1 Resistencia a compresión. ....	23
1.2.3.2 Resistencia a la flexion. ....	23
1.2.3.3 Resistencia a cortante.....	23
1.2.3.4 Determinantes de la Resistencia.....	23
1.2.3.5 Resistencia de los Agregados.....	24
1.2.4 Cemento .....	25
1.2.4.1 Propiedades del cemento .....	25
1.2.4.2 Tipos de cementos.....	27
1.2.5 Agregados .....	28
1.2.5.1 Agregado Fino .....	28
1.2.5.3 Propiedades físicas de los agregados.....	30
1.2.6 Principales Factores que afectan la durabilidad del concreto.....	32
1.2.7 Agua .....	33
1.2.7.1 Agua para mezcla.....	33
1.2.7.2 Agua para curado .....	34

1.2.8. Acero Reciclado.....	34
1.2.8.1 Tipos de Aceros Reciclables .....	34
1.3 Definición de términos básicos .....	36
Capitulo II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	38
2.1 Descripción del problema .....	38
2.2 Formulación del problema .....	38
2.2.1 Problema general .....	38
2.2.2 Problemas específicos.....	39
2.3 Objetivos.....	39
2.3.1 Objetivo general.....	39
2.3.2 Objetivos específicos .....	39
2.4 Hipótesis.....	39
2.5 Variables.....	40
2.5.1 Identificación de Variables .....	40
2.5.2 Definición conceptual y operacional de las variables .....	40
2.5.2.1 Definición Conceptual .....	40
2.5.2.2 Definición Operacional.....	40
2.5.3 Operacionalización de Variables.....	41
Capitulo III: METODOLOGÍA .....	42
3.1 Tipo y Diseño de investigación .....	42
3.1.1 Tipo de investigación.....	42
3.1.2 Diseño de investigación .....	42
3.2 Población y muestra .....	43
3.2.1 Población.....	43
3.2.2 Muestra.....	43
3.3. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos ....	43
3.3.1. Técnicas de Recolección de datos .....	43
3.4 Procesamiento y análisis de datos.....	45
Capítulo IV RESULTADOS.....	46
4.1. Análisis granulométrico por tamizado ASTM C – 136 del agregado fino	46
4.2 Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso .....	53
Capítulo V : DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..	71
5.1 Discusión .....	71
5.2 Conclusiones .....	71
5.3 Recomendaciones .....	72

REFERENCIAS BLIBLOGRAFICAS.....	73
Anexo: 2 .....	78
Zona de estudio .....	79
PANEL FOTOGRÁFICO.....	80
Anexo 4 .....	87

## ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS

TABLA : 1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C – 136 .....	46
TABLA : 2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C – 136 .....	47
TABLA : 3 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C – 136 .....	48
TABLA : 4 PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO .....	49
TABLA : 5 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO.....	50
TABLA : 6 GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO. .....	51
TABLA : 7 CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200 .....	52
TABLA : 8 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO .....	53
TABLA : 9 PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO .....	54
TABLA : 10 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO.....	55
TABLA : 11 GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO. .....	56
TABLA : 12 DISEÑO DE MESCLA DE CONCRETO.....	57
TABLA : 13 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ACERO RECICLADO.....	59
TABLA : 14 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CURADO DURANTE 3 DÍAS.....	61
TABLA : 15 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CURADO DURANTE 7 DÍAS.....	62
TABLA : 16 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CURADO DURANTE 14 DÍAS.....	63
TABLA : 17 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CURADO DURANTE 28 DÍAS.....	64
TABLA : 18 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CURADO DURANTE 3 DÍAS.....	65

TABLA : 19 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CURADO DURANTE 7 DÍAS.....	66
TABLA : 20 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CURADO DURANTE 14 DÍAS.....	67
TABLA : 21 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CURADO DURANTE 28 DÍAS.....	68
TABLA : 22 PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS (KG/CM2) .....	69
TABLA : 23 ENSAYO DE ASENTAMIENTO NORMA ASTM C – 143 Y ENSAYO DE TEMPERATURA DEL CONCRETO NORMA ASTM C - 1064 .....	70

## ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1:TOMA DE MUESTRA DEL MATERIAL RECICLADO ( ACERO RECICLADO). .....	80
IMAGEN 2: TOMA DE MUESTRA DE LOS TALLERES DE NUESTRA CIUDAD ( ACERO RECICLADO) .....	80
IMAGEN 3:COMPACTACIÓN DE LOS AGREGADOS.....	81
IMAGEN 4 PESADO DEL AGREGADO FINO.....	81
IMAGEN 5 COLOCACION DEL AGREGADO FINO EN EL RECIPIENTE PARA SU COMPACTACIÓN.....	82
IMAGEN 6:TAMIZAJE DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA.....	82
IMAGEN 7:PESADO DEL AGUA PARA EL DISEÑO DE MEZCLA. ....	83
IMAGEN 8:ENSAYO DE LOS AGREGADOS ( SECADO DEL AGREGADO).....	83

## RESUMEN

La presente investigación, tiene como objetivo la comparación de los ensayos de resistencia a la compresión de un concreto convencional 210kg/cm<sup>2</sup>, con la adición de acero reciclado como parte del agregado grueso y una a relación A/C = 0.66. la muestra estuvo conformada por 72 especímenes , los cuales se realizaron en el laboratorio de la universidad científica del Perú ( UCP), mismas que fueron curados durante 28 días y se sometieron a la prueba de resistencia a la compresión en edades de 3, 7, 14, y 28 días. se aplicó la estadística descriptiva para el procesamiento y análisis de los resultados; y se comprobó la hipótesis al momento de ver y analizar los resultados obtenidos de los ensayos que se realizaron. los resultados de los ensayos que se vio en este estudio arrojaron que el concreto convencional ( utilizando piedra chancada de ¾ ) alcanzo la mayor resistencia siendo este 279kg/cm<sup>2</sup>, superando al diseño al cual se le adiciono ( acero reciclado) alcanzando 257kg/cm<sup>2</sup>, siendo supero por el diseño con piedra chancada en 22kg/cm<sup>2</sup>.

Analizando los resultados todos son aceptables ya que los mismos sobrepasan al f'c de diseño o concreto patrón.

Finalmente, con la investigación realizada se puede concluir; que se si se puede utilizar el acero reciclado como parte del agregado grueso, fomentando así en el mundo de la construcción la cultura del reciclaje y de esa manera co0ntribuir con el medio ambiente. Por lo tanto, si existe diferencia al utilizar acero reciclado como parte del agregado grueso en el diseño de mezcla la cual responde a nuestra hipótesis.

**PALABRAS CLAVE:** concreto, convencional, acero reciclado, medio ambiente.

## ABSTRACT

The objective of this research is to compare the compressive strength tests of a conventional 210kg/cm<sup>2</sup> concrete, with the addition of recycled steel as part of the coarse aggregate and a W/C ratio = 0.66. The sample was made up of 72 specimens, which were made in the laboratory of the Scientific University of Peru (UCP), which were cured for 28 days and underwent the compression resistance test at ages of 3, 7, 14, and 28 days. Descriptive statistics were applied for the processing and analysis of the results; and the hypothesis was proven when viewing and analyzing the results obtained from the tests that were carried out. The results of the tests seen in this study showed that conventional concrete (using  $\frac{3}{4}$  crushed stone) achieved the highest resistance, being 279kg/cm<sup>2</sup>, surpassing the design to which it was added (recycled steel) reaching 257kg/cm<sup>2</sup>. being surpassed by the design with crushed stone at 22kg/cm<sup>2</sup>.

Analyzing the results, they are all acceptable since they exceed the f'c of the design or standard concrete.

Finally, with the research carried out it can be concluded; I know if recycled steel can be used as part of the coarse aggregate, thus promoting the culture of recycling in the world of construction and thus contributing to the environment. Therefore, there is a difference when using recycled steel as part of the coarse aggregate in the mix design which responds to our hypothesis.

**KEY WORDS:** concrete, conventional, recycled steel, environment.

## Capítulo I: MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes de estudio

Según **Aldair Rafael & Reynal Benites** (2021) en su investigación titulado “Influencia de las fibras de acero reciclado y comercial sobre las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Trujillo 2020” Se anticipa que las fibras de acero recicladas se comportarán de manera similar a las fibras comerciales en la evaluación y comparación actual del comportamiento de las fibras recicladas y comerciales dentro de un concreto  $F'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> sometido a esfuerzos de compresión y flexión, representando proporciones de 1 %, 2,5% y 4% de fibras. Esto permitirá un mejor rendimiento en comparación con el hormigón sin la adición de fibras. En definitiva, al reciclarse el material podemos ahorrar dinero y al mismo tiempo ayudar a proteger el medio ambiente, por eso intentaremos valorar el coste-beneficio.

Según **Aroñe Vásquez** (2020) en su trabajo de investigación titulado, “Influencia de la viruta de acero y hormigón reciclado en la resistencia a la compresión por unidad y pila de ladrillos de hormigón convencional. Lima 2020” proporciona una comparación técnica de ladrillos de hormigón estándar y ladrillos de hormigón que contienen virutas de acero y hormigón reciclado, tanto en unidades como en pilotes. Se utilizó técnica descriptiva-comparativa y el estudio se realizó mediante un enfoque experimental. Con "ladrillos de hormigón y virutas de acero reciclado" como variable independiente y "propiedades mecánicas" como variable dependiente o respuesta, que será determinada mediante una ficha técnica, se empleó la tabla de operacionalización de variables. química y estructura físico-mecánica del producto final. La muestra para análisis está compuesta por nueve

ladrillos de hormigón convencional, nueve pilotes de hormigón convencional, veintisiete ladrillos de hormigón con viruta de acero reciclado y veintisiete pilotes de hormigón con viruta de acero reciclado. La hipótesis de que existe una influencia sustancial en el aumento de la resistencia a la compresión de ciertos tratamientos respecto al tratamiento convencional, ya sea en unidades o en pilotes, se planteó para determinar qué tipo de ladrillo se debe utilizar en la construcción de un muro de ladrillos de concreto. Para demostrarlo se utilizaron pruebas como el análisis de Tukey y ANOVA de un factor para comprobar si aplicar el tratamiento con una concentración de viruta del 10% aumentaba significativamente la resistencia a la compresión de los ladrillos en pilas o unidades de hormigón y acero recuperados.

Según **Gárate Labajos** (2018) en su investigación denominado “Efecto de la Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión del Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ”. Dijo que la resistencia a la compresión del hormigón de diseño,  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , fue evaluada y comparada con dos grupos de prueba: hormigón ordinario y hormigón suplementado con un 0,2% de viruta de acero con respecto al peso total del hormigón. mezcla. Para nuestra prueba de compresión utilizamos un total de 12 probetas cilíndricas de 15 por 30 centímetros, las cuales fueron ensayadas a los 7, 14 y 28 días de edad. La resistencia del hormigón con un 0,2% de viruta de acero alcanzó los 238,05  $\text{kg/cm}^2$ , un 13,36% más que el diseño original. A los 28 días, la resistencia a la compresión del hormigón convencional fue de 217,11  $\text{kg/cm}^2$ . siendo el resultado más ventajoso. ya que no hay variaciones destacables en las otras edades.

En la investigación de **Ricaldi Rivas** (2021) titulado “Diseño del pavimento rígido utilizando polímero para mejorar la resistencia del concreto en Urbanización Pedro Miguel Silva Arévalo, Sullana 2021” publicó la evaluación del diseño de mezcla de pavimento rígido en la Urbanización Pedro M. Silva Arévalo, Sullana 2021, con la inclusión de polímero; en este caso, pueden reciclarse para aumentar la capacidad de sus atributos físicos. Los ensayos de las características físicas y mecánicas del hormigón con un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> permitieron la construcción de sondas cilíndricas. Las vías de la Urbanización Pedro M. Silva Arévalo en la zona de Sullana servirán como población para este estudio experimental, el cual utilizará un método cuantitativo y de nivel descriptivo. Se utilizará como muestra un segmento del progresivo 0+000 a 0+750. En comparación con la muestra natural original, la resistencia a la compresión del hormigón aumentó en un 9,63 % en general cuando se añadió el polímero en relación con el volumen del hormigón. En cuanto a su fluencia, la muestra con la adición de 25 kg/cm<sup>3</sup> de polímero a los 28 días nos dio 324.35 kg/cm<sup>2</sup>, 48 kg/m<sup>3</sup> a los 28 días y el módulo de ruptura del diseño de matriz natural a los 28 días nos proporcionó 218kg/cm<sup>2</sup>. Nos proporcionó 338 kg/cm<sup>2</sup> al cabo de 28 días, aumentando su resistencia a la compresión en un 20,00%.

Según **Caballero Livia** (2018) en su tesis titulado “Efectos de las fibras metálicas en el concreto simple aplicado a losas de pisos industriales, Lima 2017” reveló la investigación y evaluación del impacto de las fibras metálicas sobre el concreto simple utilizado para losas de piso, mediante la empresa industrial POLINPLAST S.A.C., con sede en San Antonio de Huarochirí. como modelo para una losa con refuerzo tradicional. Para determinar el impacto sobre el

hormigón fresco, primero se preparó la mezcla. Luego se midió la consistencia de cada tipo de concreto fresco, es decir, concreto fresco con y sin fibras, utilizando la prueba de porcentaje de contenido de aire y la prueba de asentamiento del cono de Abrams. Además, para evaluar los impactos de las fibras metálicas sobre el concreto endurecido, se realizaron ensayos para determinar la resistencia a compresión y flexión para los tres tipos de concreto, es decir, concreto simple, concreto con fibra y concreto con acero corrugado. La problemática realidad que existe ahora, los antecedentes, el marco teórico y la justificación detrás de la construcción de esta tesis se presentan en el Capítulo I. Los procesos y la metodología de recolección de datos se describieron en el Capítulo II. Los requisitos administrativos para la implementación de esta tesis se establecen en el Capítulo III. Los resultados se muestran en el Capítulo IV mediante tablas y gráficos. La confirmación de los hallazgos y la comparación con antecedentes se tratan en el Capítulo V. Los resultados de la investigación se presentan en el Capítulo VI, lo que así lo sugiere. El capítulo VII contiene sugerencias para un mayor estudio.

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1 El concreto.**

Según (Abraham Polanco Rodríguez – Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto)

Los agregados y la pasta son los dos ingredientes principales que componen el concreto. Como resultado de la interacción química entre el cemento Portland y el agua, la pasta, que está compuesta de cemento y agua, se une a los agregados (arena, grava o piedra triturada) para producir una masa que se asemeja a la roca.

### **1.2.2 Componentes del concreto**

Según (Rodríguez, Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto, 2022)

En términos generales, los agregados se dividen en dos categorías: finos y gruesos. Los agregados gruesos están formados por partículas que se mantienen en la malla No. 16 y pueden variar en tamaño hasta 152 mm. Los áridos finos están formados por arenas naturales o sintéticas con tamaños de partículas de hasta 10 mm. Comúnmente, el tamaño máximo de agregado es de 19 o 25 mm.

La pasta está formada por cemento Portland, agua y aire atrapado o arrastrado intencionalmente. Normalmente, entre el 25 y el 40 por ciento del volumen total del hormigón está formado por pasta. La Figura 1 ilustra que el rango típico para el volumen absoluto del cemento es del 7% al 15%, mientras que el agua típicamente varía del 14% al 21%. Dependiendo del tamaño más grande del árido grueso, el hormigón aireado puede tener un componente de aire de hasta el 8% del volumen total.

Los áridos constituyen entre el 60% y el 75% del volumen del hormigón, por lo que elegir los adecuados es fundamental. Los agregados deben estar formados por partículas que sean lo suficientemente fuertes y resistentes a la intemperie; No deben incluir ningún componente que pueda debilitar el concreto.

Una granulometría constante de los tamaños de partículas es ideal para el uso eficaz de la pasta de cemento y agua.

La calidad de la pasta tiene un impacto significativo en la calidad del producto final. Cada partícula de agregado y cada grieta entre las partículas de agregado en un

concreto correctamente construido están completamente cubiertas con pasta.

La proporción de agua a cemento determina la cantidad de concreto que se endurece para cualquier combinación dada de componentes y circunstancias de curado. Los siguientes son algunos beneficios de reducir el contenido de agua:

- Hay un aumento en la resistencia a la flexión y a la compresión.
- Una menor permeabilidad da como resultado una mayor hermeticidad y una menor absorción.
- Hay más resistencia a la intemperie.
- Se forma un vínculo más fuerte entre el hormigón y la tensión, así como entre las capas que le siguen.
- Tendencia al agrietamiento y menor contracción.

Si el hormigón puede cementarse lo suficiente, la calidad mejorará y se necesitará menos agua. Las mezclas más rígidas se obtienen al utilizar menos agua al combinarlas; sin embargo, incluso las combinaciones más rígidas se pueden emplear al vibrar. Las mezclas más duras son las más rentables para una determinada calidad del hormigón. Como resultado, el hormigón puede reforzarse y hacerse más rentable mediante la consolidación por vibración. Añadiendo al hormigón aditivos, generalmente en forma líquida durante la dosificación, se pueden cambiar las cualidades del hormigón tanto en su estado fresco (plástico) como endurecido. Los usos comunes de los aditivos incluyen: Ajustar el tiempo de fraguado o endurecimiento.

- Disminuir su necesidad de agua.

- Hacerlo más factible.
- Incluye específicamente aire y Modificar características concretas adicionales.

Además de ser un excelente material de construcción, el concreto se puede esculpir en una amplia gama de formas, tonos y texturas para innumerables propósitos. (Abraham Polanco Rodríguez – Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto)

### **1.2.2 Propiedades del concreto fresco:**

Según (García Murrieta & Rodríguez Cachique, 2022)

#### **1.2.2.1 Trabajabilidad.**

Se refiere a lo sencillo que es mezclar una cantidad específica de componentes para crear hormigón, que luego se puede mover, posicionar y trabajar con el menor esfuerzo y la mayor homogeneidad en las circunstancias laborales especificadas.

El diseño de la mezcla, la granulometría y la proporción de los agregados finos y gruesos afectan la trabajabilidad del concreto porque controlan la cantidad de agua que se necesita para que el concreto sea trabajable.

#### **1.2.2.2 Consistencia.**

Esta característica es la que determina la humedad de la mezcla en función de lo fluida que sea; Así, se sabe que cuanto más fluida sea la mezcla, más fácil será que el hormigón fluya durante la instalación.

La cantidad de agua necesaria para lograr una consistencia particular en una mezcla está determinada por su contenido de agua, granulometría y propiedades físicas del agregado.

Por tanto, el grado de sedimentación de una mezcla determina su consistencia; las mezclas más secas tienen los asentamientos más bajos, mientras que las consistencias fluidas tienen los asentamientos más grandes.

#### **1.2.2.3 Segregación.**

Cuando el agregado grueso comienza a desprenderse del mortero, se denomina examen mecánico del concreto recién mezclado en sus piezas componentes.

Esta descripción tiene sentido si se recuerda que el hormigón es una mezcla de componentes de distintos tamaños y gravedades particulares; Por tanto, cuando la mezcla no ha fraguado, se crean fuerzas internas que tienden a separar las partes que la componen. La segregación es lo que ocurre como resultado de la acción de varios factores.

#### **1.2.2.4 Exudación.**

Se describe como el burbujeo de una porción del agua de la mezcla, generalmente como resultado de la sedimentación de sedimentos. Este procedimiento comienza tan pronto como se vierte el hormigón en el encofrado y continúa hasta que la mezcla comienza a solidificarse, se alcanza la cantidad máxima de solidificación o las partículas comienzan a aglutinarse.

(García Murrieta & Rodríguez Cachique, 2022)

### **1.2.3 Propiedades del concreto endurecido:**

Según (Terreros Rojas & Carvajal Corredor, 2016)

### **1.2.3.1 Resistencia a compresión.**

Dado que la resistencia a la compresión es el principal criterio de calidad para propósitos de diseño estructural, y dado que la gran mayoría de las estructuras de concreto se construyen con el supuesto de que pueden soportar únicamente esfuerzos de compresión, los códigos especifican los esfuerzos de trabajo en términos de porcentajes de resistencia a la compresión.

### **1.2.3.2 Resistencia a la flexión.**

Los elementos de flexión tienen una zona que se encuentra comprimida y otra que se encuentra mayormente sometida a cargas de tracción. Para construcciones sencillas de hormigón, como losas de pavimento, este componente es crucial.

### **1.2.3.3 Resistencia a cortante.**

El hormigón tiene muy poca resistencia al corte, pero las normas de diseño estructural suelen tenerla en cuenta. Cuando tensiones de este tipo surgen en valores superiores a la resistencia del hormigón, es crucial para el diseño de vigas y zapatas.

### **1.2.3.4 Determinantes de la Resistencia.**

En circunstancias típicas, los siguientes factores determinan la resistencia del hormigón:

- La composición química del cemento, su superficie particular, su edad, su marca y su tipo.
- Qué tan pura es el agua.

- El tamaño máximo, la granulometría, el perfil, la porosidad, la dureza y la superficie del agregado son factores importantes a considerar.
- La resistencia de esta pasta.
- La relación agua-cemento (a/c).
- La interacción agregado-material cementante.
- Cuánto agregado fino se mezcla con agregado grueso.
- La proporción de la pasta con respecto a la superficie particular del agregado.
- La resistencia que aporta la adherencia de la pasta al árido.
- Qué tan porosa es la pasta.
- Una es la conexión gel-espacio.
- El contexto.
- El capataz.
- La edad del hormigón.
- Los requisitos del proceso de puesta en servicio.

#### **1.2.3.5 Resistencia de los Agregados.**

Los agregados deben cumplir estándares de calidad específicos y poseer atributos como los siguientes para que el concreto sea lo suficientemente fuerte.

- Forma y textura. Debido a que existe un mejor entrelazamiento entre los granos gruesos y el mortero, las partículas de agregado con textura rugosa o forma angular hacen que el concreto sea más resistente que otros redondeados o lisos. (Terreros Rojas & Carvajal Corredor, 2016)

### **1.2.4 Cemento**

Según (Vargas Salazar, 2021)

El material aglutinante conocido como cemento está formado por partículas de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro. Juntos forman el material aglutinante conocido como cemento. Para fabricar cemento, el clinker (el subproducto del proceso de calcinación) finalmente se tritura junto con yeso y otros productos químicos. El cemento finalmente se produce moliendo clinker combinado con yeso y otros productos químicos. Materiales que, al mezclarse con agua, forman una masa (pasta) muy maleable a la que se le puede dar forma y, una vez fraguado y endurecido, adquiere una resistencia y durabilidad extraordinarias. Es moldeable y, una vez fraguado y endurecido, adquiere una resistencia y durabilidad extraordinarias. Esa es precisamente esta cualidad que atrae a la gente a aprovecharla. Se crea un material plástico uniforme y flexible cuando se mezclan agregados y agua. Por este aspecto, la construcción sería atractiva. Se crea un material plástico uniforme y flexible cuando se mezclan agregados y agua. Los cementos Portland son el tipo de cemento más común utilizado en el Perú. Cementos que de igual forma cumplan con los lineamientos ASTM C 150 o NTP 334.009. Cumplen requisitos comparables de ASTM C 150 o NTP 334.009.

#### **1.2.4.1 Propiedades del cemento**

##### **Finura o fineza**

Para indicar el nivel de finesa del polvo, la superficie específica se expresa en  $m^2/kg$ . Punto clave:

- No sólo aumentan los cambios de volumen y el calor de hidratación con una mayor finura, sino que también aumenta la fuerza.

- Cemento más fino, hidratación más rápida del cemento y mayor desarrollo de resistencia.

### **Peso Especifico**

El peso del cemento por metro cúbico de volumen se indica con el símbolo gr/cm<sup>3</sup>. En el laboratorio se determina mediante: Vitalidad:

- Aplica a cálculos para diseño de mezclas.

### **Tiempo de Fraguado**

Es el intervalo de tiempo entre la solidificación de la pasta y el mezclado del cemento con el agua. Tiene una medida de minutos. Se muestran los tiempos de configuración primero y último, respectivamente. Lo importante que debe hacer:

- Descubra cómo instalar y soportar mortero y concreto.

### **Estabilidad de volumen**

La verificación de los cambios volumétricos resultantes de la presencia de agentes expansores se muestra mediante esta expresión basada en porcentaje.

### **Resistencia a la Compresión**

Mide la resistencia del cemento a soportar mecánicamente una fuerza de compresión externa. Se mide en kilogramos por centímetro cuadrado y se encuentra entre las características más importantes. Se revisa a los 3, 7 y 28 días de edad. Vitalidad:

- La característica que establece la calidad del cemento.

### **Contenido de Aire**

Determinar la porción del volumen total que el aire ha capturado o retenido en la mezcla (mortero).

Relevancia:

- Hay una caída del 5% en la resistencia por cada 1% de aire atrapado en el concreto.

### **Calor de Hidratación**

Depende principalmente de C3A y C3S y se expresa en cal/gr. Es el calor que se genera cuando el cemento y el agua sufren un proceso de hidratación exotérmica.

#### **1.2.4.2 Tipos de cementos**

Para una variedad de aplicaciones, el cemento Portland se fabrica en varias formas. La norma ASTM C 150 sirve de base a la NTP (Reglamento Técnico Peruano) NTP 334.009 (Cementos Portland. Requisitos), que toma en cuenta cinco tipos distintos de cemento en nuestro país:

- **El cemento tipo I** es apropiado para cualquier uso cuando no se necesitan cualidades especiales de ningún otro tipo.
- **Cemento Tipo II y Tipo II(MH):** Generalmente se usa, especialmente cuando se necesita calor de hidratación o un grado moderado de resistencia a los sulfatos.
- **Cemento Tipo III:** Ofrece excelente resistencia, especialmente en niños pequeños.

- **Utilice cemento Tipo IV** para bajo calor de hidratación.
- **Cemento Tipo V:** Este tipo de cemento se utiliza en concreto donde el sulfato tendrá un impacto significativo. (Vargas Salazar, 2021)

### **1.2.5 Agregados**

Según (Becerra Goigochea & Olano Quinde, 2022)

Los agregados, son materiales granulares inertes de origen natural o manufacturado que varían en granulometría de 0 a 100 mm. Son los que dan a los morteros y al hormigón su estabilidad, resiliencia y economía. Tanto la norma ASTM C33 como la norma NTP 400.037 definen sus cualidades. Las cualidades técnicas y financieras del hormigón están muy influenciadas por la función que desempeñan los áridos. Aproximadamente 3/4 del volumen total se componen de ellos, o el 75% del volumen total; la porción restante es pasta de cemento, que rellena los espacios entre los gránulos y los mantiene unidos.

El uso de áridos va más allá de su función como ingrediente de relleno económico en comparación con la pasta de cemento; también mejoran significativamente la durabilidad, la resistencia mecánica, la contracción, la fluencia y la resistencia a la abrasión del concreto. Las características físicas, térmicas e incluso químicas de los áridos, a pesar de su definición como materiales inertes, impactan en gran medida en las características del hormigón.

#### **1.2.5.1 Agregado Fino**

El material que pasa por una malla de 9,5 mm (3/8") se denomina agregado fino y en nuestro país cumple con los requisitos de la norma técnica peruana

(NTP) 400.037. Sus partículas son firmes, compactas, limpias y de textura angular. Para que el concreto se desarrolle y se comporte como se predijo, el origen jugará un papel crucial en el establecimiento de sus propiedades. No solo pasa el tamiz de 3/8" por completo, sino que también necesita pasar el tamiz No. 04 en al menos el 95% del tiempo para mantenerse en el tamiz No. 200 y cumplir con las restricciones establecidas en la norma ASTM C 33.

El material debe estar libre de escombros, terrones, sales, materiales orgánicos u otras cosas que puedan dañar el concreto. Los estudios que demuestren que el material produciría concreto con la resistencia necesaria a satisfacción de las partes pueden permitir el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones estipuladas (ASTM C33).

### **Granulometría (NTP 400.037)**

Como sugiere el nombre, es el proceso de medir el tamaño de las partículas en un laboratorio utilizando varios tamices o mallas adecuadamente calibradas. Siempre que el concreto cumpla con los requisitos marcados en la norma ASTM, el módulo de finura es una característica que permite generar concreto de mayor calidad.

#### **1.2.5.2 Agregado grueso**

El material que queda retenido en el tamiz número 4 y se encuentra dentro de los límites de la norma ASTM C33 se conoce como agregado grueso. Se

deriva de la descomposición mecánica o natural de las rocas.

### **Granulometría (400.037 o ASTM C33)**

Se tiene en cuenta el árido grueso, que puede ser piedra triturada o árido natural, siempre que se mantenga dentro de los parámetros establecidos.

#### **1.2.5.3 Propiedades físicas de los agregados**

- **Peso unitario (NTP 400.017).** El peso unitario, que es el peso que alcanza una determinada unidad de volumen, es función tanto del peso como del volumen que ocupa, incluido el volumen aparente, o volumen de huecos entre partículas. y los pesos unitarios compactados y sueltos, en ese orden. Con una gravedad específica alta, cuanto mayor es el peso unitario, más cambia entre 1500 y 1700 lm/lm.
- **Gravedad Especifica (NTP 400.021 - NTP 400.022).** El peso de la sustancia y el peso de un volumen igual a la cantidad de agua desplazada se relacionan de manera inversa. Dado que el valor se utiliza para dosificar la combinación, tiene gran importancia en las mezclas de hormigón.
- **La capacidad de absorción (NTP 400.021 - NTP 400.022)** Se define como la presencia de humedad en el punto de saturación, o como agua ocupando poros accesibles o abiertos.

- **La humedad general, o (NTP 339 127 339.185)** El peso de las partículas sólidas en el agua y el peso del agua misma dentro de los espacios están relacionados entre sí.
- **Pase de Tamiz N° 200 por lavado (NTP 400.018)** Se conoce cualquier método mecánico o manual que se pueda utilizar para separar las partículas constituyentes del agregado según su tamaño, de manera que se pueda determinar el peso de cada componente de tamaño que contribuye al peso total del agregado. como análisis de partículas agregadas. Para la separación por tamaños se utilizan mallas con diferentes aperturas, permitiendo el mayor tamaño de agregado posible en cada una. El peso de cada dimensión se da, en realidad, como una proporción del número total de muestras mantenidas en cada malla. Cada malla tiene estos porcentajes retenidos calculados tanto parcial como acumulativamente.
- **Composición química mediante el método ARPL PEX-01** El objetivo de esta prueba es identificar los elementos constitutivos de los agregados finos y determinar si su concentración supera el 0,5%, así como su composición química. El análisis químico mediante la técnica de fluorescencia de rayos X se conoce como Método ARPL 32 PEX-01. Los resultados se dan como óxidos de silicio,

aluminio, hierro, calcio, magnesio, sulfato, sodio, potasio, etc.

- Contenidos de carbono, lignito, materiales orgánicos, sales solubles, sulfatos y cloruros. (Becerra Goigochea & Olano Quinde, 2022)

### **1.2.6 Principales Factores que afectan la durabilidad del concreto.**

Según (Ochoa Gallardo, 2018)

A lo largo de su vida útil, el concreto está expuesto a una variedad de procesos químicos, físicos, mecánicos y biológicos como resultado de sus interacciones con el ambiente externo (como el clima y las circunstancias de uso) y las propiedades únicas de cada uno de ellos. sus partes constituyentes. organizar las causas principales de la degradación del hormigón en las siguientes categorías:

- Factores específicos del material, como tipo de cemento, aditivos minerales, características del agregado y del agua, relación cemento/agua, circunstancias de dosificación, interacción álcali-agregado, métodos de instalación y preparación, y duración del curado.
- Las variables externas incluyen condiciones biológicas, velocidad del fluido en contacto, fluctuaciones de temperatura y humedad relativa, abrasión, cavitación, ataques de ácidos y sulfatos, y ciclos de humectación y secado. (Ochoa Gallardo, 2018)

### **1.2.7 Agua**

Según (Becerra Goigochea & Olano Quinde, 2022)

El segundo ingrediente esencial del hormigón es el agua, que se utiliza tanto para mezclar como para curar. en función de características adicionales o del propósito para el que se emplea.

Para su uso en la mezcla de concreto, el agua debe estar libre de contaminantes peligrosos. Quedan estrictamente prohibidas las aguas ácidas, calcáreas, carbonatadas, aguas de relaves marinos y mineros, fluidos industriales o minerales que contengan sulfatos, desechos orgánicos, humus o aguas residuales.

Se deben cumplir los siguientes criterios: máximo cloruros 300 pmm, máximo sulfatos 300 pmm, máximo sales de magnesio 150 pmm, sales solubles totales 1500 pmm, pH mayor a 7, sólidos suspendidos 1500 pmm y materia orgánica 10 pmm. Sólo entonces se determinará la calidad del agua mediante un seguimiento exhaustivo y pruebas de laboratorio verificadas y autenticadas honestamente.

#### **1.2.7.1 Agua para mezcla**

El agua debe ser pura y libre de contaminantes por encima de cierto umbral para que sea apropiada para la mezcla de concreto. Esto asegura que el cemento se hidratará según lo previsto, que fraguará y endurecerá más temprano que tarde, que no perderá su resistencia y que no habrá peligros duraderos. En su mayor parte, el hormigón se puede fabricar utilizando líquidos sin sabores, colores y olores que no burbujan ni liberan gases cuando se mezclan. Sin embargo, se cree que el hormigón se ve perjudicado

por el agua que contiene azúcares, desechos orgánicos, aceites, sulfatos, sales alcalinas, dióxido de carbono y productos químicos de desechos industriales.

#### **1.2.7.2 Agua para curado**

Si bien el agua de curado generalmente debe cumplir con los mismos estándares que el agua de mezcla, es una práctica común en los sitios de construcción utilizar la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto.

(Becerra Goigochea & Olano Quinde, 2022)

#### **1.2.8. Acero Reciclado**

Según (Alcantara Reyes & Mendieta Ponce, 2023)

Las características del acero no desaparecen cuando se recicla para siempre. El acero es extremadamente beneficioso para estructuras de construcción, máquinas, herramientas, proyectos de obras públicas, etc. debido a estas cualidades. Como resultado de su alta resiliencia al impacto y la fatiga, promueve el avance de las tecnologías industrializadas.

##### **1.2.8.1 Tipos de Aceros Reciclables**

- **Viruta de acero** "Es un material sobrante y roto con forma de espiral o lámina que se produce al perforar o cepillar el metal; este tipo de material se encuentra principalmente en las industrias que producen metal". También se puede definir que es un residuo que se obtenía utilizando diversas maquinarias en talleres siderúrgicos industriales. Este material actualmente se

desecha como chatarra, pero puede reciclarse y reutilizarse en el futuro.

#### ❖ **Tipos de viruta de acero**

- **Viruta continua.** "Este tipo de viruta se produce de forma rápida y automática". Se necesita una sustancia dúctil para producir este tipo de material."
- **viruta discontinua.** "Este tipo de viruta se fragmenta con regularidad y normalmente está compuesta de materiales de desecho que tienen una mayor propensión a fracturarse; los cortes se producen a un ritmo más lento y normalmente en un ángulo más pequeño, lo que resulta en cortes superficiales".
- **Viruta combinada.** Como no les importa el reciclaje, los trabajadores de los talleres industriales suelen mezclar todos los elementos para la venta para crear virutas de acero combinadas.
- **Esponja de acero.** Para crear un producto metálico ligero y poroso, se extrae oxígeno del mineral de hierro para crear la esponja de acero. Lo hacen mediante el uso de hornos rotatorios, que liberan oxígeno mediante la acción del carbón, convirtiendo una cantidad significativa

de hierro en su forma metálica. Utilizándolo como relleno en la producción de acero.

- **Varilla de acero.** Debido a que es resistente a los terremotos, las barras de acero son el mejor material de refuerzo para la construcción de obras civiles en nuestro clima actual. En el sector de la construcción, se trata de una barra estándar para el montaje de edificios. Para lograr el contacto mecánico con el hormigón, se utiliza acero al carbono laminado para crear una barra circular y sólida con protuberancias a lo largo de la misma.

- **Escoria de acero**

Las chatarras ferrosas, conocidas frecuentemente como escorias, mientras se elabora el cemento, son aconsejadas en la industria de la construcción.

Entre otras cosas, la escoria de Portland es un árido que se utiliza en el asfalto.

### **1.3 Definición de términos básicos**

#### **Trabajabilidad.**

Se refiere a lo sencillo que es mezclar una cantidad específica de componentes para crear hormigón, que luego se puede mover, posicionar y trabajar con el menor esfuerzo y la mayor homogeneidad en las circunstancias laborales especificadas.

#### **Consistencia.**

Esta característica es la que determina la humedad de la mezcla en función de lo fluida que sea; Así, se sabe que cuanto más fluida sea la mezcla, más fácil será que el hormigón fluya durante la instalación.

**Segregación.**

Cuando el agregado grueso comienza a desprenderse del mortero, se denomina examen mecánico del concreto recién mezclado en sus piezas componentes.

**Tiempo de Fraguado**

Es el intervalo de tiempo entre la solidificación de la pasta y el mezclado del cemento con el agua. Tiene una medida de minutos.

**Agregado grueso**

El material que queda retenido en el tamiz número 4 y se encuentra dentro de los límites de la norma ASTM C33 se conoce como agregado grueso.

**Viruta de acero**

Es un material sobrante y roto con forma de espiral o lámina que se produce al perforar o cepillar el metal.

**Escoria de acero**

Las chatarras ferrosas, conocidas frecuentemente como escorias, mientras se elabora el cemento, son aconsejadas en la industria de la construcción.

**Viruta combinada.**

Como no les importa el reciclaje, los trabajadores de los talleres industriales suelen mezclar todos los elementos para la venta para crear virutas de acero combinadas.

## **Capítulo II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1 Descripción del problema**

El mundo de la construcción en el Perú y en nuestra región resulta ser uno de los sectores más productivos que impulsa considerablemente la economía y que va en aumento cada día. En tal sentido es uno de los sectores más importantes en el cual se va utilizando diferentes tipos de agregado naturales que cada día se va extinguiendo de las diferentes canteras que se encuentran situados en nuestra región. Por ello en una manera de fomentar la cultura del reciclaje en esta investigación se vio una manera de aportar en el mismo utilizando acero reciclado del parque automotor dado que el crecimiento del mismo va en aumento en nuestra ciudad, el cual se utilizara en el diseño de mezcla como parte del agregado grueso, sabiendo que en nuestra ciudad carecemos de agregado grueso, el cual para ser utilizado en cualquier proyecto se tiene que transportar desde otras regiones. Por tal motivo llegamos al punto de realizar esta investigación y con ello llegar a una conclusión para ver cuánto se diferencian cada uno de los resultados de resistencia a la compresión y dar a conocer si la adición del acero reciclado como parte del agregado grueso incrementa o disminuye la resistencia a la compresión del concreto.

### **2.2 Formulación del problema**

#### **2.2.1 Problema general**

¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto convencional  $f'_c=210$  adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso - Iquitos 2023?

### 2.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto convencional  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso - Iquitos 2023?
- ¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto convencional  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  - Iquitos 2023?

## 2.3 Objetivos

### 2.3.1 Objetivo general

Determinar la resistencia a la compresión de un concreto convencional  $f'c=210$  adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso - Iquitos 2023

### 2.3.2 Objetivos específicos

Determinar la resistencia a la compresión de un concreto convencional  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso - Iquitos 2023

Determinar la resistencia a la compresión de un concreto convencional  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  - Iquitos 2023

## 2.4. Hipótesis

**Hi:** Existe diferencia en los resultados de resistencia a la compresión de un concreto  $210\text{kg/cm}^2$  adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso.

**H0:** No Existe diferencia en los resultados de resistencia a

la compresión de un concreto 210kg/cm<sup>2</sup> adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso.

## **2.5 Variables**

### **2.5.1 Identificación de Variables**

**(X):** Acero reciclado.

**(Y):** Resistencia a la compresión.

### **2.5.2 Definición conceptual y operacional de las variables**

#### **2.5.2.1 Definición Conceptual**

Se entiende por ACERO RECICLADO a los restos del acero que ya cumplieron su tiempo de vida útil o a los sobrantes de los mismos.

Se entiende por RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN a la capacidad de soportar una carga uniaxial.

#### **2.5.2.2 Definición Operacional**

**ACERO RECICLADO** El acero es extremadamente beneficioso para estructuras de construcción, máquinas, herramientas, proyectos de obras públicas, etc.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION**, consiste en aplicar una carga axial a cilindros moldeados comúnmente llamados (probetas) a una velocidad normalizada mientras ocurre la falla.

### 2.5.3 Operacionalización de Variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	NATURALEZA	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Acero reciclado	Independiente	Cuantitativa	El acero es extremadamente beneficioso para estructuras de construcción, máquinas, herramientas, proyectos de obras públicas, etc.	Cumplimiento con la Norma NTP 400 037 2014	Norma Técnica 400 037 2014
Resistencia a la compresión	Dependiente	Cuantitativa	consiste en aplicar una carga axial a cilindros moldeados comúnmente llamados (probetas) a una velocidad normalizada mientras ocurre la falla.	Cumplimiento con la Norma ASTM C39M	Norma Técnica ASTM C39M

## Capítulo III: METODOLOGÍA

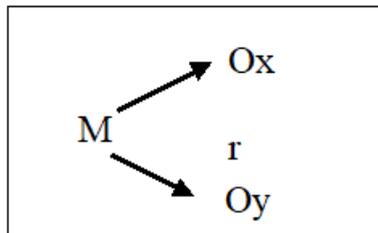
### 3.1 Tipo y Diseño de investigación

#### 3.1.1 Tipo de investigación

Encontrar el vínculo entre variables es la razón por la que la investigación es parte de un diseño relacional. (BORJA, 2014)

#### 3.1.2 Diseño de investigación

El diagrama del diseño es el siguiente:



Donde:

M = Muestra en estudio

Ox, Oy = Observación cada variable

r..... = Relación entre las variables observadas

(Díaz Cerron & Huayhua Achircana, 2014)

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1 Población**

Dado que se trata de un estudio experimental, cada sonda que se haya construido se incluirá en la población. Para realizar el análisis de este proyecto, se realizarán pruebas utilizando cemento APU, agregado fino de cantera geodésica de la carretera Iquitos - Nauta y acero reciclado como parte del agregado grueso.

### **3.2.2 Muestra**

Aunque el término técnico adecuado para la unidad de análisis de investigación es muestra de hormigón, el término "PROBETA" se utiliza con mayor frecuencia. Como resultado, las 72 muestras de concreto que se crearán en el laboratorio constituirán la población de esta investigación. Los mismos se dividirán en dos grupos: 36 ejemplares con piedra triturada como agregado grueso natural y otros 36 ejemplares con acero reciclado como parte del agregado grueso.

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

### **3.3.1. Técnicas de Recolección de datos**

Se utilizará la norma técnica ASTM C31 para recopilar datos, estimar la resistencia del concreto in situ y crear protocolos para pruebas de curado en campo. Para probar sondas cilíndricas se sigue la norma ASTM C39, "Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de sondas cilíndricas de hormigón".(ASTM C39)

### **3.3.2. Instrumentos de recolección de datos**

El Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de la Universidad Científica del Perú suministrará las herramientas y equipos necesarios para los ensayos a realizarse al concreto en su estado fresco y endurecido.

cuyos aparatos hayan sido correctamente calibrados para producir resultados adecuados a cada estudio y que satisfagan los objetivos especificados. Para obtener resultados confiables, cada equipo y material utilizado cumple con los requisitos de su Norma Técnica correspondiente.

### **3.3.3. Procedimientos de Recolección de datos**

Para la prueba de resistencia a la compresión se determina dividiendo la carga última por el área de la sección que resiste la carga y se expresa en  $\text{kg/cm}^2$ , la resistencia a la compresión se determina mediante la rotura de probetas cilíndricas de concreto en una máquina de prueba de compresión. Para encontrar la resistencia a la compresión, se suelen utilizar tres tipos diferentes de sondas: sondas cúbicas, sondas cilíndricas de 10 x 20 cm y sondas cilíndricas de 4 x 8". Encontrar la resistencia a la compresión máxima de una muestra contra una carga aplicada axialmente es siempre el objetivo principal de la prueba. El ensayo de resistencia mecánica a compresión simple es un ensayo de uso común que está cubierto, entre otras fuentes, por la EHE 08 (2008), la UNE EN 12390 (2003) y la NTC 673 (2010).

Como se indica en la parte "colocación de las

muestras", la resistencia a la compresión de la muestra se calcula dividiendo la mayor carga soportada durante el ensayo por el área de la sección transversal promedio encontrada utilizando el diámetro medido. La precisión del resultado de la prueba es de 100 kpa (1 kgf/cm).

La siguiente información debe incluirse en el registro de resultados:

- Clave de identificación de ejemplares.
- La edad nominal del ejemplar.
- La altura y el diámetro, medidos al milímetro más cercano.
- El área de la sección transversal, redondeada a la décima más cercana en centímetros.
- La masa del ejemplar en kilogramos.
- carga máxima en (kgf).
- Resistencia a la compresión, estimada con la fuerza más cercana de un kilogramo por centímetro (100 kPa).
- Cualquier defecto encontrado en el cráneo o el cuerpo del ejemplar.
- Una avería de la falla de ruptura.

### **3.4 Procesamiento y análisis de datos**

Para el análisis y procesamiento de los datos estadísticos se ha utilizado el programa Microsoft Excel.

## Capítulo IV RESULTADOS

### 4.1. Análisis granulométrico por tamizado ASTM C – 136 del agregado fino

**TABLA : 1 Análisis granulométrico por tamizado ASTM C – 136**

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

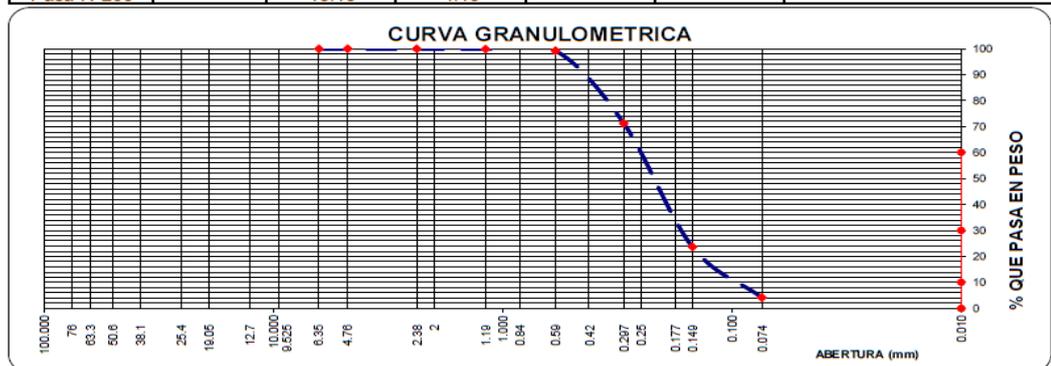
**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Geodesica  
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta Km 14+000.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					Clas. SUCS : SP
1/2"	12.700					Clas. AASHTO : A-3 (0)
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760					
N°08	2.380				100.00	
N°16	1.190	0.23	0.05	0.05	99.95	
N°30	0.590	2.88	0.66	0.71	99.29	
N°50	0.297	122.21	27.96	28.67	71.33	
N°100	0.149	208.02	47.60	76.27	23.73	
N°200	0.074	85.58	19.58	95.85	4.15	
Pasa N°200		18.13	4.15			

Muestra Seca : 437.05  
 Muestra Lavada: 418.92

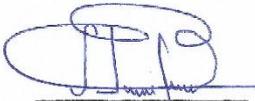
MF : 1.06  
 Superficie específica: 62.86



**ESPECIFICACIONES** : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladada al Laboratorio por la tesista.

**RESULTADOS** : Arena mal graduada, de color blanca, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).  
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 4.15 %.  
 El módulo de fineza del agregado es 1.06.

  
**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 2** Análisis granulométrico por tamizado ASTM C – 136

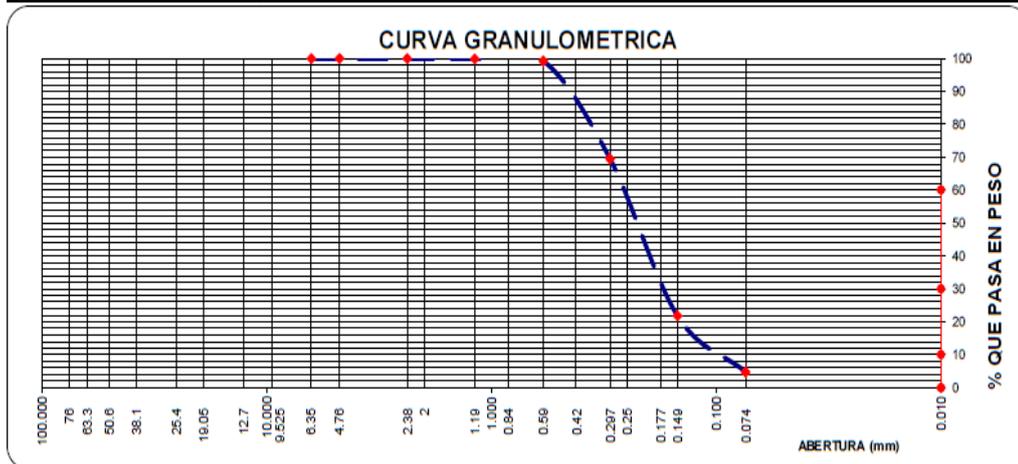
<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM C - 136**

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Geodesica  
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta Km 14+000.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050					Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					Peso de Muestra en Gr.
1/4"	6.350					Muestra Seca : 400.23
N°04	4.760					Muestra Lavada: 381.12
N°08	2.380				100.00	
N°16	1.190	0.15	0.04	0.04	99.96	
N°30	0.590	2.62	0.65	0.69	99.31	
N°50	0.297	119.36	29.82	30.51	69.49	MF : 1.09
N°100	0.149	190.63	47.63	78.15	21.85	Superficie específica: 63.83
N°200	0.074	68.36	17.08	95.23	4.77	
Pasa N°200		19.11	4.77			



**ESPECIFICACIONES :** El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por la tesista.

**RESULTADOS :** Arena mal graduada, de color blanco, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).  
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 4.77 %.  
 El módulo de fineza del agregado es 1.09.

  
**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 3** Análisis granulométrico por tamizado ASTM C – 136

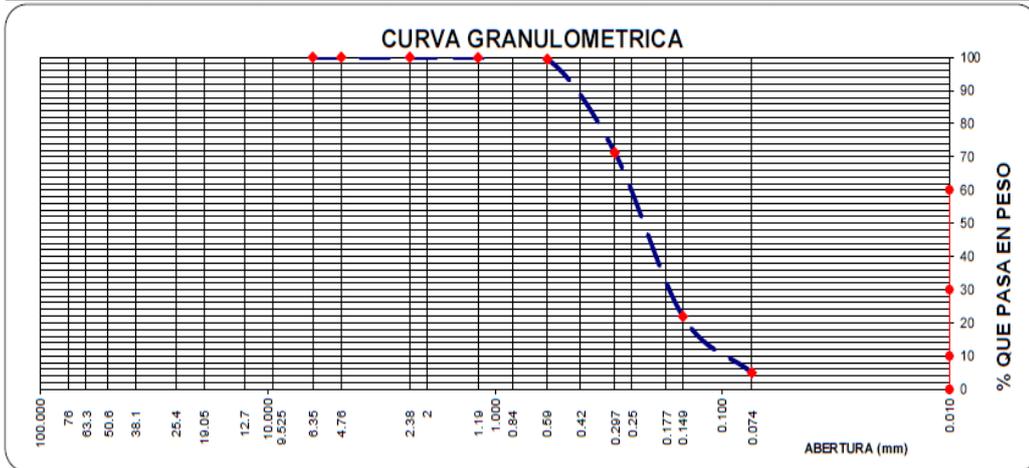
<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM C - 136**

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Geodesica  
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta Km 14+000.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050					Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					Peso de Muestra en Gr.
1/4"	6.350					Muestra Seca : 412.36
N°04	4.760					Muestra Lavada: 391.70
N°08	2.380				100.00	
N°16	1.190	0.18	0.04	0.04	99.96	
N°30	0.590	1.96	0.48	0.52	99.48	
N°50	0.297	116.36	28.22	28.74	71.26	MF : 1.07
N°100	0.149	203.36	49.32	78.05	21.95	Superficie específica: 64.69
N°200	0.074	69.84	16.94	94.99	5.01	
Pasa N°200		20.66	5.01			



**ESPECIFICACIONES** : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por la testista.

**RESULTADOS** : Arena mal graduada, de color blanco, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).  
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 5.01 %.  
 El módulo de fineza del agregado es 1.07.

  
**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 4** Peso unitario suelto del agregado

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO  
ASTM C - 29**

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Geodesica  
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta Km 14+000.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7041	7044	7069
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	4123	4126	4151
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.458	1.459	1.468
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	<b>1,462</b>		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	<b>45.83%</b>		

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladada al Laboratorio por la tesista.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1462 Kg/m3.



**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP 291214

**TABLA : 5** Peso unitario compactado del agregado.

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO  
ASTM C - 29**

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Geodesica  
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta Km 14+000.

Nº DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7789	7824	7808
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	4871	4906	4890
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.723	1.735	1.730
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	<b>1,729</b>		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	<b>35.78%</b>		

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladada al Laboratorio por la tesista.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1729 Kg/m3.

  
 JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 6** Gravedad específica y absorción del agregado.

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO  
ASTM C - 128**

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Geodesica  
 Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta Km 14+000.

**Agregado Fino**

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	261.18	261.63	260.67	
B	Peso Frasco + H2O	707.46	676.32	719.23	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	968.64	937.95	979.90	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	869.63	838.62	884.73	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	99.01	99.33	95.17	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	260.32	260.82	259.85	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	98.15	98.52	94.35	
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.629	2.626	2.730	2.662
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.638	2.634	2.739	2.670
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.652	2.647	2.754	2.685
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.33	0.31	0.32	0.32

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladada al Laboratorio por la tesista.

**RESULTADOS :** El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.685 gr/cc.  
 El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.32%.



**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 7** Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N°200

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200  
ASTM C - 117**

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	360.36	352.61	354.99
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	333.41	327.22	327.91
PESO DE TARA (gr)	84.25	83.69	69.34
% QUE PASA LA MALLA N°200	9.76	9.44	9.48
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	<b>9.56</b>		

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo de Cantidad de Material Fino que Pasa por el Tamiz N°200 se desarrolló según la Norma ASTM C 117.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al laboratorio por la tesista.

**RESULTADOS :** El promedio del porcentaje que pasa la malla N°200 del agregado fino es 9.56 %.

  
 JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

## 4.2 Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

**TABLA : 8** Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. <b>Asesor:</b> Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

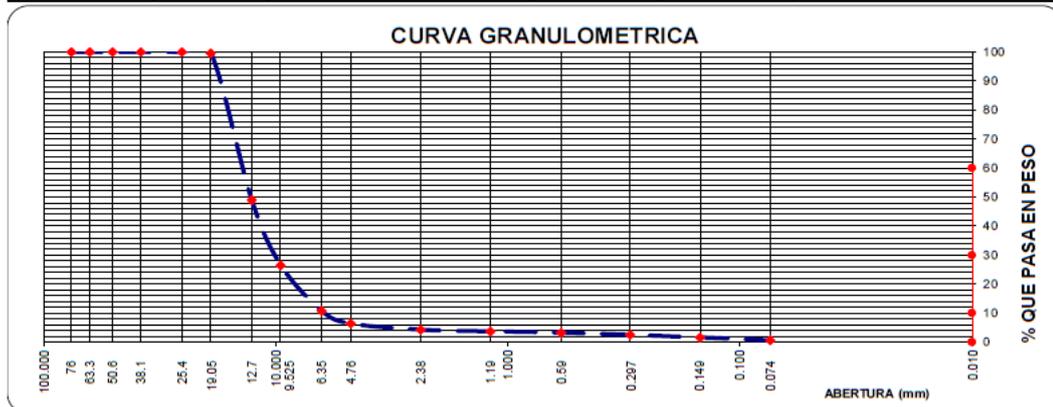
**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Sector Papa Cocha  
 Ubicación : Cauce del Río Huallaga en Sector Papacocha, Dist. Papaplaya, Prov. y Dep. San Martin

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400				100.00	
3/4"	19.050	19.73	0.38	0.38	99.62	
1/2"	12.700	2643.48	50.65	51.03	48.97	
3/8"	9.525	1169.75	22.41	73.44	26.56	
1/4"	6.350	821.78	15.75	89.19	10.81	
N°04	4.760	228.17	4.37	93.56	6.44	
N°08	2.380	111.78	2.14	95.70	4.30	
N°16	1.190	29.99	0.57	96.28	3.72	
N°30	0.590	23.53	0.45	96.73	3.27	
N°50	0.297	40.15	0.77	97.50	2.50	
N°100	0.149	44.63	0.86	98.35	1.65	
N°200	0.074	50.61	0.97	99.32	0.68	
Pasa N°200		35.40	0.68			

Peso de Muestra en Gr.  
 Muestra Seca : 5219.00  
 Muestra Lavada: 5183.60

MF : 6.52  
 TMN : 3/4"



**ESPECIFICACIONES** : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado grueso se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumple con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a piedra chancada de color gris, trasladada al laboratorio por el tesista.

**RESULTADOS** : El módulo de fineza del agregado grueso es 6.52.

  
 JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 9** Peso unitario suelto del agregado

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

## PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO ASTM C - 29

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Sector Papa Cocha  
 Ubicación : Cauce del Río Huallaga en Sector Papacocha, Dist. Papaplaya, Prov. y Dep. San Martín

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	13434	13544	13277
PESO DE MOLDE (gr.)	3347	3347	3347
PESO DE MUESTRA	10087	10197	9930
VOLUMEN DE MOLDE	7074	7074	7074
PESO UNITARIO	1.426	1.441	1.404
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	<b>1,424</b>		
VACÍOS EN EL AGREGADO (%)	<b>45.77</b>		

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado grueso se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a piedra chancada de color gris, trasladada al laboratorio por el tesista.

**RESULTADOS :** El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado grueso es 1424 Kg/m3. Los vacíos en el agregado es igual a 45.77 % del volumen.

  
 JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP 291214

**TABLA : 10** Peso unitario compactado del agregado.

 Universidad Científica del Perú	Investigación: <b>ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.</b>	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

## PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO ASTM C - 29

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Sector Papa Cocha  
 Ubicación : Cauce del Río Huallaga en Sector Papacocha, Dist. Papaplaya, Prov. y Dep. San Martín

Nº DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	14537	14478	14393
PESO DE MOLDE (gr.)	3347	3347	3347
PESO DE MUESTRA	11190	11131	11046
VOLUMEN DE MOLDE	7074	7074	7074
PESO UNITARIO	1.582	1.574	1.561
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1,572</b>		
VACÍOS EN EL AGREGADO (%)	<b>40.14</b>		

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado grueso se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a piedra chancada de color gris, trasladada al laboratorio por el tesista.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado grueso es 1572 Kg/m<sup>3</sup>.  
 Los vacíos en el agregado es igual a 40.14 % del volumen.


---

**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 11** Gravedad específica y absorción del agregado.

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO ASTM C - 127

**DATOS DE CAMPO**

Cantera : Sector Papa Cocha  
 Ubicación : Cauce del Río Huallaga en Sector Papacocha, Dist. Papaplaya, Prov. y Dep. San Martín

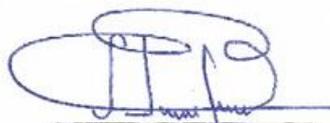
#### Agregado Grueso

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco+malla (en aire)	842.51	996.97	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seco+malla (en agua)	540.03	639.18	
C	Peso de malla (en aire)	78.87	84.55	
D	Peso de malla (en agua)	65.27	70.93	
E	Peso de Mat. Seco en Estufa + malla (aire)	835.94	989.96	
F	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) = (A-C)	763.64	912.42	
G	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en agua)=(B-D)	474.76	568.25	
H	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (F-G)	288.88	344.17	
I	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C) = E-C	757.07	905.41	
J	Vol. Masa = (H-(F-I))	282.31	337.16	
Peso Específico de Masa (Base Seca)= (I/H)		2.621	2.631	2.626
Peso Específico de Masa (S.S.S)= (F/H)		2.643	2.651	2.647
Peso Específico Aparente= (I/J)		2.682	2.685	2.684
% de Absorción = ((F-I)/I)*100		0.87	0.77	0.82

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado grueso se desarrolló según las Normas ASTM C 127 y N.T.P. 400.021.

**OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a piedra chancada de color gris, trasladada al laboratorio por el tesista.

**RESULTADOS :** El Peso Específico del agregado grueso es 2.626 gr/cc.  
 El Porcentaje de Absorción del agregado grueso es 0.82%.

  
 JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP 291214

### 4.3 Diseño de mezcla de concreto

**TABLA : 12** Diseño de mezcla de concreto.

 Universidad Científica del Perú	Investigación: <b>ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.</b>
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Resistencia Específica	:	F <sub>c</sub>	:	210	kg/cm <sup>2</sup>
<b>DATO DE CAMPO</b>		<b>AGREGADO FINO</b>			<b>AGREGADO GRUESO</b>
Cantera	:	Geodesica			Sector Papa Cocha
Ubicación	:	Carretera Iquitos a Nauta km 14			Cauce del Río Huallaga en Sector Papacocha.

#### INFORMACION

#### A. MATERIALES

##### 1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	APU Tipo GU
Peso Específico	:	3.05 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>

##### 2. AGREGADOS

	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Específico	: 2.66 gr/cc	2.63 gr/cc
Porcentaje de Absorción	: 0.32 %	0.87 %
Peso Unitario Suelto	: 1,462 Kg/m <sup>3</sup>	1,424 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	: 1,729 Kg/m <sup>3</sup>	1,572 Kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza	: 1.07	6.52
Tamaño Maximo Nominal	: ---	3/4"
Humedad para Diseño	: 4.74 %	1.56 %

#### B. CARACTERISTICAS

##### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Asentamiento Slump	:	4 1/2" - 5 1/2"
Estimación de Agua	:	255 Lts/m <sup>3</sup>
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.66
Factor Cemento	:	C=A/Rac 255.00 / 0.66 = 386.4 = 9.09 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	3.50 %
Combinación de Agregados	:	50% A. FINO 50% A. GRUESO

#### C. CALCULO

##### 4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	386.4 / 3050	=	0.127 m <sup>3</sup>
Agua	:	255.00 / 1000	=	0.255 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	3.50 / 100	=	0.035 m <sup>3</sup>
				<u>0.417 m<sup>3</sup></u>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.416689	=	0.583 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	50% 0.292 x 2662	=	777.3 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Grueso	:	50% 0.292 x 2626	=	766.8 m <sup>3</sup>

##### 5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	386.4 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	255.0 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	777.3 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	766.8 Kg/m <sup>3</sup>

##### 6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	777.30 x 1.0474	=	814.1 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Humedo del A. Grueso	:	766.79 x 1.0156	=	778.8 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino	:	4.74 - 0.32	=	4.42 %
Humedad Superficial A. Grueso	:	1.56 - 0.87	=	0.69 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	777.30 x 0.0442	=	34.36 Lts.
Aporte de Humedad A. Grueso	:	766.79 x 0.0069	=	5.29 Lts.
				<u>39.65 Lts.</u>
Agua Efectiva de Diseño	:	255.00 - 39.65	=	215.40 Lts.

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

#### 7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	386.4	Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	215.4	Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	814.1	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	778.8	Kg/m <sup>3</sup>

#### 8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	386.40	/	386.40	=	1.00
Agregado Fino	:	814.1	/	386.40	=	2.11
Agregado Grueso	:	778.8	/	386.40	=	2.02
Agua	:	0.56	x	42.50	=	23.80

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C	AF	AG	Agua	Lts/m <sup>3</sup>
		1	: 2.11	: 2.02	: 23.80	

#### 9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1531.30	Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto Humedo A. Grueso	:	1446.21	Kg/m <sup>3</sup>

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C	AF	AG	Agua	Lts/m <sup>3</sup>
		1	: 2.05	: 2.08	: 23.80	

#### 10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5	Kg
Agregado Fino	:	89.7	Kg
Agregado Grueso	:	85.9	Kg
Agua Efectiva	:	23.8	lts.

**ESPECIFICACIONES** : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES** : El material en la mezcla es arena blanca y piedra chancada gris, traslada al laboratorio por el tesista. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

**RECOMENDACIONES** : Se recomienda verificar el contenido de humedad de los agregados antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.


---

**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

## 4.4 Diseño de mezcla de concreto con acero reciclado

**TABLA : 13** Diseño de mezcla de concreto con acero reciclado

 Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ACERO RECICLADO

Resistencia Específica :  $f_c$  : 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### INFORMACION

#### A. MATERIALES

##### 1. CEMENTO

Marca y Tipo : **APU Tipo GU**  
 Peso Específico : 3.05 gr/cc  
 Peso Unitario : 1500 kg/m<sup>3</sup>

##### 2. AGREGADOS

##### AGREGADO FINO

Peso Específico : 2.662 gr/cc  
 Porcentaje de Absorción : 0.32 %  
 Peso Unitario Suelto : 1,462 Kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Unitario Compactado : 1,729 Kg/m<sup>3</sup>  
 Modulo de Fineza : 1.07  
 Humedad para Diseño : 4.82 %

#### B. CARACTERISTICAS

##### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

Estimación de Agua : 295 Lts/m<sup>3</sup>  
 Relacion Agua/Cemento (A/C) : 0.66  
 Factor Cemento  $C=A/Rac$  : 295.00 / 0.66 = 447 = 10.52 Bls./m<sup>3</sup>  
 Contenido de Aire Atrapado : 8.50 %

#### C. CALCULO

##### 4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento : 447 / 3050 = 0.147 m<sup>3</sup>  
 Agua : 295.00 / 1000 = 0.295 m<sup>3</sup>  
 Aire Atrapado : 8.50 / 100 = 0.085 m<sup>3</sup>  


---

 0.527 m<sup>3</sup>

Volumen Absoluto de los agregados : 1.000 - 0.527 = 0.473 m<sup>3</sup>  
 Peso del Agregado Fino : 0.473 x 2662 = 1260.3 kg

##### 5. VALORES DE DISEÑO

Cemento : 447.0 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agua : 295.0 Lts/m<sup>3</sup>  
 Agregado Fino : 1260.3 Kg/m<sup>3</sup>  
 Acero reciclado : 15.0 Kg/m<sup>3</sup>

##### 6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino : 1260.30 x 1.0482 = 1321.05 Kg/m<sup>3</sup>  
 Humedad Superficial A. Fino : 4.82 - 0.32 = 4.50 %  
 Aporte de Humedad A. Fino : 1260.30 x 0.045 = 56.71 Lts.  
 Agua Efectiva de Diseño : 295.00 - 56.71 = 238.3 Lts.

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> <b>ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.</b>	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

### 7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	447.0 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	238.3 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1321.0 Kg/m <sup>3</sup>
Acero reciclado	:	15.0 Kg/m <sup>3</sup>

### 8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	447.00	/	447.00	=	1.00
Agregado Fino	:	1321.05	/	447.00	=	2.96
Agua	:	0.53	x	42.50	=	22.53

<b>DOSIFICACIÓN EN PESO</b>	:	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	Lts/m <sup>3</sup>
		1	2.96	22.53	

### 9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1532.47 Kg/m<sup>3</sup>

<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN</b>	:	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	Lts/m <sup>3</sup>
		1	2.87	22.53	

### 10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	125.8 Kg
Agua Efectiva	:	22.53 lts.

**ESPECIFICACIONES** : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITE N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

**OBSERVACIONES** : El material en la mezcla es arena de color blanco, traslada al laboratorio por la tesista. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

  
 JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

## 4.5 Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto con acero reciclado.

**TABLA : 14** Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión curado durante 3 días.

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

### ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Resistencia específica	210 kg/cm <sup>2</sup>	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.66	Peso específico	3.05 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 3 días
-----------	-------------------------------

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	16/10/2023	3	10.16	123.6	12,604	81.073	155	<b>155</b>
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	16/10/2023	3	10.19	125.6	12,811	81.473	157	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	16/10/2023	3	10.20	124.4	12,680	81.633	155	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	16/10/2023	3	10.03	120.4	12,272	79.012	155	
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	16/10/2023	3	10.21	122.7	12,507	81.793	153	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	16/10/2023	3	10.11	122.6	12,500	80.277	156	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	16/10/2023	3	10.20	121.4	12,375	81.633	152	
8	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	16/10/2023	3	10.18	122.5	12,496	81.393	154	
9	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	16/10/2023	3	10.18	123.7	12,609	81.393	155	

DESVIACIÓN ESTANDAR	1.60
---------------------	------

VARIANZA	2.55
----------	------

COEF. DE VARIACION	1.03
--------------------	------

  
 \_\_\_\_\_  
**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 15** Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión curado durante 7 días.

 Institución: Universidad Científica del Perú	Investigación: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Resistencia específica	210 kg/cm <sup>2</sup>	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.66	Peso específico	3.05 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días
-----------	-------------------------------

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	20/10/2023	7	10.18	152.4	15,536	81.393	191	<b>194</b>
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	20/10/2023	7	10.18	155.3	15,840	81.393	195	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	20/10/2023	7	10.18	154.4	15,741	81.393	193	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	20/10/2023	7	10.20	156.3	15,942	81.633	195	
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	20/10/2023	7	10.21	154.3	15,732	81.873	192	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	20/10/2023	7	10.19	157.5	16,058	81.553	197	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	20/10/2023	7	10.20	154.4	15,742	81.713	193	
8	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	20/10/2023	7	10.20	154.3	15,732	81.713	193	
9	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	20/10/2023	7	10.17	155.3	15,838	81.233	195	

DESVIACIÓN ESTANDAR	1.92
---------------------	------

VARIANZA	3.70
----------	------

COEF. DE VARIACION	0.99
--------------------	------

  
 JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP 291214

**TABLA : 16 Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión curado durante 14 días.**

 Universidad Científica del Perú	Investigación: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Resistencia específica	210 kg/cm <sup>2</sup>	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.66	Peso específico	3.05 gr/cc

Condición      Curado en poza durante 14 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	27/10/2023	14	10.17	173.6	17,705	81.233	218	<b>217</b>
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	27/10/2023	14	10.21	174.3	17,769	81.873	217	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	27/10/2023	14	10.21	175.6	17,904	81.873	219	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	27/10/2023	14	10.19	172.5	17,592	81.553	216	
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	27/10/2023	14	10.17	171.3	17,472	81.153	215	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	27/10/2023	14	10.19	173.2	17,659	81.473	217	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	27/10/2023	14	10.19	175.0	17,840	81.553	219	
8	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	27/10/2023	14	10.18	173.5	17,696	81.393	217	
9	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	27/10/2023	14	10.22	174.4	17,785	82.034	217	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.39

VARIANZA
1.93

COEF. DE VARIACION
0.64



**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP 291214

**TABLA : 17** Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión curado durante 28 días.

 Universidad Científica del Perú	Investigación: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Resistencia específica	210 kg/cm <sup>2</sup>	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.66	Peso específico	3.05 gr/cc

Condición      Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	10/11/2023	28	10.18	206.3	21,032	81.393	258	<b>257</b>
2	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	10/11/2023	28	10.18	202.4	20,635	81.393	254	
3	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	10/11/2023	28	10.20	207.3	21,139	81.713	259	
4	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	10/11/2023	28	10.19	206.0	21,001	81.553	258	
5	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	10/11/2023	28	10.21	206.5	21,054	81.793	257	
6	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	10/11/2023	28	10.21	207.4	21,150	81.793	259	
7	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	10/11/2023	28	10.17	204.4	20,841	81.233	257	
8	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	10/11/2023	28	10.19	203.0	20,702	81.553	254	
9	Testigo de concreto cemento - arena, W/C=0.66 con acero reciclado a 15kg/m <sup>3</sup>	13/10/2023	10/11/2023	28	10.19	207.3	21,143	81.553	259	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.00

VARIANZA
4.00

COEF. DE VARIACION
0.78

  
 JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

#### 4.6 Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto con piedra chancada.

**TABLA : 18** Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión curado durante 3 días.

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

### ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Resistencia específica	210 kg/cm <sup>2</sup>	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.66	Peso específico	3.05 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 3 días
-----------	-------------------------------

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	16/10/2023	3	10.22	133.4	13,599	81.953	166	<b>167</b>
2	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	16/10/2023	3	10.20	135.6	13,829	81.633	169	
3	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	16/10/2023	3	10.19	131.5	13,413	81.473	165	
4	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	16/10/2023	3	10.20	133.6	13,621	81.713	167	
5	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	16/10/2023	3	10.21	131.4	13,400	81.873	164	
6	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	16/10/2023	3	10.21	134.5	13,717	81.873	168	
7	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	16/10/2023	3	10.22	135.8	13,852	81.953	169	
8	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	16/10/2023	3	10.24	135.0	13,764	82.275	167	
9	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	16/10/2023	3	10.23	133.7	13,638	82.194	166	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.81

VARIANZA
3.27

COEF. DE VARIACION
1.08

  
**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 19** Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión curado durante 7 días.

 Institución: Universidad Científica del Perú	Investigación: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Resistencia específica	210 kg/cm <sup>2</sup>	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.66	Peso específico	3.05 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días
-----------	-------------------------------

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	20/10/2023	7	10.17	164.2	16,743	81.233	206	<b>208</b>
2	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	20/10/2023	7	10.20	167.2	17,049	81.633	209	
3	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	20/10/2023	7	10.18	167.0	17,024	81.313	209	
4	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	20/10/2023	7	10.23	165.2	16,850	82.194	205	
5	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	20/10/2023	7	10.23	168.0	17,126	82.194	208	
6	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	20/10/2023	7	10.17	164.2	16,743	81.233	206	
7	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	20/10/2023	7	10.21	168.5	17,184	81.793	210	
8	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	20/10/2023	7	10.20	167.4	17,071	81.713	209	
9	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	20/10/2023	7	10.20	166.9	17,023	81.713	208	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.83

VARIANZA
3.36

COEF. DE VARIACION
0.88

  
 JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 20** Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión curado durante 14 días.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Resistencia específica	210 kg/cm <sup>2</sup>	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.66	Peso específico	3.05 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 14 días
-----------	--------------------------------

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	27/10/2023	14	10.22	182.6	18,623	81.953	227	<b>229</b>
2	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	27/10/2023	14	10.19	184.6	18,826	81.473	231	
3	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	27/10/2023	14	10.17	185.4	18,907	81.153	233	
4	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	27/10/2023	14	10.19	181.6	18,514	81.553	227	
5	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	27/10/2023	14	10.20	184.6	18,828	81.633	231	
6	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	27/10/2023	14	10.20	183.6	18,726	81.633	229	
7	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	27/10/2023	14	10.23	184.4	18,799	82.114	229	
8	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	27/10/2023	14	10.20	182.5	18,607	81.713	228	
9	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	27/10/2023	14	10.20	183.7	18,727	81.633	229	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.13

VARIANZA
4.55

COEF. DE VARIACION
0.93

  
**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 21** Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión curado durante 28 días.

 Universidad Científica del Perú	Investigación: <b>ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.</b>
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

## ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Resistencia específica	210 kg/cm <sup>2</sup>	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.66	Peso específico	3.05 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días
-----------	--------------------------------

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	10/11/2023	28	10.20	223.7	22,806	81.633	279	<b>279</b>
2	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	10/11/2023	28	10.22	221.5	22,591	81.953	276	
3	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	10/11/2023	28	10.17	224.6	22,905	81.233	282	
4	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	10/11/2023	28	10.20	225.8	23,029	81.633	282	
5	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	10/11/2023	28	10.18	221.2	22,553	81.393	277	
6	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	10/11/2023	28	10.21	220.4	22,474	81.873	274	
7	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	10/11/2023	28	10.19	223.5	22,788	81.473	280	
8	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	10/11/2023	28	10.20	222.5	22,686	81.713	278	
9	Testigo de concreto, W/C=0.66 con piedra de 3/4"	13/10/2023	10/11/2023	28	10.20	224.8	22,927	81.713	281	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.83

VARIANZA
8.00

COEF. DE VARIACION
1.01

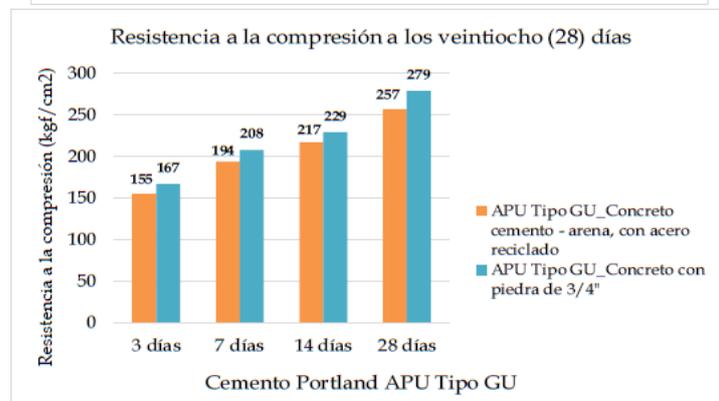
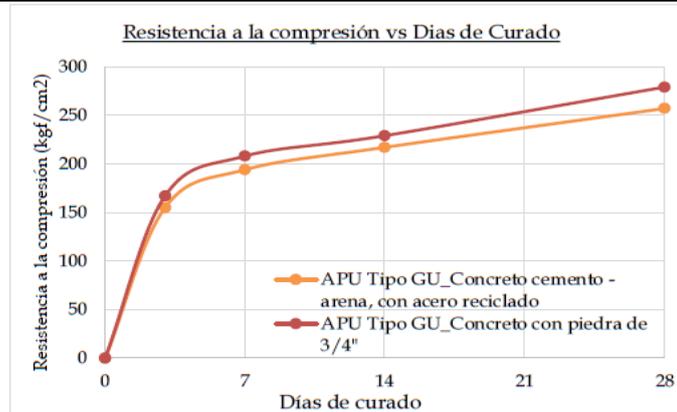
  
 \_\_\_\_\_  
**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 22** Progresión de resistencia a la compresión durante 28 días (kg/cm<sup>2</sup>)

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.	
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	<b>Realizado por:</b> Br. CORAL SANTILLAN, Lucy Milagros. Asesor: Ing. GARCIA LANGER, Carol Begoña.

PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS (Kg/cm <sup>2</sup> )		
Cemento Portland/ Agregado de cantera arena blanca_ W/C=0.66		
días de curado	APU Tipo GU_Concreto cemento - arena, con acero reciclado	APU Tipo GU_Concreto con piedra de 3/4"
3 días	155	167
7 días	194	208
14 días	217	229
28 días	257	279

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN (%)		
Cemento Portland/ Agregado de cantera arena blanca_ W/C=0.66		
días de curado	APU Tipo GU_Concreto cemento - arena, con acero reciclado	APU Tipo GU_Concreto con piedra de 3/4"
3 días	1.03	1.08
7 días	0.99	0.88
14 días	0.64	0.93
28 días	0.78	1.01



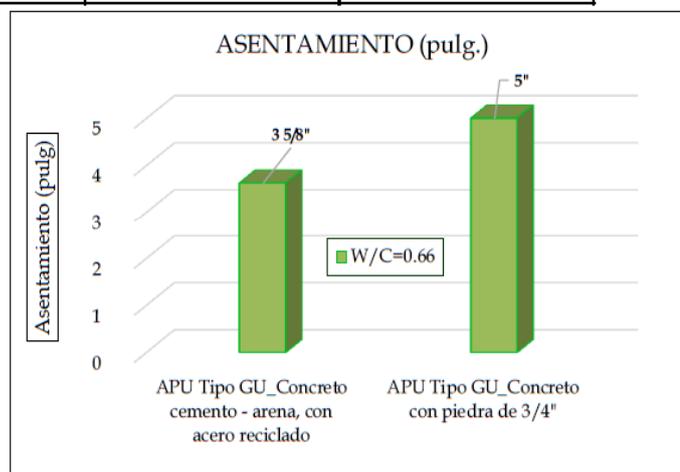
  
**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

**TABLA : 23** Ensayo de asentamiento norma ASTM c – 143 y ensayo de temperatura del concreto norma ASTM c - 1064

<b>Institución:</b>  Universidad Científica del Perú	<b>Investigación:</b> ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO, IQUITOS - 2023.
	<b>Realizado en:</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

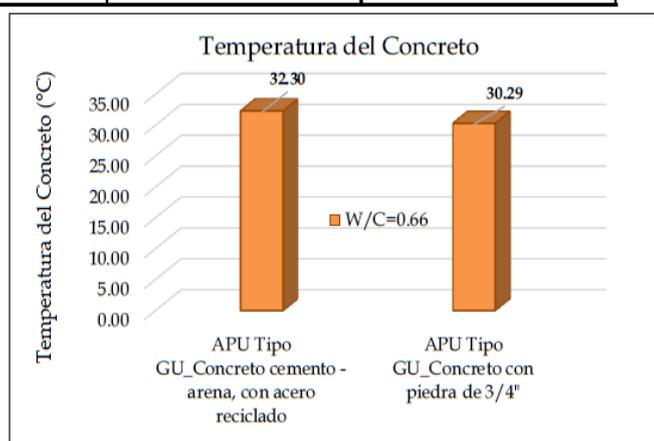
**ENSAYO DE ASENTAMIENTO NORMA ASTM C - 143**

ASENTAMIENTO (pulg.)		
	APU Tipo GU_Concreto cemento - arena, con acero reciclado	APU Tipo GU_Concreto con piedra de 3/4"
W/C=0.66	3 5/8	5



**ENSAYO DE TEMPERATURA DEL CONCRETO NORMA ASTM C - 1064**

TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)		
	APU Tipo GU_Concreto cemento - arena, con acero reciclado	APU Tipo GU_Concreto con piedra de 3/4"
W/C=0.66	32.30	30.29



  
**JOSE LUIS PINEDO IZQUIERDO**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CAP 291214

## Capítulo V : DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Discusión

Según Gárate Labajos (2018) en su investigación denominado “Efecto de la Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión del Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ”. Concluye que la resistencia del concreto con un 0,2% de viruta de acero alcanzó los 238,05 kg/cm<sup>2</sup>, un 13,36% más que el diseño original. A los 28 días, la resistencia a la compresión del hormigón convencional fue de 217,11 kg/cm<sup>2</sup>. Curados durante 28 días y sometidos a la prueba de resistencia a la compresión en edades de 7, 14 y 28 días de edad.

En el presente estudio se determinó la resistencia a la compresión de un concreto convencional  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  utilizando como parte del agregado grueso acero reciclado y piedra chancada de  $\frac{3}{4}$ ” con cemento ( APU TIPO GU), con una relación A/C =0.66 para ambos casos. El diseño de mezcla con la adición de acero reciclado como parte del agregado grueso alcanzó una resistencia a los 28 días de  $f'c = 257\text{kg/cm}^2$ , el diseño de mezcla con piedra chancada alcanzó una resistencia a los 28 días de  $f'c=279 \text{kg/cm}^2$ , como se ve el diseño con piedra chancada alcanzó mayor resistencia que el diseño con acero reciclado.

### 5.2 Conclusiones

Se ha comparado los resultados de resistencia a la compresión uniaxial del concreto realizados con la adición de acero reciclado como parte del agregado grueso con una relación A/C de 0.66 y con agregado fino de cantera ( geodésica). La resistencia a la compresión promedio con un diseño de mezcla con la adición de acero reciclado como parte del agregado grueso alcanzó una resistencia a los 28

días de  $f'c = 257\text{kg/cm}$ , la resistencia a la compresión promedio con un diseño de mezcla con piedra chancada alcanzo una resistencia a los 28 días de  $f'c=279\text{ kg/cm}^2$ , como se ve el diseño con piedra chancada alcanzo mayor resistencia que el diseño con acero reciclado.

Al analizar los resultados obtenidos todos son aceptables dado que los mismos superan en resistencia al diseño planteado  $210\text{kg/cm}^2$ .

Finalmente, se concluye que se puede utilizar el acero reciclado como parte del agregado grueso con la relación A/C que se vio en este estudio para la elaboración de concreto. Por lo tanto, **SI EXISTE DIFERENCIA** en los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión, al utilizar acero reciclado como parte del agregado grueso lo cual responde a nuestra hipótesis.

### 5.3 Recomendaciones

Se recomienda que los estudiantes y cualquier persona interesada en el tema continúen con otros estudios acerca del tema.

Se recomienda realizar otros estudios con otros tipos de agregados reciclados.

Recomiendo realizar otros estudios con diferentes relaciones A/C a la utilizada en esta investigación.

Recomiendo utilizar una relación A/C de 0.66 cuando se emplee este tipo de agregado de acero reciclado.

## REFERENCIAS BLIBLOGRAFICAS

- Alcantara Reyes, A. M., & Mendieta Ponce, M. G. (2023). *Influencia del acero reciclado para mejorar las propiedades de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Trujillo, 2022*[Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional, Trujillo. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11537/34212>
- Aldair Rafael, S. B., & Reynal Benites, A. J. (2021). *Influencia de las fibras de acero reciclado y comercial sobre las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Trujillo 2020*[tesis de licenciatura, universidad privada del norte]. repositorio institucional, trujillo. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11537/26571>
- Aroñe Vásquez, B. (2020). *Influencia de la viruta de acero y hormigón reciclado en la resistencia a la compresión por unidad y pila de ladrillos de hormigón convencional. Lima 2020*[tesis de licenciatura, universidad privada del norte]. repositorio institucional, lima. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11537/25104>
- ASTM C39, I. 0.-0.-0. (n.d.). *Resistencia a la compresion de cilindros de concreto*. Retrieved from google: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/images/ensayos/3-concreto/3.10-11.pdf>
- Becerra Goigochea, M. A., & Olano Quinde, F. J. (2022). *ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C: 210 kg/cm<sup>2</sup>, UTILIZANDO CEMENTOS PACASMAYO, MOCHICA E INKA EN LA CIUDAD DE TARAPOTO*[tesis para optar el grado de ing.civil, Universidad científica del peru]. repositorio institucional, iquitos - loreto. Retrieved diciembre 12, 2022, from <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1983>
- BORJA, S. M. (2014, MAYO 9). *METODOLOGIA DE INVESTIGACION PARA INGENIERIA CIVIL*. Retrieved diciembre 13, 2022, from GOOGLE: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>
- Gárate Labajos, M. (2018). *Efecto de la Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión del Concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>*[tesis de licenciatura. Universidad cesar vallejo]. repositorio institucional, trujillo. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35627>
- García Murrieta, S. A., & Rodríguez Cachique, C. M. (2022). *COMPARACIÓN DE LOS ENSAYOS DE DIAMANTINA Y ESCLEROMETRÍA DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JR. DOS DE MAYO, DE LAS CUADRAS 4 – 11, IQUITOS – 2021*[tesis para optar el grado de ingeniero civil, universidad científica del peru]. repositorio institucional, iquitos. Retrieved diciembre 11, 2022, from <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1760>
- Ochoa Gallardo, Y. K. (2018). *Evaluación experimental de las arenas de Cerromucho y Chulucanas y su influencia en el concreto*[tesis para optar el grado de ing.civil, universidad de piura]. repositorio institucional, piura-peru. Retrieved diciembre 12, 2022, from <https://hdl.handle.net/11042/3657>

- Ricaldi Rivas, L. R. (2021). *Diseño del pavimento rígido utilizando polímero para mejorar la resistencia del concreto en Urbanización Pedro Miguel Silva Arévalo, Sullana 2021*, [tesis de licenciatura, Universidad cesar vallejo]. Repositorio institucional, piura. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12692/80398>
- Rodríguez, A. P. (2022, diciembre 11). *Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto*. Retrieved from Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-santiago-antunez-de-mayolo/ingenieria-agricola/manual-lab-de-concreto-apuntes-1/7308090>
- Terreros Rojas, L. E., & Carvajal Corredor, I. L. (2016). *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo* [ tesis para optar el título de ing.civil, universidad catolica de colombia]. repositorio institucional, bogota,colombia. Retrieved diciembre 11, 2022, from <http://hdl.handle.net/10983/6831>
- Vargas Salazar, C. I. (2021). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión a tempranas edades de un concreto  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ , modificado con aditivo Sika Cem acelerante Pe - Cajamarca 2018*. [tesis de licenciatura, Universidad científica del peru UCP]. Repositorio institucional, cajamarca. Retrieved 10 21, 2021, from <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4131>

# **ANEXOS**

**Anexo 01 :**

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO ACERO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO IQUITOS- 2023”

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>
<b>Problema general.</b> ¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto convencional $f'c=210$ adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso - Iquitos 2023?	<b>Objetivo general.</b> Determinar la resistencia a la compresión de un concreto convencional $f'c=210$ adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso - Iquitos 2023.	<b>Hi:</b> Existe diferencia en los resultados de resistencia a la compresión de un concreto $210\text{kg/cm}^2$ adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso.  <b>H0:</b> No Existe diferencia en los resultados de resistencia a la compresión de un concreto $210\text{kg/cm}^2$ adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso.	<b>Variable independiente</b> (X): Acero reciclado <b>Variable dependiente</b> (Y): la Resistencia a la compresión.	La investigación pertenece a un diseño relacional porque se está buscando hallar la relación entre variables.

<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>			
<p>➤ ¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto convencional <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso - Iquitos 2023?</p> <p>➤ ¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto convencional <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> - Iquitos 2023?</p>	<p>Determinar la resistencia a la compresión de un concreto convencional <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> adicionando acero reciclado como parte del agregado grueso - Iquitos 2023</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión de un concreto convencional <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> - Iquitos 2023</p>			

## Anexo: 2

### Instrumento de recolección de datos

Formatos del laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Científica del Perú (UCP)

	<b>UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES	
OBRA	:	
UBICACIÓN	:	
ENTIDAD	:	
SOLICITANTE	:	
RESIDENTE	:	
SUPERVISOR	:	
FECHA	:	

### ENSAYO DE COMPRESIÓN

ASTM C - 39

F'c de Diseño : 210 Kg/cm<sup>2</sup>

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de resistencia
1										
2										
3										

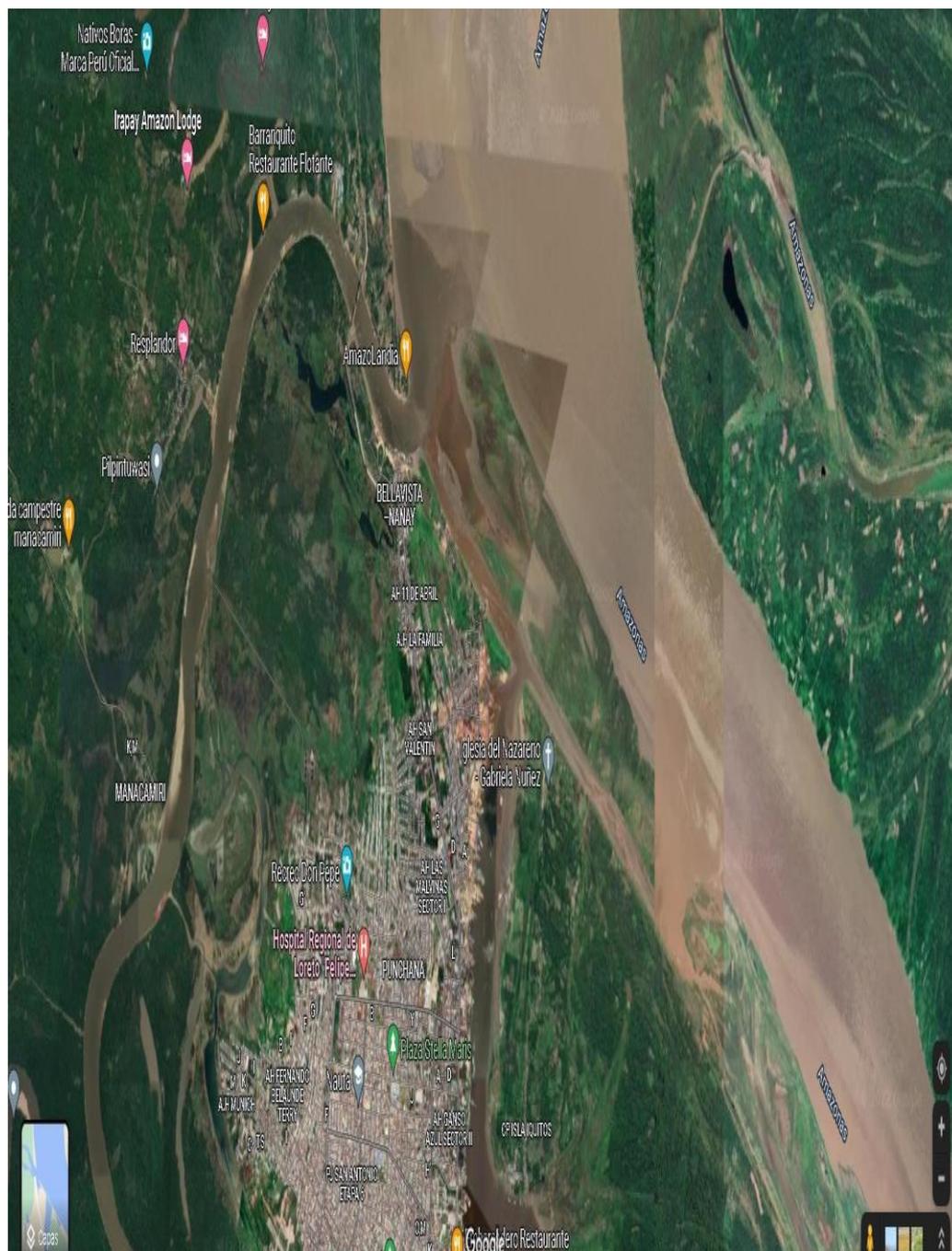
OBSERVACIONES :

ESPECIFICACIONES :

RESULTADOS :

**Fuente:** laboratorio de suelos de la Universidad Científica del Perú

## Zona de estudio



Fuente: Google Maps

## PANEL FOTOGRÁFICO



**Imagen 1:** Toma de muestra del material reciclado ( Acero Reciclado).



**Imagen 2:** Toma de muestra de los talleres de nuestra ciudad ( Acero Reciclado)



**Imagen 3:** Compactación de los agregados.



**Imagen 4** Pesado del agregado fino.



**Imagen 5** colocacion del agregado fino en el recipiente para su compactación.



**Imagen 6:** Tamizaje de los agregados para el diseño de mezcla.



**Imagen 7:Pesado del agua para el diseño de mezcla.**



**Imagen 8:Ensayo de los agregados ( secado del agregado).**

**Anexo: 3**  
**Certificado de calibración de los equipos**

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 176 - 2021**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

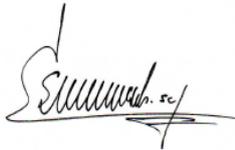
<b>1. Expediente</b>	<b>210456</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU</b>	
<b>3. Dirección</b>	Av. Jose Abelardo Quiñonez km. 2.5 Res. San Juan, San Juan Baustista - Maynas - LORETO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
<b>Capacidad</b>	200000 kgf	
<b>Marca</b>	FORNEY	
<b>Modelo</b>	F-2000kN- VFD - 220	
<b>Número de Serie</b>	16020	
<b>Procedencia</b>	USA	
<b>Identificación</b>	SL01LA09-LMSEM-UCP (*)	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	NO INDICA	
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0,1 kgf	
<b>Ubicación</b>	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2021-08-19	

**Fecha de Emisión**

**Jefe del Laboratorio de Metrología**

**Sello**

2021-09-11



Firmado digitalmente por  
 Eleazar Cesar Chavez Raraz  
 Fecha: 2021.09.11 13:03:40  
 -05'00'



**Metrología & Técnicas S.A.C.**  
 Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego , SMP , LIMA  
 Telf: (511) 540-0642  
 Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
 metrologia@metrologiatecnicas.com  
 www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 176 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
Av. Jose Abelardo Quiñonez Km. 2.5 Res. San Juan, San Juan Baustista - Maynas - LORETO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	27,9 °C	28,3 °C
Humedad Relativa	70 % HR	70 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 176 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	10000	10072	10022	9992	10029
20	20000	20048	19998	19988	20011
30	30000	30077	30057	30037	30057
40	40000	39979	39959	39949	39962
50	50000	50112	50102	50132	50116
60	60000	60146	60166	60096	60136
70	70000	70079	70099	70129	70102
80	80000	80093	80193	80193	80159
90	90000	89998	90028	90028	90018
100	100000	99887	99847	99927	99887
Retorno a Cero		0	0	0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
10000	-0,29	0,80	---	0,00	0,69
20000	-0,06	0,30	---	0,00	0,69
30000	-0,19	0,13	---	0,00	0,69
40000	0,09	0,08	---	0,00	0,69
50000	-0,23	0,06	---	0,00	0,69
60000	-0,23	0,12	---	0,00	0,69
70000	-0,15	0,07	---	0,00	0,69
80000	-0,20	0,12	---	0,00	0,69
90000	-0,02	0,03	---	0,00	0,69
100000	0,11	0,08	---	0,00	0,69

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Tel: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

## Anexo 4

### Fichas técnicas de los cementos utilizados

CEMENTO APU



#### Ficha Técnica

### CEMENTO APU

#### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo GU obtenido de la molienda Clinker Tipo I y adiciones seleccionadas.

#### Beneficios:

- Óptimos resultados en el desarrollo de las resistencias a la compresión, trabajabilidad y acabado.
- Brinda alta adherencia a los ladrillos y buen acabado en el trabajo.
- Permite un menor tiempo de desencofrado.

#### Usos:

- De uso general.
- Para todo tipo de obras que no tengan requerimientos especiales de un tipo de cemento.
- Buen acabado de tarrajes de paredes exteriores e interiores con acabados finos y normales.
- Buen desarrollo de resistencias a la compresión que permiten un menor tiempo de desencofrado.
- Pre Fabricados

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-1157.

#### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



#### Recomendaciones

##### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

##### Manipulación:

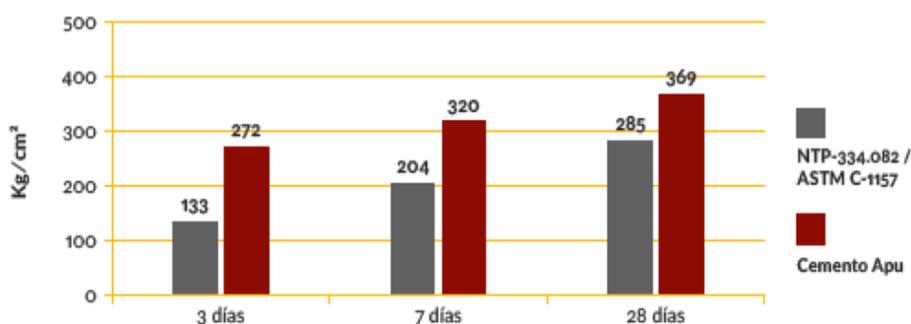
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

##### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno.

## Requisitos mecánicos

### Comparación resistencias NTP-334.082 / ASTM C-1157 vs. Cemento Apu



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Apu	Requisitos NTP-334.082 / ASTM C-1157
Contenido de aire	%	4.63	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m²/kg	366	No específica
Densidad	g/ml	3.03	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm²	272	Mínimo 133
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm²	320	Mínimo 204
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm²	369	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	128	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	284	Máximo 420
<b>Barras curadas en agua</b>			
Expansión a 14 días	%	0.008	Máximo 0.020
<b>Calor de Hidratación</b>			
Calor de hidratación a 7 días	kcal/kg	69	No específica
Calor de hidratación a 28 días	kcal/kg	75	No específica

\*Requisito opcional