



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Efectos de la adición de acero residual como material de refuerzo  
en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Polo Espinoza, Isaias Guillermo (ORCID: 0000-0002-9614-1611)

**ASESOR:**

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Este paso en mi vida se lo dedico a mi madre por nunca dejar de creer en mí, a mi padre por el gran ejemplo de honradez y trabajo duro, a mi hermano mayor Félix, por sus palabras de aliento, aunque él no las supiera que las hacía, y a toda mi familia, por ellos cumpliré los sueños y metas que me he trasado en la vida, este siendo el primer paso de un gran camino que debo recorrer.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos los que hoy, ya no están con nosotros, pero pudimos aprender de ellos y nos dejaron su recuerdo con una lagrima en la mejilla que atraviesa nuestra sonrisa, caminos culminados por unos años grises arrebatadores de vidas, los llevo siempre en mente y corazón.

## **Agradecimiento**

Agradecer a Dios por bendecirme la vida, y permitirme llegar hasta este momento.

Asimismo, agradezco a mi asesor de tesis por el trabajo dedicado hacia mi persona, a la ingeniera Maritza Rivera, por las constantes revisiones y apoyo en el proceso de esta tesis.

De igual forma quiero agradecer al Ing. Eduardo Ruiz, por haberme dado la oportunidad y la confianza de creer en mí, siempre agradecido por el primer empujón ingeniero.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	ii
Índice de contenidos .....	iii
Índice de tablas .....	iv
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	7
III. METODOLOGIA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	21
3.2. Variables y operacionalización:.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo:.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	25
3.5. Procedimientos .....	27
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos .....	32
IV. RESULTADOS .....	34
4.1. Desarrollo del procedimiento.....	34
4.2. Resultados .....	84
V. DISCUSION.....	96
VI. CONCLUSIONES.....	100
VII. RECOMENDACIONES .....	103
REFERENCIAS.....	104
ANEXOS .....	111

## Índice de tablas

Tabla 1: <i>Curva de resistencia vs carbono y carbono vs ductilidad</i> .....	16
Tabla 2: <i>Asentamiento del concreto</i> .....	17
Tabla 3: <i>Contenido de aire en el concreto</i> .....	17
Tabla 4: <i>Calculo de ensayo de compresión</i> .....	18
Tabla 5: <i>Calculo de ensayo de tracción</i> .....	18
Tabla 6. <i>Probetas tipo cilíndricas de (15x30cm) para el ensayo a la resistencia de compresión según NTP 339.033 y ASTM C-495</i> .....	24
Tabla 7. <i>Probetas tipo cilíndricas de (15x30cm) para el ensayo a la resistencia de tracción según NTP 339.034 y ASTM C-496-96.</i> ....	24
Tabla 8. <i>Probetas tipo viga (15x15x30cm) para el ensayo a la resistencia a flexión según NTP 339.078 y ASTM C-78.</i> .....	24
Tabla 9: <i>Juicio de expertos</i> .....	27
Tabla 10: <i>Cuadro de materiales</i> .....	28
Tabla 11: <i>Formato para peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino</i> .....	28
Tabla 12: <i>Formato para peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso</i> .....	28
Tabla 13: <i>Formato para peso unitario suelto y compactado</i> .....	29
Tabla 14: <i>Formato para peso unitario suelto</i> .....	29
Tabla 15: <i>Formato para peso unitario compactado</i> .....	30
Tabla 16: <i>Resultados de peso específico y absorción del A.F.</i> .....	55
Tabla 17: <i>Resultados de peso específico y absorción del A.G</i> .....	56
Tabla 18: <i>Resultados de peso específico y absorción del A.G</i> .....	56
Tabla 19: <i>Resultados de peso específico y absorción del A.G</i> .....	56
Tabla 20: <i>Granulometría del agregado fino C33</i> .....	57
Tabla 21: <i>Características físicas A.F.</i> .....	58
Tabla 22: <i>Tara A.F.</i> .....	59
Tabla 23: <i>Requerimiento de tamizado en agregados gruesos</i> .....	59
Tabla 24: <i>Granulometría del agregado grueso ASTM C33 HUSO #56</i> .....	59
Tabla 25: <i>Características físicas A.G.</i> .....	60
Tabla 26: <i>Tara A.G.</i> .....	61
Tabla 27: <i>Características físicas de los agregados</i> .....	62
Tabla 28: <i>Resistencia de la compresión promedio</i> .....	62

Tabla 29: <i>Asentamiento recomendados para varios tipos de consistencia</i> .....	63
Tabla 30: <i>Relación agua-cemento y resistencia a la compresión</i> .....	63
Tabla 31: <i>Volumen unitario de agua</i> .....	64
Tabla 32: <i>Contenido de aire atrapado</i> .....	65
Tabla 33: <i>Agregado grueso por unidad de volumen de concreto</i> .....	65
Tabla 34: <i>Resultados de los ensayos de asentamiento</i> .....	68
Tabla 35: <i>Nomenclatura de muestras de control y experimental</i> .....	77
Tabla 35: <i>Resumen de los ensayos de compresión</i> .....	77
Tabla 35: <i>Resumen de los ensayos de tracción</i> .....	80
Tabla 35: <i>Resumen de los ensayos de flexión</i> .....	82
Tabla 35: <i>Resumen de los ensayos de flexión</i> .....	85
Tabla 36: <i>Contenido de aire atrapado</i> .....	87
Tabla 37: <i>Resumen de resultados en resistencia a la compresión</i> .....	88
Tabla 38: <i>Resumen de resultados en resistencia a la tracción</i> .....	90
Tabla 39: <i>Resumen de resultados en resistencia a la flexión</i> .....	93

## Índice de figuras

Figura 1: Concreto armado.....	13
Figura 2: Agregado cubierto para protección de lluvias .....	14
Figura 3: Sustracción del agregado fino .....	14
Figura 4: Sustracción del agregado grueso.....	15
Figura 5: Agua potable .....	15
Figura 6: Acero residual .....	16
Figura 7: Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar la flexión de vigas con carga en los tercios .....	19
Figura 9: Bolsa de Arena Gruesa 40kg .....	35
Figura 10: Bolsa de Piedra Chancada 40kg.....	36
Figura 10: Agua potable – Fuente: Diario El Peruano .....	36
Figura 11: Fierro de 3/8” – Fuente: Siderperu .....	37
Figura 12: Recopilación del desperdicio de acero.....	37
Figura 13: Selección de acero de 3/8” .....	38
Figura 14: Mesa de corte para el acero de 3/8”.....	38
Figura 15: Dados de acero de 3/8” de 1.5cm de longitud.....	38
Figura 16: Horno digital PT-H76 196L 0° A 300°C .....	39
Figura 17: Juego de tamices para el ensayo de granulometría.....	40
Figura 18: Modulo de fineza para el agregado fino .....	41
Figura 19: Modulo de fineza para el agregado grueso .....	42
Figura 20: Muestras secas luego de 24 horas en el horno a 100°C.....	43
Figura 21: Cuarteo del agregado fino.....	45
Figura 22: Peso unitario suelto del agregado fino .....	45
Figura 23: Peso unitario compactado del agregado fino .....	46
Figura 24: Cuarteo del agregado grueso.....	47
Figura 25: Peso unitario suelto del agregado grueso .....	47
Figura 26: Peso unitario compactado del agregado grueso .....	47
Figura 27: Agregado fino y grueso sumergido en agua por 24 horas.....	50
Figura 28: Secado de la muestra de agregado fino.....	50
Figura 29: Ensayo del estado saturado superficialmente seco (S.S.S.) .....	50
Figura 30: Adición de la muestra llenada con agua en la fiola .....	51
Figura 31: Peso de la fiola con la muestra .....	51

Figura 32: Peso de la muestra seca.....	51
Figura 33: Cuarteo del agregado grueso y selección de muestra de 500gr .....	53
Figura 34: Secado de la muestra de agregado grueso con franela .....	54
Figura 35: Sumersión del agregado grueso en canastilla .....	54
Figura 36: Colocación de la muestra de agregado grueso al horno .....	54
Figura 37: Muestra de agregado grueso peso seco .....	55
Figura 38: Procedimiento para el ensayo de asentamiento – Fuente: U.N.L de Argentina.....	70
Figura 39: Ensayo de asentamiento en las instalaciones del laboratorio Mateslab .....	70
Figura 40: Medidor Tipo B – Fuente: MTC E 706.....	71
Figura 41: Molde cilíndrico de 15cm x 30cm (6" x 12").....	73
Figura 42: Molde .....	73
Figura 43: Compactación de 25 golpes por capa .....	73
Figura 44: Golpeo con martillo de goma para evitar vacíos de aire .....	74
Figura 45: Enrasado del molde tipo viga con la plancha metálica.....	74
Figura 46: Tanda de probetas cilíndricas y molde tipo viga .....	74
Figura 47: Curado de probetas en piscina .....	75
Figura 48: Curado de probetas en cilindros .....	76
Fuente: Elaboración propia .....	77
Figura 50: Diagrama esquemático de los patrones típicos de rotura – Fuente: ASTM C 39.....	77
Figura 51: Determinación del diámetro final del espécimen – Fuente: NTP 339.084 .....	80
Figura 52: Esquema del ensayo de flexión del concreto– Fuente: NTP 339.078.	82
Figura 53: Grafico de barras para el resultado del ensayo de asentamiento .....	85
Figura 54: Grafico de barras para el resultado del ensayo de contenido de aire.	86
Figura 55: Grafico de barras para el resultado del ensayo a compresión .....	89
Figura 56: Resumen de la resistencia en 7, 14 y 28 días.....	89
Figura 57: Grafico de barras para el resultado del ensayo a tracción .....	91
Figura 58: Grafico de barras para el resultado del ensayo a tracción .....	92
Figura 59: Grafico de barras para el resultado del ensayo.....	93

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal, evaluar los efectos de la adición de acero residual en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Con un tipo de investigación aplicado, nivel explicativo, diseño cuasiexperimental, la población fue las mezclas de concreto adicionado con acero residual, con muestra de 72 probetas cilíndricas y 12 probetas tipo viga, el muestreo fue no probabilístico. Procediendo a elaborar la muestra patrón y las muestras experimentales, para luego ensayarlas en laboratorio. Como principales resultados de propiedades físicas, obtuvimos que la dosificación del 3% de acero residual presenta una consistencia de 3.5" de asentamiento y 1.5% de contenido de aire, encontrándose así, resultados que no presentan una variación porcentual, en comparación del concreto patrón; para las propiedades mecánicas, la resistencia a la compresión con adición del 3% de acero mejoro un 7.3% y para la resistencia a la tracción hubo una mejora del 10%, teniendo también los mejores resultados en la resistencia a flexión en comparación al concreto patrón. Finalmente se determina que la dosificación del 3%, es la más apta para mejorar las propiedades del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , por que obtuvo los mejores resultados en todos los ensayos.

**Palabras clave: acero residual, dados de acero, asentamiento, resistencia a la compresión.**

## **Abstract**

The main objective of this research was to evaluate the effects of the addition of residual steel on the physical and mechanical properties of concrete  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. With a type of applied research, explanatory level, quasi-experimental design, the population was concrete mixtures added with residual steel, with a sample of 72 cylindrical specimens and 12 beam specimens, the sampling was non-probabilistic. We proceeded to prepare the standard sample and the experimental samples, and then tested them in the laboratory. As main results of physical properties, we obtained that the dosage of 3% of residual steel presents a consistency of 3.5" of slump and 1.5% of air content, thus finding results that do not present a percentage variation compared to the standard concrete; for mechanical properties, the compressive strength with the addition of 3% of steel improved by 7.3% and for the tensile strength there was an improvement of 10%, also having the best results in flexural strength compared to the standard concrete. Finally, it is determined that the 3% dosage is the most suitable to improve the properties of concrete  $f'c = 210$ kg/cm<sup>2</sup>, because it obtained the best results in all tests.

**Keywords: residual steel, steel dice, slump, compressive strength.**

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## I. INTRODUCCIÓN

Con el propósito de entender la realidad problemática del presente estudio, es importante que entendamos el término “Desarrollo Sostenible”, como: *“El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas.”*- Nuestro futuro común: Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Informe Brundtland), 1987. Entendiendo este mensaje pronunciado en el siglo XX, en la actualidad, la demanda de aplicar nuevas soluciones para mejorar los comportamientos del concreto en la construcción ha ido creciendo significativamente, ya sea para garantizar su calidad, resistencia y seguridad, en estos tiempos se añade la preocupación del cuidado del medio ambiente. En nuestro país, podemos ver un crecimiento del rubro de la construcción significativo, el cual convierte al concreto, en uno de los materiales más usados a nivel nacional y nivel global. Entendiendo que en el proceso que ocurre en los materiales de construcción, ocurre que inevitablemente tendremos un porcentaje de desperdicio, el cual su destino final serán vertederos o mayormente llamados botaderos. Según el (MINSA), a través de su ayuda especializada para la clausura y el cambio de los vertederos de desechos sólidos, advierte que quizás el problema más significativo identificado con la administración de residuos sólidos en nuestra nación, sea la ubicación de su final disposición. Teniendo que es común observar que, en diferentes ciudades, a pesar de tener un sistema apropiado para la recolección de sus desechos sólidos, muchas personas arrojan sus residuos en la rivera de los ríos, en el océano y en lugares públicos de forma general. La actitud de arrojar los desechos en sitios abiertos, llamados “botaderos clandestinos”, es un acto muy contaminante para el cuidado del medio ambiente y preocupa el riesgo que puede causar a la población en su salud, según (MINSA, 2004, pág. 07).

A nivel global el desperdicio de acero hoy en día es uno de los desechos sólidos más preocupantes. La creación de este material es una actividad indispensable para el crecimiento en estructuras de cualquier nación, En los países como China, Japón e India, se encuentra la mayor producción de acero bruto del mundo. Teniendo una producción de acero total de 11 a 12 millones de toneladas en el año

en India, esto invariablemente implica que tendremos desperdicios, como en toda producción de materiales. Si bien tenemos que la tasa de producción está muy por detrás de la de los otros países, Japón produjo 13.7 kilotoneladas métricas de desperdicio siderúrgico en 2017, mientras que por otro lado China produjo 100 millones de toneladas de desperdicio siderúrgico en el 2016. Entendemos que, como regla general, las plantas de acero de India generan entre 1 y 1.5 toneladas de subproductos de desecho por cada kilotonelada de producción de acero. Debido a esto, es imperativo y preocupante centrarnos en la utilización del desperdicio de acero de forma eficaz, ya que el desperdicio de acero proporciona múltiples beneficios en la gestión de residuos sólidos, valorización del desperdicio y, por supuesto, prevención ante la contaminación ambiental global. Según (P. Das, S. Upadhyay, 2021, pág. 2).

De igual forma, en 2018, se estima que la producción de acero en el mundo es aproximadamente de 360 mil toneladas, teniendo en consideración que en China se produce alrededor de 300 mil toneladas, lo que da entender que es el 84% de la producción global, según la Asociación de Componentes Electrónicos de China en el 2019, en estos últimos años, la acumulación de desperdicio de los residuos de acero conlleva significativos problemas ambientales. La mala administración de los desechos, pueden contaminar las aguas subterráneas y los ecosistemas circundantes según (Partha et al., 2011, pág. 04). Por lo que, es imprescindible encontrar nuevas tecnologías de reutilización y reciclaje de estos residuos. Según (K. Liu et al., 2020, pág. 07).

En la actualidad, con los nuevos aportes de investigaciones realizadas, se lograron implementar nuevos procesos constructivos y nuevas mezclas de materiales, para generar una mejor utilización de estos, así mismo se pudo observar la combinación de materiales comerciales con materiales reciclados, que hacen mejorar sus propiedades ya sean físicas o mecánicas del concreto. En su investigación se propuso utilizar fibra comercial de acero y virutas recicladas en sustitución al agregado fino en porcentajes para el diseño de mezcla, teniendo como resultado una mejora en su resistencia a la compresión. Según (Deledesma, 2019, pág. 07).

Las fibras de acero comerciales, han demostrado una mejora considerable en el comportamiento del concreto, pero suponen un gasto extra a los inversionistas de nuestro país, y no lo hace nada atractivo para ellos, por lo que se busca una forma más económica de trabajar, materiales más baratos y de menor calidad o en otros casos buscan regirse a las normas rigurosamente, de ahí nace la importancia de buscar materiales nuevos que proporcionen mejoras en las propiedades del concreto. Según (Guzmán y Garate 2019, pág. 03).

Es considerable el aumento del negocio en el ámbito de la construcción en nuestro País, y a la vez surgen nuevas creaciones de empleos, por lo que el interés de la buena utilización de materiales es importante, en cuanto al concreto, se trata de buscar nuevas tecnologías que mejoren sus atributos físicos y mecánicos, ya sea por emprendimientos o por mejoras estructurales, por esta razón las nuevas adiciones al concreto se incrementan, causando un aumento en el costo. Teniendo en cuenta que, si no existe ningún control del cuidado de los desechos sólidos, esto podría causar un daño irreversible al cuidado del medio ambiente. Según (Zavala, 2018, pág. 05).

De la problemática que se viene abordando en el mundo, el presente proyecto de investigación formula la siguiente **pregunta general: Pg:** ¿Efectos de la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021? Se presenta también nuestros **problemas específicos: Pe. 01:** ¿Cómo influye la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar el asentamiento en las propiedades físicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?, Como **Pe. 02:** ¿Cómo influye la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar el contenido de aire en las propiedades físicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ? Para la tercera **Pe. 03:** ¿Cómo influye la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la compresión en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?, para la cuarta **Pe. 04:** ¿Cómo influye la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la tracción en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ? Así también para la quinta **Pe. 05:** ¿Cómo influye la adición de

acero residual como material de refuerzo para mejorar la flexión en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?

En cuanto a la **justificación practica** en esta investigación se permitio determinar los resultados conseguidos por los ensayos de compresión, tracción y flexión en estado endurecido del concreto y para el estado fresco, se determinarán los resultados de los ensayos de asentamiento (slump) y contenido de aire. Donde se obtendrán mejoras para las propiedades físicas y mecánicas del concreto, por otro lado, la **justificación ambiental** de esta investigación dispone una utilización eficaz del desperdicio de acero, proporcionando múltiples beneficios en la gestión de residuos y prevención de la contaminación ambiental.

Por lo tanto, en la investigación, se presentó el **objetivo general, Og**: Evaluar qué efecto provoca la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , seguidamente se presentan los **objetivos específicos: Og. 01**: Evaluar la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar el asentamiento en sus propiedades físicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . En el segundo **Og. 02**: Evaluar la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar el contenido de aire en sus propiedades físicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Para el tercer **Og. 03**: Evaluar la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la resistencia a la compresión en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . Para el cuarto **Og. 04**: Evaluar la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la resistencia a la tracción en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ . En tanto al quinto **Og. 05**: Evaluar la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la resistencia a la flexión en sus propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

En cuanto a la **hipótesis general** del presente proyecto se obtiene que: **Hg**: Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021. En cuanto a las **hipótesis especifica** tenemos a la **He. 01**: Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar el asentamiento en la propiedad física del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ ,

para la segunda **He. 02:** Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar el contenido de aire en las propiedad física del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , en tanto a la tercera **He. 03:** Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la resistencia a la compresión en la propiedad mecánica del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , para la cuarta **He. 04:** Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la resistencia a la tracción en la propiedad mecánica del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , por último el **He. 05:** Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la resistencia a la flexión en la propiedad mecánica del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## II. MARCO TEÓRICO

**Guzmán y Garate (2019)**, tuvo como objetivo evaluar la efectividad de la viruta de acero en sus propiedades físicas del concreto con adiciones del 0.2%, 0.4% y 0.6% respecto al peso total de la mezcla. La metodología usada fue de tipo aplicado con diseño experimental puro factorial (4x3), los resultados para el ensayo de asentamiento tuvieron como diseño inicial un Slump de 3" a 4" las cuales fueron preparadas para las probetas cilíndricas, con diseño de mezcla de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , y se observa que en el concreto patrón tiene un resultado de 4" y para la adición de viruta del 0.2% no se apreció ninguna variación, teniendo así 4", para la adición de viruta del 0.4% se aprecia un resultado de 3.5" y para la adición de viruta del 0.6% se obtiene un resultado de 3". Se concluyo que hay una reducción de la consistencia, teniendo así menor trabajabilidad de la mezcla, ya que en su adición patrón tienen un resultado de 4", y en su adición del 0.4% se ve una reducción de 0.5" y en la adición del 0.6% una reducción de 1" en comparación a la muestra patrón.

**Guevara (2008)**, en su objetivo de analizar el comportamiento del contenido de aire añadiendo fibra de acero Wirand en un concreto tradicional contra uno reforzado, en las dosificaciones de 20 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 35 kg/m<sup>3</sup> tuvo como relación el peso de la mezcla. La metodología usada en la investigación de su trabajo es de tipo aplicado con diseño cuasiexperimental. Los resultados para el ensayo de contenido de aire, fueron seleccionados con un diseño patrón como muestra, el cual tiene un promedio de los ensayos de 1.3%, y para la adición de Fibra Wirand de 20 kg/m<sup>3</sup>, se obtuvo un resultado sin variaciones de 1.3%, para la cantidad añadida a la mezcla de 25 kg/m<sup>3</sup>, el resultado fue de 1.3%, y finalmente para la adición de 35 kg/m<sup>3</sup>, hubo una diferencia de 0.1% teniendo como resultado 1.2%. de contenido de aire respectivamente. Se concluyo que, según la muestra del concreto patrón no hay variación en las dos primeras adiciones de Fibra Wirand, pero la tercera adición de 35 kg/m<sup>3</sup> de fibra, obtiene una variación inferior mínima del 0.1% a comparación del concreto patrón y las dos primeras adiciones de 20 kg/m<sup>3</sup> y 25 kg/m<sup>3</sup>.

**Zavala (2008)**, teniendo el objetivo de analizar la resistencia de compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de limalla de acero residual en dosificaciones

de 3%, 5% y 7% respecto al peso del cemento, Se utilizo la metodología de tipo aplicada y con diseño cuasiexperimental. Los principales **resultados** para el ensayo a resistencia de compresión fue basado a un diseño de concreto patrón y las adiciones de limalla de acero reciclado en 3%, 5% y 7%, respectivamente, fueron evaluados en los días de 7, 14 y 28. Entendiendo el sentido de la investigación, se tomaron los resultados de 28 días, obteniendo para el concreto patrón un resultado de resistencia de 227.3 kg/cm<sup>2</sup>, y para la adición del 3% de limalla se observó una resistencia de 236.6 kg/cm<sup>2</sup>, para el 5% de limalla se obtiene 246.8 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente para el 7% de adición de limalla la resistencia es de 241.4 kg/cm<sup>2</sup>. Se **concluyo**, que adicionando limalla aumenta la resistencia a la compresión, teniendo que para el 3% de limalla aumenta en 4.1% en comparación al concreto patrón, y para el 5% de limalla aumenta en 8.6% en comparación al concreto patrón, y en el 7% se obtiene una disminución, pero aun así es el 6.2% más resistente que el concreto patrón.

**Cespedes (2008)**, en su objetivo de mejorar la resistencia a la tracción en el concreto  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, adicionando alambre ondulado en las dosificaciones de 10, 15 y 20 kg/m<sup>3</sup> conforme al volumen de la mezcla, Se utilizo la metodología de tipo aplicada y con diseño cuasiexperimental. Los principales **resultados** para la resistencia a la tracción fue basado a un diseño de concreto patrón y las adiciones de alambre ondulado 10 , 15 y 20 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente, fueron evaluados en los días de 7, 14 y 28. Entendiendo el sentido de la investigación, se tomarán los resultados a 28 días, obteniendo para el concreto patrón una resistencia promedio de 42 kg/cm<sup>2</sup>, el cual está por encima del Fct requerido (31 kg/cm<sup>2</sup>), en teoría el  $Fct = 10\% \times f'c$ , para la adición del 10 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo una resistencia de 39 kg/cm<sup>2</sup>, para el de 15 kg/cm<sup>2</sup> se obtiene 42 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente para el de 20 kg/cm<sup>2</sup> la resistencia es de 41 kg/cm<sup>2</sup>. Se **concluye** que, la adición de fibras de alambre ondulado, no afectan a gran escala el comportamiento a resistencia de tracción, y que lo califica como dosificación optima al diseño con adición de 15 kg/m<sup>3</sup>, esto debido a que no presenta ninguna variación en la resistencia a la tracción.

**Corcino (2008)**, precisó su objetivo, en la comparación de la resistencia a flexión añadiendo fibra de acero Dramix y Wirand en un concreto simple contra uno reforzado usando cemento Andino Tipo V, en las dosificaciones de 20, 25 y 35 kg/m<sup>3</sup> referente al volumen de la mezcla. Se utilizó la metodología de tipo aplicada y con diseño cuasiexperimental. Los principales resultados de resistencia a la flexión fue basado a un diseño de concreto patrón y las adiciones de fibra de acero Dramix y Wirand de 20, 25 y 35 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente, fueron evaluados en los días de 14, 28 y 45. Teniendo en consideración el sentido de la investigación, se tomarán los resultados a los 28 días y se mostraron los resultados de la adición de fibra de acero Dramix, obteniendo en el concreto patrón la resistencia promedio de 54.9 kg/cm<sup>2</sup>, para la adición de 20 kg/cm<sup>2</sup> se consiguió la resistencia de 49.1 kg/cm<sup>2</sup>, para el de 25 kg/cm<sup>2</sup> se obtiene 55.8 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente para el de 35 kg/cm<sup>2</sup> la resistencia es de 58.5 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyo que, la adición de fibras de acero Dramix genera un aumento significativo al aumentar el porcentaje de adición y cumple las expectativas de su estudio.

**Galleguillos (2010)**, tuvo como objetivo aprobar un modelo de colaboración de cizallamiento de torsión en zapatas de cemento construidas con la expansión de filamentos de acero y ver la comunicación entre el arqueo y el cizallamiento fue diseccionado utilizando componentes de tipo tablero sustancial soportado en la visualización, describió la conducta de los materiales utilizados, con muestras de cemento convencional a modelos de cemento con filamentos de acero. Utilizó la metodología de diseño experimental y fue de tipo aplicado. Los resultados mostraron, que, por regla general, el modelo de tensión cero da lugar a grandes previsiones de límite y deformación en los pilares delgados, mientras que el inconveniente de las desfiguraciones transversales era mejor a causa de la barra más breve con decepción por el cizallamiento. Al restringir las desfiguraciones unitarias a la instantánea de cesión del soporte de flexión, el último modelo funcionó en su reacción en cuanto a la flexibilidad para todos los fustes, en conclusión, el trabajo aprueba un modelo de cooperación de cizallamiento por torsión en zapatas de cemento apoyadas con la expansión de los filamentos de acero, que crean un incremento en la flexibilidad de los componentes.

**M. Kalpana, Ahoh Tayu (2019)**, se orientó hacia el objetivo de la similitud de la acumulación de acero como soporte en el cemento ligero, para lo cual se realizaron pruebas de presión y tracción a 28 días. El tipo de metodología fue aplicado con diseño cuasiexperimental. Teniendo como resultado principal en la resistencia a la compresión del cemento ligero construido con escombros de acero (SWRC), en contraste con el hormigón simple, se ha comprobado que la resistencia a la compresión y las densidades normales de los ejemplos estaban en el rango de 18 y 23 Mpa y 1708,5 - 1800 kg/m<sup>3</sup>, por separado, una expansión en el contenido de escombros de acero de 0% a 0. En las pruebas de elasticidad, los resultados muestran que, a diferencia de la resistencia a la compresión, la rigidez aumenta en cada incremento del contenido de acero en un 0,5%, un 18%, y con un 1%, un 45% más que el hormigón normal. En conclusión, a través de esta prueba se puede ver la progresión de las propiedades mecánicas del cemento ligero debido al acero, se ha visto que la opción de acero hasta el 0,5% expande la resistencia a la compresión en un 13% más que el cemento ordinario, sin embargo, disminuye cuando el acero se asciende al 1% en un 7% no es exactamente el típico cemento ligero. El SFRC tiene una elasticidad extremadamente alta que el hormigón ordinario, incluso con un volumen bajo de escombros de acero, se tiende a ver que la rigidez de separación aumenta en un 18% al 0,5% de acero y en un 45% al 1% de acero, esto muestra que incluso una medida excepcionalmente baja de escombros de acero mantiene el SWRC de la deformación débil.

**Werkina (2020)**, tuvo como objetivo presentar una investigación en la que se añaden residuos de acero a la sustancia en proporciones de 0,5%, 0,75% y 1,5% con respecto al volumen de la sustancia, para decidir la conducta de resistencia a la compresión mediante ensayos de presión uniaxial, mientras que la conducta de tracción se adquirió mediante ensayos de maleabilidad dividida. La metodología es experimental y serán observadas 12 muestras cúbicas y 12 cilindros en un tiempo de curado de 28 días, teniendo como resultados que, con la expansión del acero restante, se rastreó que la resistencia a la compresión se expandió en un 26,8% para la expansión del 0,5% y en un 30,7% para la expansión del 0,75% y se encontró una disminución del 5,3% en la expansión del 1,5% por volumen de cemento, para una rigidez definitiva se vio un incremento del 11,2% para la

expansión del 0,5%, una consecuencia del 5,8% en la expansión del 0,75% y del 2,5% en la expansión del 1,5% por volumen de cemento. En conclusión, la consideración de la chatarra de acero amplía imperceptiblemente la resistencia a compresión y su módulo de versatilidad del cemento. Según los principales resultados del ensayo a resistencia a la compresión en 3D, observó que la resistencia a la compresión en los ejemplos sustanciales de grado C-25 con una expansión del 0,75% de chatarra de acero se expandió obviamente cuando se contrastó con diferentes ejemplos con varios niveles de chatarra de acero. Se ha comprobado que la resistencia a compresión incremento un 30,7% por la expansión de la chatarra de acero en comparación con el hormigón simple.

**Sotil y Zegarra (2015)**, tuvo como **objetivo** analizar sistemáticamente las propiedades mecánicas (arqueo, presión, robustez) del hormigón no armado en relación con el hormigón apoyado con cordones de acero Wirand FF3 y adición de fibra de acero Wirand FF4 en cifras de (80/60). La **metodología** usada en esta tesis de investigación es de tipo experimental, los **resultados** fueron que los cordones metálicos alteran la conducta débil de los tramos sustanciales a causa del movimiento de presión que produce. Los filamentos de acero son una opción preventiva para controlar tales limitaciones centradas principalmente en secciones sustanciales o asfaltos. El límite que aborda el compromiso de los filamentos se califica en una estimación de resistencia a la flexión comparable, conocida como Re3. Este factor depende principalmente de las medidas de los filamentos (kg/m<sup>3</sup>) y del atributo de la fibra. En **conclusión**, en su muestra (RE3) se recuerda por la segunda estimación positiva, pero no en la negativa, ya que no da control de la ruptura provocada por esfuerzos de tracción.

Para el presente proyecto de investigación se detalla las siguientes **teorías**.

**Concreto:** El hormigón es un material artificial de gran importancia en la construcción civil. Según (LARA, 2016) cree que el cemento es una piedra falsa; se forma mezclando adecuadamente cuatro partes fundamentales: agregados (finos y gruesos), el hormigón, el agua y, de forma inesperada, el aire. Las cualidades del cemento dependerán generalmente de la calidad y la extensión de las partes en la composición. La cualidad realmente primordial del cemento es que se opone

bastante bien a las cargas de compresión, sin embargo, no tiene casi ninguna protección contra las tensiones dúctiles, de torsión y de cizallamiento. Por lo tanto, normalmente se utiliza en relación con el acero como parte correlativa para asimilar las tensiones en las que el cemento no funciona como se espera.



*Figura 1: Concreto armado*

**Concreto convencional:** Entendiendo que el concreto es una combinación de diferentes componentes, su medición legítima es fundamental para establecer una mezcla que satisfaga las directrices de calidad necesarias en cada país. Las partes fundamentales del cemento serán el hormigón, los totales (fino y grueso), el agua y los aditivos.

**Cemento:** es la composición de un elemento triturado, debido a la expansión de una cuantía razonable de agua, provoca una capa aglomerante apta para solidificar, hasta el punto de ser sumergida. Se prohíbe el uso de cales impulsadas por el agua, cales etéreas y morteros. Según la NTP (E.60. Concreto Armado, 2009).

**Cemento Portland:** El concreto Portland es un agregado a presión, en otras palabras, es un elemento inorgánico finamente triturado, al mezclarse con el agua, origina la pasta que posterior tiende a fraguar, se solidifica y mantiene una resistencia inicial y se estabiliza. En el país nos regimos a la NTP 334.009 (Cementos Portland. Necesidades), en referencia de la ASTM C 150.

**Agregado:** son un compuesto de partículas, con principio regular o artificial, que logran ser tratadas o manipuladas. Pueden tener un tamaño que va desde

partículas prácticamente imperceptibles hasta trozos de piedra. Junto con el agua y el hormigón, constituyen el trío de fijaciones importantes para el montaje del cemento. Según la NTP (E.60. Concreto Armado, 2009).



*Figura 2: Agregado cubierto para protección de lluvias*

**Agregado Fino:** Es el material que pasa los tamices de 9,5 mm (3/8"). Según la (NTP, E.60. Concreto Armado, 2009).



*Figura 3: Sustracción del agregado fino*

**Agregado Grueso:** es el componente retenido en el tamiz de 4,75 mm (N°4) procedente de la rotura normal o en la mecánica de rocas. Según la NTP (E.60. Concreto Armado, 2009).



*Figura 4: Sustracción del agregado grueso*

**El Agua:** tiene en sus funciones imperativas, la mejora del cemento, y para el agua en la mezcla y como agua de alivio. Por lo anterior, prácticamente agua consumible normal, sin que tenga un sabor u olor perceptible, puede ser utilizada para la mezcla, ya que el agua, cuando tiene capacidad de fijación en la producción de la mezcla, posee entre el 10% - 25% de cada m<sup>3</sup> creado. La contaminación por sulfatos debe evitarse a toda costa, ya que los sulfatos se solidifican con fuerza. En caso de que no se tenga cuidado de eliminar los contaminantes innecesarios contenidos en el agua, pueden influir en el tiempo de fragua, en la resistencia inicial y en la consistencia volumétrica, sino que también pueden provocar el florecimiento o el consumo del soporte. Fuente: Polo y Risco, (2018, pág. 28).

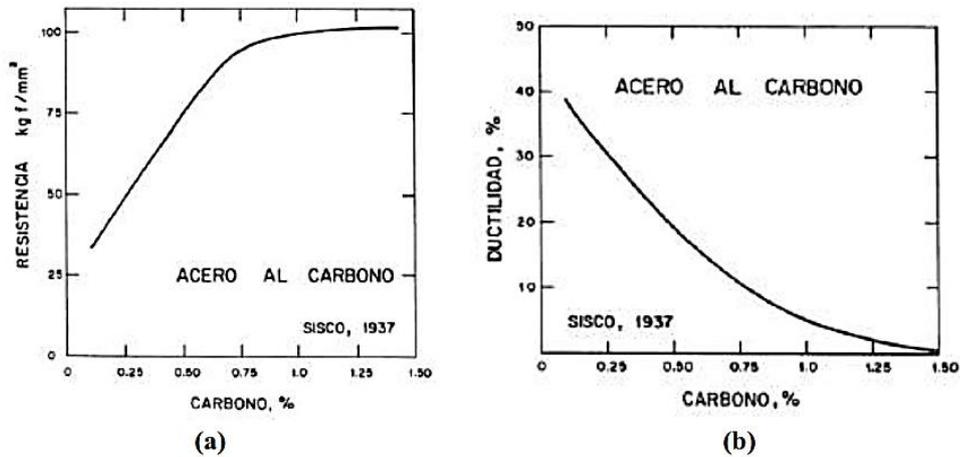


*Figura 5: Agua potable*

**Acero:** la composición del hierro y carbono, este último con un nivel del 2% como total en el acero, respecto a su volumen. Teniendo el carbono como parte fundamental en el acero, por lo que la conducta mecánica dependerá de el, la

sustancia de este componente tiene un punto de ruptura ya que, en el caso de que lo supere, la propiedad de flexibilidad del acero se degrada. (Castro, 2009, pág. 07).

**Tabla 1:** Grafico de resistencia del carbono y ductilidad



Fuente: Castro, 2009

**Acero residual:** El desperdicio de acero en edificaciones es el 3% del acero total que requiere una edificación, este porcentaje puede variar según el control de calidad o protocolos de procedimientos de trabajo a usarse, suelen ser los restos de cortes de las varillas corrugadas utilizadas en la etapa de casco, o de superestructuras, estos restos son muchas veces vendidos a chatarreros o enviado a eliminación masiva, por lo que no son bien utilizados.



Figura 6: Acero residual

**Asentamiento:** la técnica utilizada es el ensayo "Abrams Cone" o "Slump" de (ASTM C-143), el cual mide la consistencia en las mezclas, estimada en (") o (cm),

de un volumen sustancial que es recientemente colocado y compactado en un recipiente metálico de medidas caracterizadas y segmento cónico acortado. En este sentido, el Slump puede caracterizarse como la proporción de la distinción de estatura entre la forma metálica estándar y la masa sustancial después de que se haya extraído la forma que la cubría. Es un ensayo utilizado en el campo como también en el laboratorio según (NTP 339.045, 2010).

**Tabla 2:** *Asentamiento del concreto*

Relación a/c	Asentamiento del Concreto
0,41	2 1/2"
0,48	2 3/4"
0,57	3"
0,68	3 1/4"
0,82	3 3/4"

Fuente: Elaborado por Diana Tufiño, 2019

**Contenido de Aire:** La razón de esta prueba es decidir el contenido de aire captado en una mezcla, con un total. El control del contenido de aire en el cemento nuevo es fundamental para mantener la calidad ideal. Según NTP (N° 339.083, 2010).

**Tabla 3:** *Contenido de aire en el concreto*

Relación a/c	Contenido de Aire del Concreto
0,41	2,10%
0,48	2,10%
0,57	2,20%
0,68	2,20%
0,82	2,20%

Fuente: NTP N° 339.083

**Ensayo de compresión:** es el atributo realmente mecánico del concreto, y relevante a la importancia de esta propiedad en una construcción sustancial regular, se comunica en su mayor parte en kg/cm<sup>2</sup>. Los ejemplos más modestos serán en general más sencillos de entregar y tratar en el campo y en el centro de investigación. La distancia a través de la cámara utilizada debe ser en algún lugar varias veces el tamaño más extremo ostensible del total grueso utilizado en el

sustancial. La figura muestra los tipos de decepciones que existen en los ejemplos previstos para las pruebas de presión. Según NTP (N° 339.034, 2010).

**Tabla 4:** *Calculo de ensayo de compresión*

Tiempo	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	LONGITUD PROMEDIO (cm)	FUERZA MÁXIMA (Lbf)	FUERZA MÁXIMA (Kgf)	ESFUERZO MÁXIMO (Kgf/cm <sup>2</sup> )
45 días	15.199	30.323	126684	57462.84	316.71

Fuente: Norma Técnica Peruana N° 339.034, 2010.

**Ensayo de tracción:** este ensayo consiste en exponer a presión diametral un ejemplar redondo y hueco, equivalente al caracterizado en el ensayo Marshall, aplicando un apilamiento consistente a lo largo de dos líneas inversas o generatrices hasta alcanzar la fisura. El ejemplo se apila en presión a lo largo de un plano polar ascendente del ejemplo. Para apilar el ejemplo en presión en un plano polar ascendente, se necesita un artilugio de cinchado del ejemplo a través del cual emerge este plano de apilamiento. Según (Norma Técnica Peruana N° 339.084, 2010).

Procedimiento:

- Medir los componentes de la cámara.
- Colóquela de forma concentrada para no cometer errores.
- Inicie la prueba hasta que llegue a su estallido.

**Tabla 5:** *Calculo de ensayo de tracción*

DIAMETRO PROMEDIO	LONGITUD PROMEDIO	FUERZA MÁXIMA (Lbf)	FUERZA MÁXIMA (Kgf)	AREA (cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO MÁXIMO (Kgf/cm <sup>2</sup> )
15.185	330.68	36827	16572.15	1577.51	21.01

Fuente: Norma Técnica Peruana N° 339.084, 2010.

**Ensayo de flexión:** Establece la estrategia para decidir la resistencia a la flexión de zapatas de cemento básicamente sostenidas, fundidas o ejes cortados eliminados del hormigón solidificado y probados con cargas en los tercios de la gama.

La abstracción de la técnica de prueba consiste en emplear un peso en los tercios del largo de la barra, hasta producir la frustración. Su módulo de rotura sigue en el aire, contingente al espacio de la falla: dentro del tercio focal o a una separación decente, no más observable que el 5% de lo no cercado. Esta técnica de ensayo se utiliza para decidir la resistencia a la flexión de los ejemplos dispuestos y restaurados según la NTP 339.033 o la NTP 339.183. Los resultados se determinan y se revelan como el módulo de grieta. No es realmente inamovible fluctuará en caso de que haya contrastes en el tamaño del ejemplo, la disposición del ejemplo, las condiciones de humedad, o por otra parte si el eje ha sido formado o cortado al tamaño necesario.

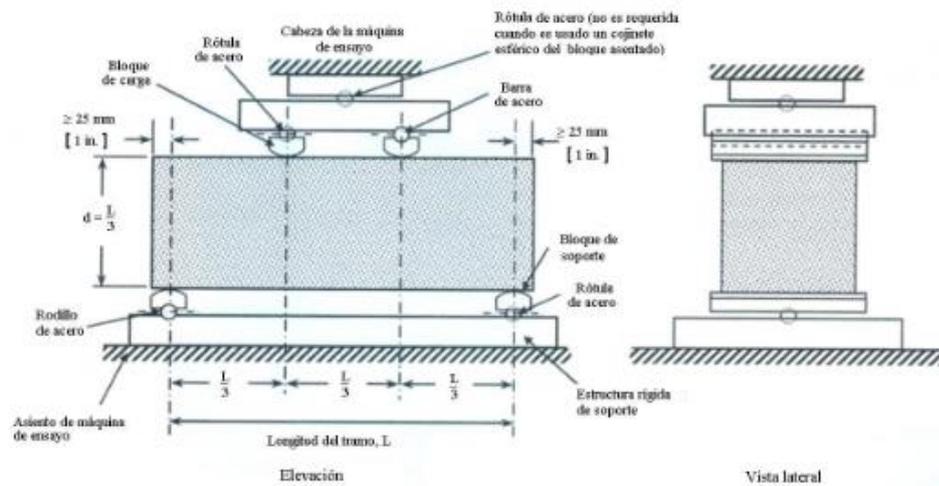


Figura 7: Imagen del dispositivo para ensayar la flexión de vigas con carga en los tercios

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGIA**

### III. METODOLOGIA

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

La metodología cuantitativa depende de la investigación de la realidad a través de varias estrategias dependientes de la estimación, es cualquier cosa menos un nivel de control significativo de la información, como restaurar una enfermedad o adquirir un componente o gran que puede ser útil, la metodología cuantitativa depende de la investigación y la investigación de la realidad a través de diversas estrategias dependientes de la estimación, es cualquier cosa, pero un nivel más significativo de control y conjetura que diferentes tipos de examen. Es factible completar pruebas y adquirir aclaraciones diferenciadas dependientes de las especulaciones. (Supo, 2013, pág. 17)

De acuerdo con la teoría anterior, la investigación es de tipo **aplicada** con la finalidad de adicionar material reciclado de desperdicio de acero residual de fierro corrugado de 3/8" en la construcción de edificaciones al concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y por el enfoque es **cuantitativo**.

#### Nivel de investigación:

El nivel de tipo explicativo es la conducta de una variable como componente de otra; al ser consideraciones de causa-impacto, requieren control y deben cumplir otras normas de posibilidad. El control fáctico es multivariable para excluir la relación irregular, relajada o engañosa entre la variable libre y la protegida. (Costa, 2017, pág. 04).

Coincidiendo la teoría anterior, la investigación es de tipo **explicativo** por que pretende responder del porqué de las propiedades del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando material reciclado de desperdicio de acero residual de fierro corrugado de 3/8" en la construcción de edificaciones.

#### Diseño de investigación:

El diseño cuasiexperimental, es principalmente un instrumento. Las técnicas de funcionamiento en el campo aplicado tienen planes de exploración no aleatorios. Dado que no hay aleatorización, es cualquier cosa menos concebible construir con

precisión la identidad subyacente de las reuniones, al igual que el caso en los planes de ensayo, según Rondón (2015).

Descrito por la teoría anterior, este trabajo de investigación es de diseño **cuasiexperimental** por que manipula variables independientes que concierne a la adición de material reciclado de desperdicio de acero en las diferentes dosificaciones y evalúa los efectos en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , mediante una muestra **no aleatoria**.

### **3.2. Variables y operacionalización:**

**Variables Independientes:** Adición de acero residual como material de refuerzo.

#### **Definición Conceptual:**

El acero residual es un material desechable, el cual proviene de productos industriales y desperdicio de edificaciones en construcción, estos materiales de desperdicio no tienen un buen valor y no se reutilizan adecuadamente, sin embargo, pueden utilizarse eficientemente en el concreto, las propiedades físicas y mecánicas del acero, le dan al concreto un refuerzo adicional, lo que indica una resistencia a la tracción adicional para el hormigón. El número de residuos producidos en diversas industrias del metal se incrementarán con el aumento en la población y las acciones de la industria. (Gonzalos, 2021, pág. 4).

**Variables Dependientes:** Propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

#### **Definición Conceptual:**

**Concreto:** El hormigón es posiblemente el material más utilizado en el desarrollo, que está hecho de una combinación de totales (arena gruesa y piedra aplastada), cubiertas y agua, sus medidas están en conexión agua/hormigón y su obstrucción depende de ello, según (Polo y Risco, 2021, pág. 39).

**Las propiedades físicas:** es cuantificable de un determinado material, que pasa por cambios y transformaciones o se desarrolla a lo largo de un tiempo indefinido, no depende del tamaño de la expansión del material. (Polo y Risco, 2021, pág. 39).

**Las propiedades mecánicas:** son atributos de su comportamiento que separan un material de otro. Teniendo en cuenta el comportamiento que puede tener un material en diversas medidas de mecanizado. (Polo y Risco, 2021, pág. 39).

### **3.3. Población, muestra y muestreo:**

#### **Población:**

Una vez caracterizada nuestra unidad de examen, seguimos delimitando la población a considerar y sobre la que pretendemos resumir los resultados. De este modo, una población es la ordenación de la multitud de casos que concurren con una serie de especificaciones. (Selítiz, 1974, pág. 7).

En base de la teoría anterior, este trabajo de investigación está conformada por una **población de la producción de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> elaboradas con la adición de acero residual en el departamento de Lima**, sucediendo de esta forma el tipo infinita por el cual será imposible determinar la cantidad de componentes.

#### **Muestra:**

Hay que caracterizar la unidad de examen y los atributos de la población. En esta parte discutiremos el ejemplo, o más bien los tipos de prueba que existen, para tener la opción de elegir la más ventajosa para una investigación. (Sudman, 1976, pág. 14).

De acuerdo a los reglamentos nacionales (RNE), la norma E.060 y la norma internacional ASTM C31, C39 y C1231. Indica que, en los ensayos propuestos a distintos tipos de cargas se deben de realizar 3 testigos de probetas como mínimo para concreto endurecido. En este informe de investigación se tendrán muestras de 36 probetas tipo cilíndricas para el ensayo de resistencia a la compresión, 36 probetas para el ensayo de tracción y 12 probetas tipo viga para el ensayo de flexión. Dando un total de 84 probetas en la totalidad del estudio, con el fin de determinar a los días 7,14 y 28 días, agregando distintas adiciones, en porcentajes de 3%, 5% y 7% (tabla 6, 7 y 8).

**Tabla 6.** *Cuantía de probetas para la resistencia de compresión*

COMPRESIÓN PROBETA TIPO CILINDRICA (15X30CM)					
DIAS		7	14	28	SUB TOTAL
D0	PATRON	3	3	3	9
D1	3% DE ACERO RESIDUAL	3	3	3	9
D2	5% DE ACERO RESIDUAL	3	3	3	9
D3	7% DE ACERO RESIDUAL	3	3	3	9
<b>TOTAL</b>					36

Fuente: Elaborado por el autor

**Tabla 7.** *Cuantía de probetas para la resistencia de tracción*

TRACCIÓN PROBETA TIPO CILINDRICA (15X30CM)					
DIAS		7	14	28	SUB TOTAL
D0	PATRON	3	3	3	9
D1	3% DE ACERO RESIDUAL	3	3	3	9
D2	5% DE ACERO RESIDUAL	3	3	3	9
D3	7% DE ACERO RESIDUAL	3	3	3	9
<b>TOTAL</b>					36

Fuente: Elaborado por el autor

**Tabla 8.** *Cuantía de probetas para la resistencia a flexión*

FLEXIÓN PROBETA TIPO CILINDRICA (15X15X50CM)					
DIAS		7	14	28 DIAS	SUB TOTAL
D0	PATRON	-	-	3	3
D1	3% DE ACERO RESIDUAL	-	-	3	3
D2	5% DE ACERO RESIDUAL	-	-	3	3
D3	7% DE ACERO RESIDUAL	-	-	3	3
<b>TOTAL</b>					12

Fuente: Elaborado por el autor

**Muestreo:**

Las muestras no probabilísticas, que también llamamos pruebas designadas incluyen un método de elección casual y bastante auto afirmativo. En igualdad de condiciones, se utilizan en numerosos exámenes y con ellos se elaboran conjeturas

sobre la población. Tal vez se decida sobre el sabor de un cargamento de limones, simplemente probando algunos de ellos, como si "una captura fuera suficiente para un ejemplo". La prueba designada elige a sujetos "normales" con la expectativa poco clara de que sean instancias agentes de una determinada población. (Hernández, 1991, pág. 278).

La muestra es **no probabilística** por el cual se tendrá que seguir rigurosamente (RNE-E.060 Concreto Armado y la Norma Internacional ASTM C39), ASTM C-496-96 y ASTM C-78 (Prueba de resistencia a la compresión, tracción y flexión). En la proporción de ensayos desarrollados mediante los indicadores en las propiedades físico y mecánicas en los ensayos a realizar en el laboratorio. En la investigación se realizaron 84 especímenes basados en la norma que nos señala la muestra. Se escoge un muestreo **no aleatorio** por el interés del investigador.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

En todo examen aplicamos un instrumento para cuantificar los factores contenidos en las teorías (y cuando no hay especulación, esencialmente para calibrar los factores de interés). Esa estimación es poderosa cuando el instrumento de clasificación de la información aborda realmente los factores que tenemos en primer lugar en la lista de prioridades. Si no lo hace, nuestra estimación es insuficiente y, por lo tanto, la investigación no merece ser considerada. Evidentemente, no existe una estimación ideal, es impensable que abordemos fielmente factores como la perspicacia, la inspiración, el nivel financiero, la iniciativa basada en la popularidad, la mentalidad hacia el sexo y otros; sin embargo, deberíamos acercarnos lo más posible a la representación firme de los factores a tener en cuenta, a través del instrumento de estimación que creamos. (Dos Santos, 2017, pág. 48).

Las técnicas utilizadas en el proyecto de investigación fueron: Observación directa, evaluación de documentos, ensayos en probetas con y sin inclusión de acero residual de fierro corrugado de 3/8", por lo cual se realizarán los siguientes análisis de laboratorio:

## **Observación Experimental Directa**

La percepción directa es una técnica de recolección de información sobre un individuo, maravilla o circunstancia concreta, que comprende el relato metódico, sustancial y sólido de conductas o signos sociales. Suele utilizarse como instrumento de estimación en una amplia gama de condiciones. (Haynes, 1978, pág. 348).

Se utilizo la técnica de **observación directa** donde se determinó la conducta física y mecánica de los especímenes, con adición de acero residual de fierro corrugado de 3/8". Por eso mismo se utilizaron fichas de recaudación de datos, gráficos estadísticos y tablas.

## **Definición de instrumento**

En la investigación de la conducta tenemos algunos tipos de instrumentos para calibrar los factores de interés y de vez en cuando se pueden consolidar al menos dos estrategias de selección de información. (Fishbein y Ajzen, 1975, pág. 148).

Por lo tanto, en esta investigación, los instrumentos serán fichas técnicas de acuerdo a los indicadores del estudio, los cuales son:

Fichas técnica N°1: Indicador del ensayo a compresión (Anexo N°03).

Fichas técnica N°2: Indicador del ensayo a tracción (Anexo N°04).

Fichas técnica N°3: Indicador del ensayo a flexión (Anexo N°05).

Fichas técnica N°4: Indicador del ensayo de asentamiento (SLUMP) (Anexo N°06).

Fichas técnica N°5: Indicador del ensayo de contenido de aire (Anexo N°07).

## **Validación de los instrumentos**

La validación de instrumentos, se piensa, por su amplitud, en una especie de estudio con atributos y sistemas propios. La motivación de este trabajo es proponer una estrategia para la aprobación de un instrumento lógico. Se utilizaron estrategias hipotéticas, por ejemplo, las técnicas verificables sensibles y de ingeniería perspícaz, y desde la perspectiva observacional, la investigación de registros, que

permitió mostrar en el enfoque propuesto. Los resultados esenciales se relacionan con una construcción sucesiva, de exigente consistencia para garantizar que el instrumento sea aprobado y así adquirir resultados abrazados por la ciencia. (Arias, 2011, pág. 29).

En el presente estudio se realizará la validez de los certificados de calibración de los equipos de laboratorio, con los resultados de la recolección de datos y analizadas en las fichas técnicas que darán validez 3 ingenieros civiles colegiados, y será efectuado por el procedimiento de **juicio de expertos** el cual estará compuesto por:

**Tabla 9:** *Juicio de expertos*

JUICIO DE EXPERTOS		
NUMERACION	NOMBRE Y APELLIDOS	C.I.P.
N°1	Maritza Noelia, Rivera Vera	252335
N°2	Felipe Santiago, Meneses Phun	226748
N°3	Henry Wilder, Santiago Flores	205749

Fuente: Elaboración propia

### **Confiabilidad**

La fiabilidad es el nivel de coincidencia con el que un instrumento estima la variable. Se adquiere evaluando la reproducibilidad, que es cuando hay una conexión decente en las estimaciones en varias ocasiones. (Castillo, 2003, pág. 34).

El resultado de las muestras de concreto será examinado rigurosamente bajo la Norma Técnica del Reglamento Nacional de Edificaciones E.060, por lo cual se determinará que los equipos usados en el laboratorio cuenten con los certificados de calibración correspondientes, el cual nos dará un preciso y confiable resultado para la medición de las muestras.

Indicadores 3,4 y 5: Certificado de calibración del equipo para el ensayo de resistencia a la compresión, tracción y flexión.

### **3.5. Procedimientos**

Para determinar las cualidades del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de acero residual de fierro corrugado de 3/8", se procederá realizando un conjunto de etapas:

## Etapa 1: Recopilación y adquisición de materiales.

Cuadro de materiales a usarse en los ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, ensayo de asentamiento por el método cono de Abrams y ensayo de contenido de aire.

**Tabla 10:** Cuadro de materiales

CUADRO DE MATERIALES		
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO PORTLAND TIPO I	7	bls
ARENA GRUESA	0.5	m3
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	0.5	m3
DADOS DE ACERO DE 3/8"	7	kg
AMOLADORA	1	und
DISCO DE CORTE PARA ACERO	4	und

Fuente: Realizado por el autor

## Etapa 2: Caracterización de los agregados

**Tabla 11:** Formato de los agregados

FORMATO PARA PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION				
AGREGADO FINO (NORMA ASTM C128)				
ENSAYOS	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
N°1 N°2 N°3 PROMEDIO				
A. PESO MAT. SAT. SUP. SECO AL AIRE (P <sub>sss</sub> ) (gr)				
B. PESO DE FIOLA (gr)				
C. PESO DE FIOLA + AGUA (gr)				
D. PESO DE FIOLA + AGUA + MATERIAL INTRODUCIDO A FIOLA (gr)				
E. PESO FIOLA + AGUA + P <sub>sss</sub> (C+A)				
F. PESO DE MATERIAL SECADO AL HORNO EN AIRE (gr)				
PESO ESPECIFICO (base sss) ((A/(E-D))				
PESO ESPECIFICO (base seca) ((F/(E-D))				
% ABSORCION ((A-F) / F) *100				

Fuente: Realizado por el autor

**Tabla 12:** Formato de los ensayos para calidad de los agregados

FORMATO PARA PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION				
AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 127)				
ENSAYOS	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
N°1 N°2 N°3 PROMEDIO				
A. PESO MAT. SAT. SUP. SECO AL AIRE (SSS) (gr)				
B. PESO DE LA CESTA				
C. PESO DE LA CESTA SUMERGIDA EL AGUA (gr)				
D. PESO DEL CESTO + MATERIAL SUMERGIDO EN AGUA (gr)				
E. PESO APARENTE DEL MATERIAL SUMERGIDO EN AGUA (gr) (D-C)				
F. PESO DE MATERIAL SECADO EN HORNO (gr)				
PESO ESPECIFICO (base seca) (F/(A-E))				
PESO ESPECIFICO (base sss) (A/(A-E))				
PESO ESPECIFICO APARENTE (base seca) (F/(F-E))				
% ABSORCION ((A-F) / F) *100				

Fuente: Realizado por el autor

**Tabla 13:** *Formato para pesos*

FORMATO PARA PESO UNITARIO				
VOLUMEN DE MOLDE CILINDRICO				
ENSAYOS	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
N°1 N°2 N°3 PROMEDIO				
1.PESO DEL MOLDE (Kg)				
2.PESO DEL MOLDE + AGUA (Kg)				
3.PESO DEL AGUA (Kg)				
4.FACTOR DE CALIBRACION DEL AGUA (Kg/m3)				
5.VOLUMEN DEL MOLDE (m3)				

Fuente: Realizado por el autor

**Tabla 14:** *Formato para peso unitario suelto*

PESO UNITARIO SUELTO				
ENSAYOS	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
N°1 N°2 N°3 PROMEDIO				
1.PESO MATERIAL + MOLDE (Kg)				
2.PESO DEL MOLDE (Kg)				
3.PESO DEL MATERIAL (Kg) (1-2)				
4.VOLUMEN DEL MOLDE				
5.PESO UNITARIO MATERIAL (Kg/m3) (3/4)				

Fuente: Realizado por el autor

**Tabla 15: Formato para peso unitario compactado**

PESO UNITARIO COMPACTADO				
ENSAYOS	N°1	N°2	N°3	PROMEDIO
N°1 N°2 N°3 PROMEDIO				
1.PESO MATERIAL + MOLDE (Kg)				
2.PESO DELMOLDE (Kg)				
3.PESO DEL MATERIAL(Kg) (1-2)				
4.VOLUMEN DEL MOLDE				
5.PESO UNITARIO DE MATERIAL (Kg/m3) (3/4)				

Fuente: Realizado por el autor

### **Etapas 3: Diseño de mezcla con las dosificaciones en porcentajes.**

En la siguiente investigación se procederá a realizar el diseño de mezcla con dosificaciones en porcentajes de 3%, 5% y 7% de material con adición de acero residual de fierro corrugado de 3/8", el porcentaje de adición de acero es en relación del cemento en la dosificación y se mantendrá según la Norma ASTM C125.

Posterior a los ensayos se verificarán en los tiempos de 7, 14 y 28 días, con distintos tipos de porcentajes en la adición de acero residual de fierro corrugado de 3/8".

### **Etapas 4: Ensayo de concreto fresco**

La dosificación del concreto fresco se realizará mediante el diseño de mezcla con el porcentaje de 3%, 5% y 7% de material con adición de acero residual de fierro corrugado de 3/8", el porcentaje de adición de acero es en relación del cemento en la dosificación, para las propiedades físicas se evaluarán los ensayos:

- Asentamiento (SLUMP) "NTP 339.045 - 2015 y ASTM C-134".
- Contenido de aire "NTP 339.034 y ASTM C-231".

### **Etapas 5: Elaboración de probetas.**

En la siguiente investigación se realizarán 3 ensayos según norma.

- 36 testigos cilíndricos de (15x30cm) para la compresión según "NTP 339.033 y ASTM C-495".
- 36 testigos cilíndricos de (15x30cm) para la tracción según "NTP 339.034 y ASTM C-496-96".

- 36 testigos tipo viga de (15x15x50cm) para la flexión según "NTP 339.078 y ASTM C-78".

#### **Etapa 6: Elaboración de los ensayos en estado endurecido**

- Ensayo en estado endurecido a compresión "NTP 339.034 y ASTM C-39".
- Ensayo en estado endurecido a tracción "NTP 339.084 y ASTM C-496-96".
- Ensayo en estado endurecido a flexión "NTP 339.078 y ASTM C-78".

#### **Etapa 7: Descripción del curado de las probetas**

- Se elaborará las probetas de laboratorio mediante la NTP.
- Se dejará en condición de humedad en una piscina totalmente llena de agua el cual estará en una temperatura de 23° hasta 26°C según NTP.
- Se revisará el curado de las probetas a las 7, 14 y 28 días.

#### **Etapa 8: Evaluación de resultados**

Para la evaluación de resultados se realizarán fichas de recolección de datos, las cuales serán procesadas en cuadros de hojas Excel, del tal modo se relacionarán los resultados que nos demuestra cada ensayo realizado, luego se entrara en discusión, conclusión y recomendación.

### **3.6. Método de análisis de datos**

La investigación de la información comprende la realización de las tareas a las que el analista expondrá la información para lograr los objetivos del examen. Esta carga de tareas no se puede caracterizar de forma inflexible antes de tiempo. La clasificación de la información y algunas investigaciones fundamentales pueden descubrir problemas y desafíos que superarán la organización subyacente del examen de la información. No obstante, es esencial diseñar las partes fundamentales del plan de examen según lo indicado por la comprobación de cada una de las especulaciones detalladas, ya que estas definiciones. (Gutiérrez, 2006, pág.04).

El análisis de los datos cuantitativos se realizó mediante la estadística descriptiva puesto que se analizó y caracterizaron los datos en gráficos y tablas.

El presente trabajo se realizó por medio de la estadística descriptiva, ya que se observó, analizo y se presentó los datos de los diferentes ensayos en el laboratorio, en varias tablas y diferentes gráficos, de esta manera se completaron las fichas de recolección de datos y fichas de observación, que tuvieron validez y confiabilidad, se pudo describir de manera correcta como influye la incorporación de acero residual sobre las propiedades del concreto.

### **3.7. Aspectos éticos**

El presente trabajo de investigación fue realizado con la total autenticidad y certeza de no haber replicado los datos de diferentes investigaciones que se utilizaron para el avance del trabajo, en cuanto al respeto de origen de los trabajos, artículos, teoría y libros de diferentes escritores, fueron citados de manera correcta bajo la norma ISO 690 y siendo evaluados por el software TURNITING la cual es una herramienta de constatación de datos. Además, se encuentra bajo el control de los derechos de autor del artículo N°53 del código de la ley universitaria N°30220, El proyecto de investigación contó con el esfuerzo coordinado del asesor que a través de sus encuentros nos dirigió durante el tiempo para asegurar la legitimidad.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS**

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Desarrollo del procedimiento

#### Nombre de la tesis:

"Efectos de la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021"

#### ETAPA 1: Recopilación de materiales enviados a laboratorio

Para la recopilación de materiales, se hizo un estudio de mercado, se escogió el mejor producto en comparación calidad precio de las ferreterías cercanas, el cual se obtienen los siguientes materiales:

**Cemento Portland Tipo I:** resultado de moler en conjunto Clinker y yeso, el proceso acelerado de desarrollo en las iniciales resistencias, permitiendo un menor tiempo de secado, es excelente en el desarrollo de las resistencias y es muy trabajable, características básicas:

- **Marca:** Sol
- **Tipo:** Cemento
- **Color:** Mostaza
- **Peso:** 42.5 kg



Figura 8: Bolsa Cemento Sol Tipo 1 – 42.5kg

**Agregado fino:** para garantizar la calidad del agregado fino, se cumplirán los requisitos de la NTE E.060 capítulo III (Materiales). Se optó por comprar bolsas de 40 kg que ya vienen embolsadas, las cuales no deberán tener impurezas como: materia orgánica, olor fuerte, color negruzco, tampoco deberán tener tierra, mica o sal. Algunas recomendaciones para su uso, es que no debe estar mojada hasta tener contacto con el cemento, debe estar libre de grasas o aceites, sus características básicas son:

- **Marca:** Luk
- **Peso del producto:** 40 kg
- **Tipo de producto:** Arena
- **Sub Tipo de Producto:** Gruesa



Figura 9: Bolsa de Arena Gruesa 40kg

**Agregado grueso:** para garantizar la calidad del agregado grueso, se cumplirán los requisitos de la NTE E.060 capítulo III (Materiales). Se optó por comprar bolsas de 40 kg que ya vienen embolsadas, cabe resaltar que no deberá tener ninguna impureza que altere la mezcla, el agregado grueso es obtenido por trituración artificial de rocas o gravas, lo cual lo hace ideal para la construcción ya que, al ser combinado con cemento y agua, se crea una pasta el cual al secarse se convierte en una masa semejante a una roca, algunas de sus características básicas son:

- **Tipo:** Áridos envasados
- **Marca:** Topex
- **Peso:** 40 kg
- **Sub Tipo de Producto:** Piedra Chancada



*Figura 10: Bolsa de Piedra Chancada 40kg*

**Agua:** para garantizar la calidad del agua, se cumplirán los requisitos de la NTE E.060 capítulo III (Materiales). Teniendo en cuenta que al emplear el agua en la preparación y posterior curado del concreto es recomendable que sea potable.



*Figura 10: Agua potable – Fuente: Diario El Peruano*

**Acero residual (acero corrugado de 3/8”):** para garantizar la calidad de la varilla de acero residual, nos basaremos a las especificaciones técnicas de la misma varilla, ya que el acero residual solo es la parte no utilizada, ya sea porque la medida

no es apta, o sencillamente es el desperdicio de la cuantía de acero. Teniendo esto en cuenta se cumplirán los requisitos de la NTE E.060 capítulo III (Materiales), Norma Técnica Peruana NTP 341.031:2018 Grado 420 y la Norma Internacional ASTM A615 Grado 60, algunas de las características básicas son:

- **Material:** Acero corrugado
- **Medidas:** Diámetro: 3/8" y largo: 9m
- **Peso:** 0.560kg/m



Figura 11: Fierro de 3/8" – Fuente: Siderperu

## ETAPA 2: Fabricación de los dados de acero residual de 3/8"

**Recopilación del desperdicio de acero:** para la recopilación del acero, se escogió una construcción de edificación en la ciudad de Lima, y se recolectaron las varillas de acero de 3/8" que tenían como merma.



Figura 12: Recopilación del desperdicio de acero

**Selección del acero de 3/8":** para este paso, se escogieron las varillas de 3/8" que no presentaran restos de concreto, y que no estén muy oxidadas.



*Figura 13: Selección de acero de 3/8"*

**Elaboración de los dados de acero de 3/8"**: en el siguiente paso, se armó una mesa de trabajo para el corte de los dados de acero, fueron utilizados: una maquina tronadora de 2200w, discos de corte para acero BNA32 14, caballetes, y protección de cartón para las chispas, se recomienda hacerlo en espacios libres, como en talleres.



*Figura 14: Mesa de corte para el acero de 3/8"*

**Dados de acero de 3/8"**: se obtuvieron dados de acero de 1.5cm de longitud con una variación mínima de 1mm.



*Figura 15: Dados de acero de 3/8" de 1.5cm de longitud*

### **ETAPA 3: Caracterización de los agregados y diseño de mezcla**

**Ensayo granulométrico de los agregados:** El presente ensayo tiene como finalidad la determinación cuantitativa de los tamaños para los agregados finos y gruesos en muestras secas según la (ASTM C 33 y ASTM C 33- HUSO 56). Los porcentajes de la muestra que pasan la malla, el porcentaje de muestra que se queda en la malla, o el porcentaje de fracciones se calcula en aproximación de 0.1% teniendo la referencia del peso total de la muestra seca inicial.

**Equipos y materiales a usar:**

- Balanza digital Ohaus 30000g x 1g
- Balanza digital Henkel 200g x 0,1 g
- Máquina de ensayo uniaxial Forney
- Horno digital PT-H76 196L 0° A 300°C
- Tamices usados en el agregado fino: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo.
- Tamices usados en el agregado grueso: 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4 y fondo.



Figura 16: Horno digital PT-H76 196L 0° A 300°C

**Procedimientos:** se selecciona la muestra hasta tener un peso constante, y se envía al horno en una temperatura de 110 +/- 5°C, posterior a esto, se enfría a temperatura ambiental, luego se selecciona los tamices por tamaños decrecientes,

y se llega a vaciar de a pocos la muestra en el tamiz más alto, siguiente a este procedimiento se tienen que agitar manualmente la torre de tamices por un tiempo determinado, con esto se determina la cantidad del material retenido para cada tamiz al 0.1% y se calculan los porcentajes que pasan cada tamiz en 0.1% basado al peso de la muestra inicial seca.



Figura 17: Juego de tamices para el ensayo de granulometría

**Módulo de fineza para el agregado fino:** se trabajó con la Norma Técnica Peruana 400.037, se calcula en relación a la suma de porcentajes que se retuvieron en cada tamiz, todo dividido entre 100.

Tamices usados para la obtención del módulo de fineza en el agregado fino, mallas:

- N°100
- N°50
- N°30
- N°16
- N°8
- N°4

Formula:

*Módulo de Fineza:*

$$\Sigma \% \text{ Ret. Acum. en las mallas (n}^\circ 4, n^\circ 8, n^\circ 16, n^\circ 30, n^\circ 50, n^\circ 100) / 100$$



Figura 18: Módulo de fineza para el agregado fino

**Módulo de fineza para el agregado grueso:** se trabajó con la Norma Técnica Peruana 400.037, se calcula en relación a la suma de porcentajes que se retuvieron en cada tamiz, todo dividido entre 100.

Tamices usados para la obtención del módulo de fineza en el agregado fino, mallas:

- 3"
- 1 ½"
- ¾"
- ⅜"
- N°4

Formula:

*Módulo de Fineza:*

$$\sum \% \text{ Ret. Acum. en las mallas (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", n°4) } / 100$$



Figura 19: Modulo de fineza para el agregado grueso

**Ensayo de contenido de humedad de los agregados:** se trabajó con la Norma Técnica Peruana 339.185, que consiste en la determinación del porcentaje de humedad que puede evaporarse, ya sea en una muestra seca de agregado fino o grueso.

El cálculo de contenido de humedad que se puede evaporar se consigue con la siguiente formula:

$$p = \frac{W - D}{D} * 100$$

En donde:

$D$  = humedad evaporable según su contenido (%)

$W$  = muestra inicial (gr)

$D$  = muestra seca (gr)

**Equipos y materiales a usar:**

- Balanza digital Henkel 200g x 0,1 g
- Horno digital PT-H76 196L 0° A 300°C
- Recipiente metálico
- Espátula pequeña utilizada en el agregado fino
- Espátula mediana utilizada en el agregado grueso

**Procedimientos:** se pesa la muestra inicial del agregado fino y agregado grueso, luego procedemos a colocarlas en el horno del laboratorio por 24 horas a una temperatura de 100°C, posterior al secado, retiramos las muestras y dejamos secar por alrededor de 1 hora a temperatura ambiente, una vez seca se procede a pesar.



*Figura 20:* Muestras secas luego de 24 horas en el horno a 100°C

**Ensayo de peso unitario de los agregados:** se trabajó con la Norma Técnica Peruana 400.017, para este ensayo se tendrán dos valores el del peso unitario suelto (PUS) y el del peso unitario compactado (PUC).

**PUS:** El peso unitario suelto se determina al colocar material seco a un recipiente de forma suave y de manera constante, sin ejercer fuerza alguna, hasta que empiece a rebalsar, posterior a esto se nivela al ras del recipiente con una varilla de acero liso. Esto nos brindara el valor de peso unitario suelto.

**PUC:** se determina al colocar material seco por capas en un recipiente, el cual será dividido en 3 capas, y por cada capa se deberá hacer un compactado con varilla unas 25 veces para producir un vibrado en las partículas, así aumentamos

la masa en el recipiente. El valor de este resultado es utilizado en el diseño de mezclas, por el que se determinó el volumen absoluto en los agregados.

Para la determinación del cálculo se utilizó:

$$(PA): PA=PT-PM$$

$$(PU): PU= PA/VM$$

Donde:

PM= Peso molde

VM= Volumen molde

PT= Peso molde más agregado

#### **Equipos y materiales a usar:**

- Balanza digital Henkel 200g x 0,1 g
- Horno digital PT-H76 196L 0° A 300°C
- Recipiente metálico
- Espátula delgada
- Espátula mediana
- Barra compactadora de acero liso (5/8" x 60cm) para la compactación de los agregados

**Peso unitario suelto (agregado fino):** inicialmente se deberá limpiar el recipiente cilíndrico, luego se procede a pesar en la balanza con 0.01g de precisión, posterior a esto se procederá con el cuarteo, finalizando se echará el agregado fino en una altura de 5 cm al ras del molde según las recomendaciones, y se llenará hasta que sobrepase la superficie, luego con la varilla de acero se nivelará a la superficie del recipiente sin ejercer demasiada fuerza, finalmente pesaremos el molde lleno de arena.

**Peso unitario compactado (agregado fino):** se inicia de igual forma, limpiamos el recipiente cilíndrico, procedemos a pesar a la balanza con 0.01g de precisión, posteriormente echaremos el agregado fino (arena gruesa) a 1/3 de la capacidad

del recipiente, seguido a esto compactaremos con la varilla de acero unas 25 veces de forma helicoidal, luego seguimos de igual forma llenando a 2/3 de la capacidad y compactamos 25 veces con la varilla, y terminamos con la última capa, esta vez llenaremos un poco más del nivel de la superficie, compactaremos con 25 golpes de la varilla, procedemos a enrasar y limpiar los rezagos de la arena en el molde, y por ultimo lo pesamos en la balanza.



Figura 21: Cuarteo del agregado fino



Figura 22: Peso unitario suelto del agregado fino

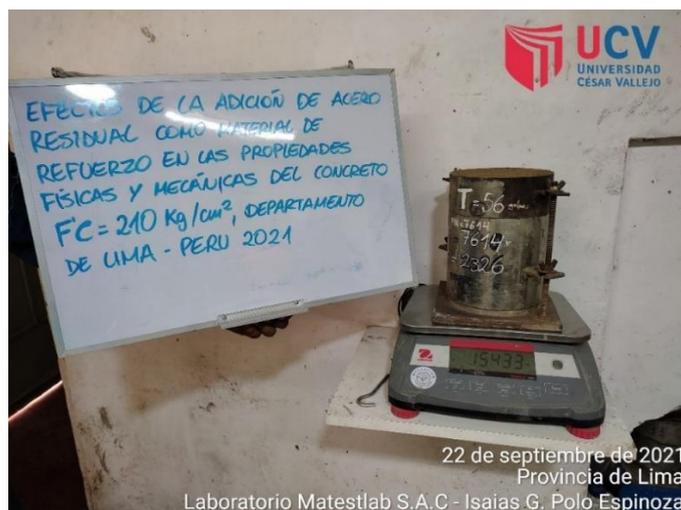


Figura 23: Peso unitario compactado del agregado fino

**Peso unitario suelto (agregado grueso):** inicialmente se deberá limpiar el recipiente cilíndrico, luego se procede a pesar en la balanza con 0.01g de precisión, posterior a esto se procederá con el cuarteo, finalizando se echará el agregado grueso (piedra chancada) en una altura de 5 cm al ras del molde según las recomendaciones, y se llenará hasta que sobrepase la superficie, luego con la varilla de acero se nivelará con bastante cuidado la superficie del recipiente sin ejercer demasiada fuerza, finalmente pesaremos el molde lleno de piedra chancada.

**Peso unitario compactado (agregado grueso):** se inicia de igual forma, limpiamos el recipiente cilíndrico, procedemos a pesar a la balanza con 0.01g de precisión, posteriormente echaremos el agregado grueso (piedra chancada) a 1/3 de la capacidad del recipiente, seguido a esto compactaremos con la varilla de acero unas 25 veces de forma helicoidal, luego seguimos de igual forma llenando a 2/3 de la capacidad y compactamos 25 veces con la varilla, y terminamos con la última capa, esta vez llenaremos un poco más del nivel de la superficie, compactaremos con 25 golpes de la varilla, procedemos a enrasar con bastante cuidado y se limpia los rezagos de piedra en el molde, y por ultimo lo pesamos en la balanza.



Figura 24: Cuarteo del agregado grueso



Figura 25: Peso unitario suelto del agregado grueso



Figura 26: Peso unitario compactado del agregado grueso

**Ensayo de peso específico y porcentaje de absorción (agregado fino):** se trabajó con la Norma Técnica Peruana 400.022, la finalidad de este ensayo es determinar el peso específico y la absorción que ocurre en el agregado fino. En la obtención de los valores se calculan los parámetros para aplicar las siguientes formulas:

- Peso específico (aparente)

$$= \frac{A}{B+S-C} \left( \frac{gr}{cm^3} \right)$$

- Peso específico (S.S.S.)

$$= \frac{D}{B+D-C} \left( \frac{gr}{cm^3} \right)$$

- Peso específico (nominal)

$$= \frac{A}{B+A-C} \left( \frac{gr}{cm^3} \right)$$

- Porcentaje de absorción (%)

$$= \frac{D-A}{A} * 100 (\%)$$

En donde:

A = muestra seca (gr)

B = fiola lleno de agua (gr)

C = fiola con la muestra llena de agua (gr)

D = muestra S.S.S (gr)

**Equipos y materiales a usar:**

- Balanza digital Henkel 200g x 0,1 g
- Horno digital PT-H76 196L 0° A 300°C
- Recipiente metálico

- Tamiz N°4
- Fiola
- Molde cónico y varilla
- Bandeja de zinc para el secado del agregado fino
- Secadora

**Procedimientos:** para el siguiente ensayo una vez realizado el cuarteo, pasaremos el material por el tamiz N°4, se selecciona una porción de 2kg aproximadamente, que se dejara secar en el horno por 24 horas a temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , luego se dejara enfriar por 3 horas a temperatura ambiente, una vez enfriado se procede a sumergir en agua por 24 horas, pasados este tiempo se procede a vaciar el agua cuidadosamente, para así evitar la pérdida de finos, se coloca en la bandeja metálica y procedemos a secar con aire caliente por medio de la secadora, una vez que observamos que la muestra se encuentra seca, se comprueba con un molde cónico, vaciando a su interior  $1/3$  de volumen y compactando 10 veces con la varilla o apisonador, se procede a  $2/3$  del volumen y se compacta de igual forma, finalizando con se llena un poco más del tope y esta vez se dan 5 golpes con la varilla, se procede a levantar el cono de forma vertical hasta que los bordes de la muestra se desmoronen, dejando un torre pequeña en la parte central, posterior a esto se toma una muestra del estado saturado superficialmente seco (S.S.S.), se procede a pesar la bandeja sola, luego se le añade la muestra y se vuelve a pesar, posterior a esto se pesa la fiola vacía y se le añade la muestra, se toma peso de nuevo y aquí es donde se comienza a colocar agua en pequeñas porciones y se comienza agitar para liberarlo de burbujas de aire, esperamos durante 20 minutos aproximadamente, una vez que ya no salga ninguna burbuja de aire se procede a echar el resto de agua hasta la línea que indica la fiola y finalmente se pesa.



Figura 27: Agregado fino y grueso sumergido en agua por 24 horas



Figura 28: Secado de la muestra de agregado fino



Figura 29: Ensayo del estado saturado superficialmente seco (S.S.S.)



Figura 30: Adición de la muestra llenada con agua en la fiola

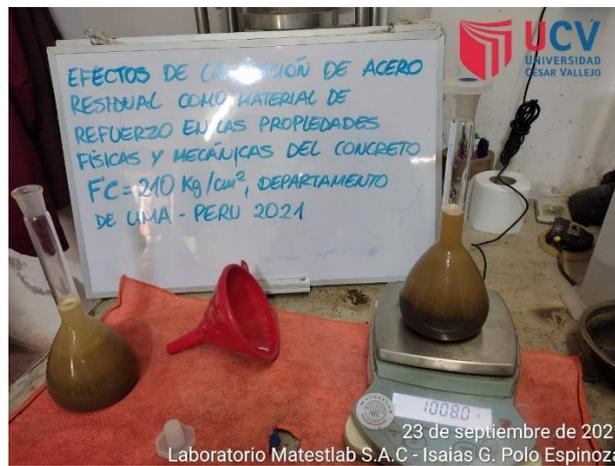


Figura 31: Peso de la fiola con la muestra



Figura 32: Peso de la muestra seca

**Ensayo de peso específico y porcentaje de absorción (agregado grueso):**

se trabajó con la Norma Técnica Peruana 400.021, la finalidad de este ensayo es determinar el peso específico y la absorción que ocurre en el agregado grueso. En la obtención de los valores se calculan los parámetros para aplicar las siguientes formulas:

- Peso específico (aparente)

$$= \frac{A}{B-C} \left( \frac{gr}{cm^3} \right)$$

- Peso específico (S.S.S.)

$$= \frac{B}{B-C} \left( \frac{gr}{cm^3} \right)$$

- Peso específico (nominal)

$$= \frac{A}{A-C} \left( \frac{gr}{cm^3} \right)$$

- Porcentaje de absorción (%)

$$= \frac{B-A}{A} * 100(\%)$$

En donde:

A = muestra seca (gr)

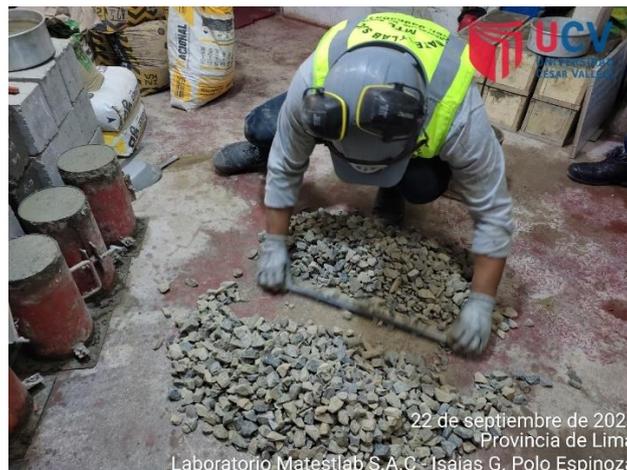
B = muestra S.S.S (gr)

C = muestra llena en agua (gr)

**Equipos y materiales a usar:**

- Balanza digital Henkel 200g x 0,1 g
- Horno digital PT-H76 196L 0° A 300°C
- Recipiente metálico
- Franela para secar las piedras
- Canastilla metálica para sumergir del agregado

**Procedimientos:** para el siguiente ensayo una vez realizado el cuarteo, se selecciona una porción de 5kg aproximadamente que pasa el tamiz 1 ½", que se dejara secar en el horno por 24 horas a temperatura de 110+/- 5°C, luego se dejara enfriar por 1 hora a temperatura ambiente, para posteriormente dejar la muestra sumergido en agua por 24 horas, pasado este tiempo se procede a vaciar el agua cuidadosamente, se secura con una franela hasta tratar de eliminar el agua de la superficie del agregado (piedra chancada), una vez que observamos que la muestra se encuentra seca, teniendo la muestra seca se pesa para obtener el dato de peso de la muestra (S.S.S.). Luego pesamos la canastilla que se utilizara para sumergir la muestra y determinar el peso sumergido que vendría hacer el dato del peso de la muestra llena en agua. Siguiendo a este paso tendremos una muestra de 500gr, que será llevado al horno por 24 horas, una vez pasado este tiempo, se procede a enfriar y pesar, así obteniendo nuestro dato de peso de muestra seca.



*Figura 33: Cuarteo del agregado grueso y selección de muestra de 500gr*



Figura 34: Secado de la muestra de agregado grueso con frañela



Figura 35: Sumersión del agregado grueso en canastilla



Figura 36: Colocación de la muestra de agregado grueso al horno



Figura 37: Muestra de agregado grueso peso seco

**Peso Específico y Absorción del Agregado Fino:** Se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de caracterización de materiales en laboratorio.

**Tabla 16:** Resultados de peso específico y absorción del A.F.

A. PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO		
DATOS		
1	PESO DE FIOLA + AGUA + MUESTRA SSS	1010.20
2	PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE FIOLA	695.30
3	PESO DEL AGUA ( W = 1 - 2 )	314.90
4	TARA + MUESTRA SECA	562.30
5	TARA	70.60
6	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO ( A = 4 - 5 )	491.70
7	VOLUMEN DEL BALÓN ( V = 500 )	500.00
8	PESO DE LA FIOLA	195.03
9	PESO DE LA MUESTRA SSS	500
RESULTADOS		
	PESO ESPECIFICO DE MASA	2656
	PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2701
	PESO ESPECIFICO APARENTE	2781
	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.69

Fuente: Laboratorio Mateslab

**Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso:** Se presentan los resultados alcanzados en los estudios de caracterización de materiales en laboratorio.

**Tabla 17:** Resultados de peso específico y absorción del A.G.

<b>B. PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>		
<b>DATOS</b>		
1	PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (A)	2070
2	PESO DE LA MUESTRA SSS (B)	2106
3	PESO M.S.DENTRO DEL AGUA ( C )	1312
<b>RESULTADOS</b>		
PESO ESPECIFICO DE MASA		2607
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S		2652
PESO ESPECIFICO APARENTE		2731
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		1.7

Fuente: Laboratorio Mateslab

**Peso Unitario del Agregado Fino:** Se presentan los resultados alcanzados en los estudios de caracterización de materiales en laboratorio.

**Tabla 18:** Resultados de peso específico y absorción del A.G.

<b>C. PESO UNITARIO AGREGADO FINO</b>		
<b>DATOS</b>		
1	PESO DEL MOLDE	9.15
2	VOLUMEN DEL MOLDE	0.004064
3	PESO DE MOLDE CON MUESTRA SUELTA	15.2
4	PESO DEL MOLDE CON MUESTRA COMPACTADA	15.95
<b>RESULTADOS</b>		
PESO UNITARIO SUELTO		1489
PESO UNITARIO COMPACTADO		1673

Fuente: Laboratorio Mateslab

**Peso Unitario del Agregado Grueso:** Se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de caracterización de materiales en laboratorio.

**Tabla 19:** Resultados de peso específico y absorción del A.G.

D. PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO		
DATOS		
1	PESO DEL MOLDE	9.15
2	VOLUMEN DEL MOLDE	0.004064
3	PESO DE MOLDE CON MUESTRA SUELTA	14.85
4	PESO DEL MOLDE CON MUESTRA COMPACTADA	15.25
RESULTADOS		
PESO UNITARIO SUELTO		1403
PESO UNITARIO COMPACTADO		1501

Fuente: Laboratorio Mateslab

**Granulometría del Agregado Fino ASTM C33 – Arena Gruesa:** esta especificación define los límites, requisitos para granulometría y calidad de los agregados finos y gruesos para ser utilizados en concreto.

**Tabla 20:** *Granulometría del agregado fino C33*

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	145.2	18.97	18.97	81.03	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	190.2	24.85	43.82	56.18	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	105.3	13.76	57.58	42.42	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	90.2	11.78	69.36	30.64	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	64.2	8.39	77.75	22.25	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	116.4	15.21	92.96	7.04	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	46.0	6.01	98.97	1.03	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	7.9	1.03	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Laboratorio Mateslab

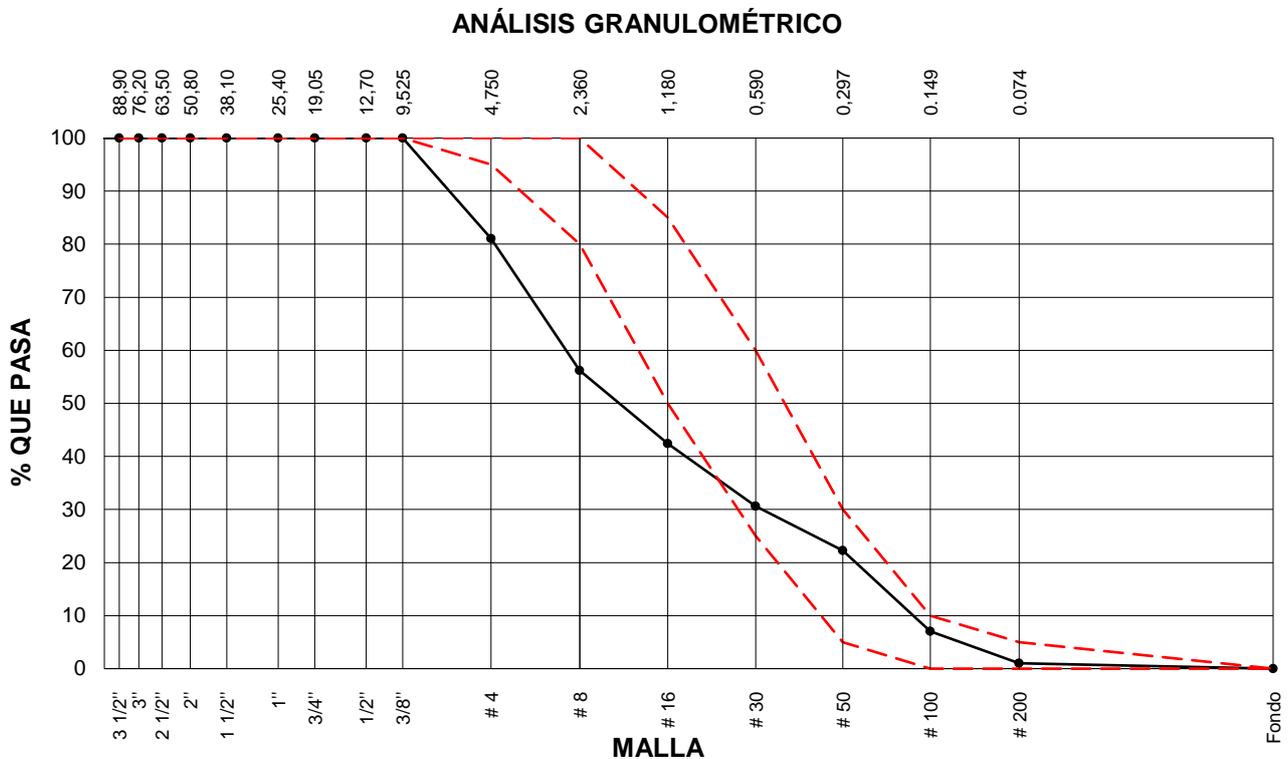
**Resumen de las características físicas del agregado fino:** se presenta el resumen de los resultados obtenidos en laboratorio.

**Tabla 21:** Características físicas A.F.

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2656.402
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2701.243
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2781.109
P. Unit. Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1673
P. Unit. Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1489
Absorción (%)	1.69
Contenido de Humedad (%)	3.83
Mód. de Fineza	3.60
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	2.84

Fuente: Laboratorio Mateslab

**Curva granulométrica del agregado fino:** se presenta la observación de los resultados adquiridos en laboratorio.



**Tabla 22: Tara A.F.**

TARA	226.1
T+MH	866.2
T+MS	842.6
T+ML	825.1

Fuente: Laboratorio Mateslab

**Granulometría del Agregado Grueso ASTM C33 HUSO #56 – Piedra Chancada:** esta especificación define los límites, requisitos para granulometría y calidad de los agregados finos y gruesos para ser utilizados en concreto, para la especificación del HUSO # 56 se entiende que son límites en porcentajes que pasan en los tamices de: 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4.

**Tabla 23: Requerimiento de tamizado en agregados gruesos**

Número De Tamaño	Tamaño Nominal (Tamices con abertura cuadrada)	Cantidades más finas que Cada Tamiz de Laboratorio (Abertura Cuadrada), Porcentaje Masa												
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1½ pulg)	25 mm (1 pulg)	19 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (¾ pulg)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)
1	90 a 37.5 mm	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
2	63 a 37.5 mm	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 a 25 mm	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 a 4.75 mm	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37.5 a 19 mm	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...
467	37.5 a 4.75 mm	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25 a 12.5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25 a 9.5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19 a 9.5 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...
67	19 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12.5 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9.5 a 2.36 mm	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 5	0 a 5

Fuente: ASTM C33

**Tabla 24: Granulometría del agregado grueso ASTM C33 HUSO #56**

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	515.9	13.77	13.77	86.23	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	865.5	23.11	36.88	63.12	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1003.1	26.78	63.67	36.33	10.00	40.00
3/8"	9.53 mm	354.4	9.46	73.13	26.87	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	1004.0	26.81	99.94	0.06	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	1.1	0.03	99.97	0.03	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.3	0.01	99.97	0.03	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.2	0.01	99.98	0.02	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.3	0.01	99.99	0.01	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.3	0.01	99.99	0.01	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.2	0.01	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Laboratorio Mateslab

**Resumen de las características físicas del agregado grueso:** se presenta la observación de los resultados adquiridos en laboratorio.

**Tabla 25:** Características físicas A.G.

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2607.053
P. Especif. de Masa SSS (kg/m <sup>3</sup> )	2652.393
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2730.871
P. Unit. Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1501
P. Unit. Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1403
Absorción (%)	1.74
Tamaño Máximo	3/4"
T M N	1 "
Módulo de Fineza	7.10

% < Malla N° 200 (0.75 μm)	2.33
Contenido de Humedad (%)	0.20

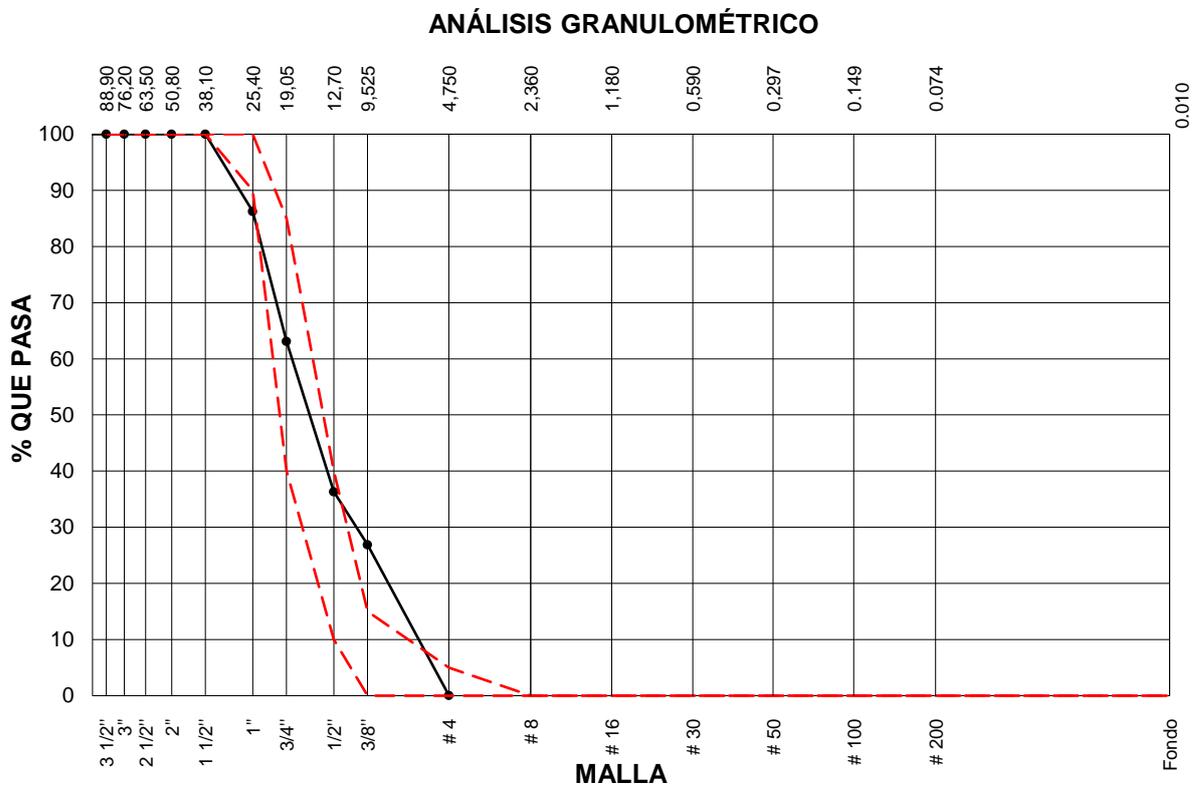
Fuente: Laboratorio Mateslab

**Tabla 26: Tara A.G.**

TARA	226.6
T+MH	3087.7
T+MS	3082.1
T+ML	3015.6

Fuente: Laboratorio Mateslab

**Curva granulométrica del agregado grueso:** se presenta análisis de los resultados obtenidos en laboratorio.



**DISEÑO DE MEZCLAS SEGÚN MÉTODO COMITÉ ACI 211:** En la elaboración del diseño de mezcla se siguieron los procedimientos establecidos en la metodología del comité ACI 211, para iniciar con el diseño se deberá tener la información del estudio de características de los agregados, y conocer las propiedades físico y químicas de los materiales que llevará la mezcla.

**Tabla 27:** Características físicas de los agregados

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	A. Fino	A. Grueso
P. Especif. de Masa Seco (kg/m <sup>3</sup> )	2656	2607
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1673	1501
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1489	1403
Absorción (%)	1.69%	1.74%
Contenido de Humedad (%)	3.83%	0.20%
Módulo de Fineza	3.60	7.10
Tamaño Máximo Nominal (Pulgadas)	-	1"

Fuente: Elaboración propia

**Procedimientos:**

**Paso N°1:** Se determino la resistencia a compresión promedio para el diseño, que es  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para el presente estudio, a partir de este dato, se encontrara la resistencia requerida ( $f'cr$ ), guiándonos de este cuadro:

**Tabla 28:** Resistencia de la compresión promedio

$F'c$	$F'cr$
Menor a 210	$F'c + 70$
<b>210 a 350</b>	<b><math>F'c + 84</math></b>
Mayor a 350	$F'c + 98$

$$F'cr = F'c + 84$$

$$F'cr = 210 + 84$$

$$F'cr = \mathbf{294 \text{ Kg/cm}^2}$$

Fuente: Comité ACI 211

**Paso N°2:** se determinó el asentamiento de 3" a 4", en relación que se desea una consistencia plástica, en referencia a:

**Tabla 29:** Asentamiento recomendados para varios tipos de consistencia

<u>CONSISTENCIA</u>	<u>ASENTAMIENTO</u>
<u>Seca</u>	<u>0" a 2"</u>
<b><u>Plástica</u></b>	<b><u>3" a 4"</u></b>
<u>Fluida</u>	<u>≥ 5"</u>

Fuente: Comité ACI 211

**Paso N°3:** se calcula la relación de agua – cemento (a/c) en 0.56, en referencia a:

**Tabla 30:** Relación de agua-cemento y resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr) (Kg/cm2)	Relación Agua – Cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
<b>300</b>	<b>0.55</b>	<b>0.46</b>
<b>250</b>	<b>0.62</b>	<b>0.53</b>
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Comité ACI 211

Teniendo como dato el  $f'_{cr} = 294 \text{kg/cm}^2$ , se buscará el valor correspondiente en la tabla y procedemos a interpolar.

$$(300 - 250) \rightarrow (0.55 - 0.62)$$

$$(294 - 250) \rightarrow (x - 0.62)$$

$$50 \rightarrow -0.07$$

$$44 \rightarrow (x - 0.62)$$

$$x - 0.62 = \frac{44 * (-0.07)}{50}$$

$$x - 0.62 = -0.0616 + 0.62$$

$$x = 0.5584$$

$$x = 0.56 \rightarrow R a/c$$

**Paso N°4:** se calcula la cantidad de agua para la mezcla, según el siguiente cuadro:

**Tabla 31:** *Volumen unitario de agua*

Asentamiento	Agua, en lt/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximo nominales de agregados grueso y consistencias indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	.....
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	.....

Fuente: Comité ACI 211

De la tabla se obtiene: que el asentamiento es de 3" a 4" y el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1", el valor del volumen unitario de agua es de **193 Lt/m<sup>3</sup>** de agua en la Mezcla.

**Paso N°5:** determinar la cantidad de cemento en la mezcla, según la siguiente ecuación:

$$R a/c = \frac{a}{c}$$

$$C = \frac{a}{R a/c}$$

$$C = \frac{193}{0.56}$$

$$C = \mathbf{344.6 \text{ kg/m}^3}$$

**Paso N°6:** determinar el contenido de aire atrapado, según la siguiente tabla:

**Tabla 32: Contenido de aire atrapado**

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Comité ACI 211

Como nuestra muestra tiene un tamaño máximo nominal en el agregado grueso de 1" el porcentaje de **Aire Atrapado es de 1.5%**.

**Paso N°7:** se determinó el volumen del agregado grueso, según tabla:

**Tabla 33: Agregado grueso por unidad de volumen de concreto**

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO, PARA DIVERSOS MODULOS DE FINEZA									
	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
3/8"	0,54	0,52	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36
1/2"	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45
3/4"	0,70	0,68	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52
1"	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57
1 1/2"	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64	0,62
2"	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64
3"	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67
6"	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73

Fuente: Comité ACI 211

Con los valores de módulo de fineza en 3,6 y tamaño máximo nominal del agregado grueso en 1" de la tabla obtenemos el valor de **0.59 como volumen de agregado grueso.**

**Peso unitario compactado seco:**  $0.59 \times 1501 = 885.5807$

**Paso N°8:** calcular el volumen absoluto en el concreto para hallar el agregado fino de los materiales por m<sup>3</sup>, según la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen Absoluto} = \frac{\text{Peso Seco}}{P. E \times 1000}$$

$$\text{Cemento} = \frac{345}{3.15 \times 1000} = 0.1095 \text{ m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = \frac{885.6}{2.607 \times 1000} = 0.3397 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{193}{1000} = 0.1930 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \frac{1.5}{100} = 0.0150 \text{ m}^3$$

Se procede a sumar los valores en volumen:

$$0.1095 + 0.3397 + 0.1930 + 0.0150 = \mathbf{0.6572 \text{ m}^3}$$

$$\text{Ag. Fino} = 1 - 0.6572 = 0.3429 \text{ m}^3$$

$$0.3428 \text{ m}^3 = \frac{\text{Peso Seco}}{2.656 \times 1000}$$

$$x = 910.5$$

**El Peso Seco de los materiales:**

- Cemento: 345 kg
- Ag. Fino: 911 kg
- Ag. Grueso: 886 kg
- Agua: 150 kg

**Paso N°9:** corrección por humedad de los agregados, según la posterior ecuación:

$$Peso = \left( \frac{\%Humedad}{100} + 1 \right)$$

$$Ag. Fino = 911 \left( \frac{3.83}{100} + 1 \right) = 946 \text{ kg}$$

$$Ag. Grueso = 886 \left( \frac{0.20}{100} + 1 \right) = 887 \text{ kg}$$

**Paso N°10:** corrección por absorción de los agregados, según la siguiente ecuación:

$$Peso Seco = \left( \frac{\%Absorción - \%Humedad}{100} \right)$$

$$Ag. Fino = 911 \left( \frac{1.69 - 3.83}{100} \right) = -19.493 \text{ L}$$

$$Ag. Grueso = 886 \left( \frac{1.74 - 0.20}{100} \right) = 13.638 \text{ L}$$

Se procede a sumar los valores en volumen:  $-19.493 + 13.638 = -5.855$

**Paso N°11:** agua efectiva, según la siguiente ecuación:

*Agua de Diseño + Agua Libre*

$$193 + (-5.855) = \mathbf{187 \text{ Lt/m}^3} \rightarrow \mathbf{Agua Efectiva}$$

**Paso N°12:** Diseño Teórico Húmedo

$$R^{a/c} = \frac{a}{c}$$

$$0.56 = \frac{193}{c}$$

$$\mathbf{C = 345 \text{ kg/m}^3}$$

**Paso N°13:** Proporciones en Peso

$$\text{Cemento} = \frac{345}{345} = 1$$

$$\text{Agregado Fino} = \frac{946}{345} = 2.7$$

$$\text{Agregado Fino} = \frac{887}{345} = 2.57$$

$$\text{Agua} = 0.56 \times 42.5 = 23.8 \text{ L/bolsa}$$

**Proporción en volumen de obra:** 1: 2.7: 2.57: 23.8 L/bolsa

**Paso N°14:** Proporciones en Volumen – Volumen de tanda de prueba: 0.04 m<sup>3</sup>

$$\text{Cemento} = 345 \times 0.04 = 12.06 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 187 \times 0.04 = 6.55 \text{ L}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 887 \times 0.04 = 31.06 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado Fino} = 946 \times 0.04 = 33.10 \text{ kg}$$

$$\text{Slump Obtenido} = 4''$$

**Paso N°15:** Calculo de acero residual en proporciones al peso de cemento (345 kg) en: 3%, 5% y 7%.

$$\text{Acero en 3\%} = 345 \times 0.03 = 10.34 \text{ kg}$$

$$\text{Acero en 5\%} = 345 \times 0.05 = 17.23 \text{ kg}$$

$$\text{Acero en 7\%} = 345 \times 0.07 = 24.13 \text{ kg}$$

#### **ETAPA 4: PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO**

##### **Indicador 1**

**Ensayo de asentamiento:** En el presente ensayo se determinará el grado de consistencia de la mezcla de concreto según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.035) y la Norma Americana (ASTM C 143: 1998a).

**Tabla 34:** Resultados de los ensayos de asentamiento

<b>ASENTAMIENTO (SLUMP)</b>		
<b>DISEÑO</b>	<b>N° MUESTRA</b>	<b>RESULTADO</b>
PATRÓN	M0	3"- 4"
ADICIÓN DE 3% ACERO RESIDUAL	M1	3 1/2"
ADICIÓN DE 5% ACERO RESIDUAL	M2	3"
ADICIÓN DE 7% ACERO RESIDUAL	M3	3"

Fuente: Elaboración propia

### **Equipos y materiales a usar:**

- Molde, conocido como Cono de Abrams: hecho de metal liso para que no se atasque la pasta, espesor de 1.5mm, 20 cm de diámetro como base inferior y 10 cm como base superior, el cono tiene la altura 30 cm y tiene agarraderas a sus lados en forma de aleta de pie.
- Barra lisa compactadora: barra de acero con diámetro de 5/8", 60cm de longitud y con punta semiesférica en sus extremos.
- Base metálica de apoyo horizontal.
- Wincha para medición del asentamiento en pulgadas.
- Cucharon metálico para la introducción de la mezcla.

**Procedimientos:** inicialmente se tendrá que humedecer el cono de Abrams y la base metálica, siguiente a esto se tendrá que sujetar fuertemente con los pies el cono por las aletas, tener en cuenta que no se deberá dejar de sujetar hasta terminar el ensayo. Se inicia la introducción de la mezcla mediante el uso del cucharon metálico en 3 capas de modo que cada capa ocupe la tercera parte del volumen del molde, alternadas con 25 golpes de la barra lisa compactadora por cada capa de forma uniforme y distribuida en toda la sección. El molde se llena en exceso antes de la última compactación, si hubiera la falta de material al final del molde, se añadirá la cantidad necesaria para que esta exceda el molde y pueda ser enrasado con la barra lisa compactadora.

Luego de haber realizado el procedimiento anterior, se levantará el molde de forma vertical y con cuidado. Finalmente se medirá el asentamiento, que es la diferencia entre la cara superior de la mezcla deformada y la altura del molde, con ayuda de la wincha.

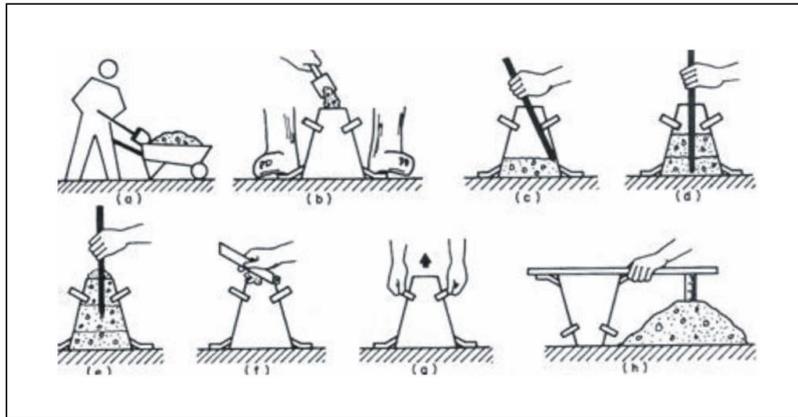


Figura 38: Procedimiento para el ensayo de asentamiento – Fuente: U.N.L de Argentina



Figura 39: Ensayo de asentamiento en las instalaciones del laboratorio Mateslab

## Indicador 2

**Ensayo de contenido de aire:** En el presente ensayo se determinará el porcentaje de contenido de aire de la mezcla fresca de concreto según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.083) y la Norma Americana (ASTM C 231).

### Equipos y materiales a usar:

- Medidor de aire tipo “B” (Olla Washington) con recipiente.
- Barra lisa compactadora: barra de acero con diámetro de 16mm, 40cm de longitud y con un extremo redondeado.
- Cucharón metálico para la introducción de la mezcla.
- Martillo de goma (peso aproximado de 600g).

- Plancha de enrasado.

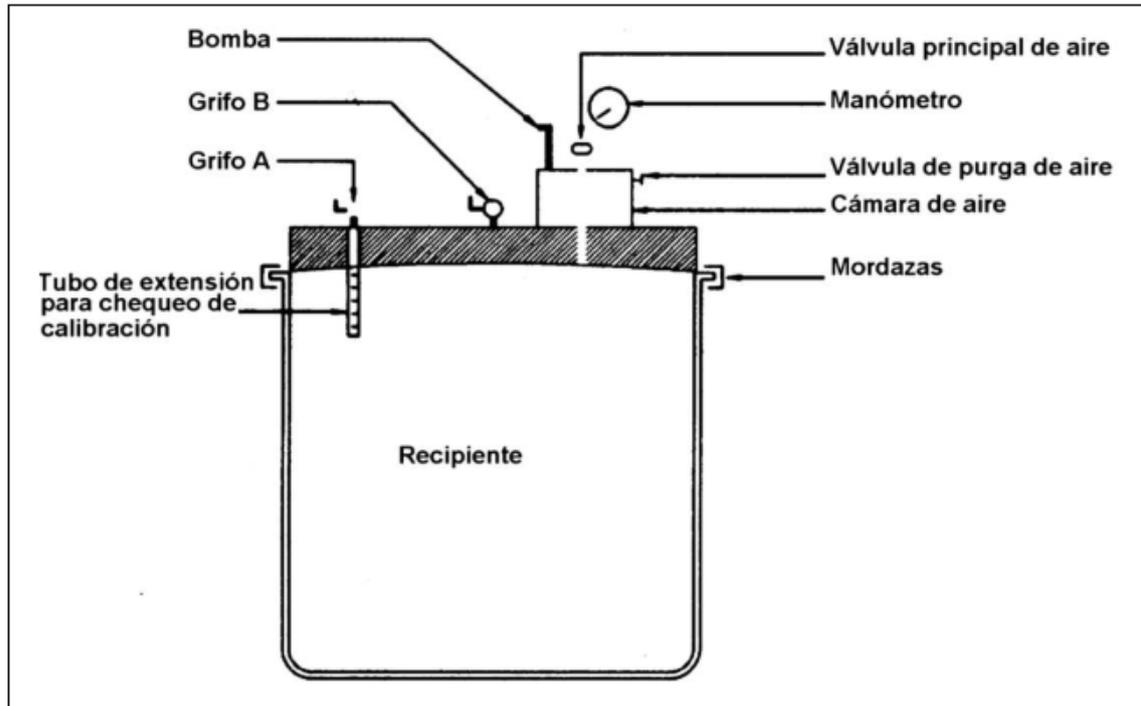


Figura 40: Medidor Tipo B – Fuente: MTC E 706

**Procedimientos:** se introduce una muestra representativa de la mezcla en el recipiente en tres capas iguales en volumen, al completar cada capa se debe compactar 25 veces la mezcla con la varilla de acero, distribuyendo uniformemente los golpes de tal manera que ésta penetre aproximadamente una pulgada en la capa inferior. Se golpea el recipiente con el martillo de goma de 10 a 15 veces a modo de vibrado, con una plancha de enrasado se brinda el acabado superficial a la mezcla, se limpian los bordes del recipiente, se coloca el medidor de aire conectado con el manómetro en la parte superior de la olla y se procede a asegurar correctamente con las abrazaderas del equipo. Con la válvula de aire principal cerrada y ambas llaves de purga abiertas, ingresamos agua por una de las llaves de purga hasta que el agua emerja de la llave opuesta, procedemos a cerrar la válvula de sangrado y bombeamos aire a la olla hasta que el dial se ubique en la línea de presión, golpeamos ligeramente la pantalla hasta que se estabilice, abrimos la válvula principal de aire y registramos el porcentaje de aire con un margen de 0.1 por ciento.

## **ETAPA 5: ELABORACION DE PROBETAS**

En el siguiente ensayo se seguirán los pasos que determina la Norma Técnica Peruana (NTP 339.033) y la Norma Americana (ASTM C 31:1991).

**Descripción del molde:** estos en su mayoría están hechos de acero, fierro fundido u otro material que no sea absorbente, estos también deberán mantener la medida de estudio requerido, este estudio aplicara cilindros de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto, además los moldes serán sellados con un tipo de grasa gruesa para evitar la fuga de lechada.

### **Equipos y materiales a usar:**

- Molde cilíndrico de 15cm x 30cm (6" x 12").
- Molde tipo viga con dimensiones de 50cm longitud y una sección de 15cm x 15cm.
- Barra lisa compactadora: barra de acero con diámetro de 5/8", 50cm de longitud y con punta semiesférica en sus extremos.
- Martillo de goma (peso aproximado de 600g).
- Cucharón metálico para la introducción de la mezcla.
- Plancha de enrasado.
- Una carretilla para transportar el muestreo

**Procedimientos:** para la elaboración de las probetas no deberá excederse los 10 minutos después de haberse realizado el muestreo, el llenado de la muestra se realizará evitando segregaciones y llenándose con el cucharón al recipiente en 3 capas iguales en volumen, al completar cada capa se debe compactar 25 veces con la varilla de acero, distribuyendo uniformemente en forma de espiral, teniendo como inicio los bordes y terminando en el centro, de tal manera que ésta penetre aproximadamente una pulgada en la capa inferior. Se golpea el recipiente con el martillo de goma a modo de vibrado para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado, con una plancha de enrasado se brinda el acabado superficial a la mezcla, para lograr una superficie plana, limpia y perpendicular a la generatriz del cilindro.



Laboratorio Matestlab S.A.C - Isaias G. Polo Espinoza

Figura 41: Molde cilíndrico de 15cm x 30cm (6" x 12")



Laboratorio Matestlab S.A.C - Isaias G. Polo Espinoza

Figura 42: Molde tipo viga con dimensiones de 50cm longitud y sección de 15cm x 15cm



Laboratorio Matestlab S.A.C - Isaias G. Polo Espinoza

Figura 43: Compactación de 25 golpes por capa



Figura 44: Golpeo con martillo de goma para evitar vacíos de aire



Figura 45: Enrasado del molde tipo viga con la plancha metálica



Figura 46: Tanda de probetas cilíndricas y molde tipo viga

## ETAPA 6: CURADO

En el siguiente ensayo también seguiremos los pasos determinados por la Norma Técnica Peruana (NTP 339.033) y la Norma Americana (ASTM C 31:1991).

**Cubrimiento de las probetas después de ser moldeadas:** para la prevención de la evaporación de agua de la superficie endurecida, se cubrirá inmediatamente con placas no absorbente o una lámina de plástico endurecido, se recomienda taparlos con telas o trapos húmedos, la idea es mantener la superficie húmeda hasta que las probetas sean desmoldadas.

**Curado inicial:** antes de ser llenados en las piscinas de curado, los moldes serán colocados en una superficie libre de vibraciones, también deberán ser protegidos del sol y del viento u otra cosa que pueda alterar al concreto. Durante 24 horas después de ser moldeados, se tendrán que almacenar las probetas en un ambiente con temperaturas de 16°C y 27°C y que mantenga la superficie humedad.

**Curado final:** una vez realizado el desmolde de las probetas, serán sumergidos en una solución de agua con cal, en la proporción de (3g/L) y se mantendrá en una temperatura ambiente.



Figura 47: Curado de probetas en piscina



Figura 48: Curado de probetas en cilindros

## ETAPA 7: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

### Indicador 3

**Ensayo de compresión del concreto:** En el presente ensayo se determinará la resistencia a la compresión del concreto según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.034) y la Norma Americana (ASTM C 39).

#### Equipos y materiales a usar:

- Probetas cilíndricas de concreto curado de de 15cm x 30cm (6" x 12").
- Máquina de ensayo calibrada.

**Procedimientos:** Previo a la realización del ensayo es preciso verificar la limpieza de los bloques de carga inferior y superior. Se introduce la probeta de concreto en la máquina de ensayo y se coloca sobre el bloque de carga inferior cuidando que ambos se encuentren alineados con el centro del bloque de carga superior. Así mismo, se debe verificar que el valor de carga previo al ensayo se encuentre en cero. Luego, la máquina de ensayo procede a aplicar carga axial de forma continua e incremento constante sobre la probeta de concreto hasta que se alcance la carga última y el indicador señale que la carga empieza a disminuir de manera continua, en este punto la probeta ya debe mostrar una falla

definida. Los valores obtenidos en el ensayo deben ser analizados y con la carga de compresión axial máxima y el área de la sección de la probeta se procede a calcular la resistencia a la compresión.

**Tabla 35:** Nomenclatura de muestras de control y experimental

MUESTRA DE CONTROL	
MP	DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
MUESTRA EXPERIMENTAL	
AD3	DISEÑO 3% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
AD5	DISEÑO 5% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
AD7	DISEÑO 7% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

**Tipo de fallas:** encontramos 6 tipos de fallas típicas de rotura.

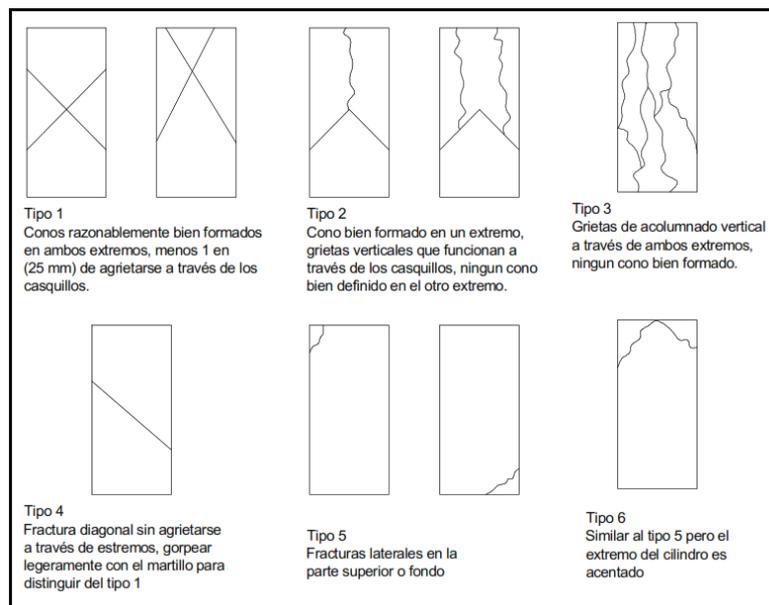


Figura 49: Diagrama esquemático de los patrones típicos de rotura – Fuente: ASTM C 39

**Tabla 35:** Resumen de los ensayos de compresión

N°	CODIGO DE DISEÑO	FECHA		EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	CARGA MAXIMA	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'C	AD % VS MP
		ELABORACION	ROTURA									

1	MP	30/9/2021	7/10/2021	7	15	30	30225	4	2	171	81.2	
2	MP	30/9/2021	14/10/2021	14	15	30	34563	3	2	196	93.3	
3	MP	30/9/2021	28/10/2021	28	15	30	37541	4	2	247	117.6	
1	AD3	23/9/2021	30/9/2021	7	15	30	34657	3	2	196	93.3	
2	AD3	23/9/2021	7/10/2021	14	15	30	38705	3	2	219	104.3	
3	AD3	23/9/2021	21/10/2021	28	15	30	42210	4	2	265	126.2	7.3
1	AD5	7/10/2021	14/10/2021	7	15	30	32220	4	2	182	86.7	
2	AD5	7/10/2021	21/10/2021	14	15	30	36733	4	2	208	99.0	
3	AD5	7/10/2021	4/11/2021	28	15	30	40150	4	2	236	112.4	-4.5
1	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30	31260	4	2	177	84.3	
2	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30	35555	4	2	201	95.7	
3	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30	39478	4	2	221	105.2	-10.5

Fuente: Elaboración propia



Figura 50: Ensayo de compresión



Figura 51: Probetas luego de rotura

#### Indicador 4

**Ensayo de tracción del concreto:** En el presente ensayo se determinará la resistencia a la tracción por compresión diametral en probetas cilíndricas de concreto endurecido según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.084) y la Norma Americana (ASTM C 496).

#### Equipos y materiales a usar:

- Especímenes cilíndricos de concreto curado de 15cm de diámetro y 30cm de longitud.
- Vernier calibrador y regla de metal.
- Máquina de ensayo calibrada.
- Listones de madera laminada libre de imperfecciones de longitud igual a las probetas.

**Procedimientos:** Se obtiene la dimensión de la probeta, es decir el diámetro y la longitud promedio, mediante el uso de un vernier y una regla de metal respectivamente, se realizan marcas diametrales hacia los extremos del espécimen para asegurar que este se encuentre en el mismo plano axial. Se coloca un listón de apoyo a lo largo del centro de la placa inferior de la máquina, posteriormente se coloca el espécimen sobre el listón verificando que los puntos

tangentes de las dos bases se encuentren concentrados sobre el listón de apoyo. Luego, se coloca el otro listón de forma longitudinal sobre la probeta, igualmente centrado. La máquina procede a aplicar carga al cilindro de forma continua y velocidad constante hasta obtener la falla. Finalmente, se toma nota de la carga última y el tipo de rotura.

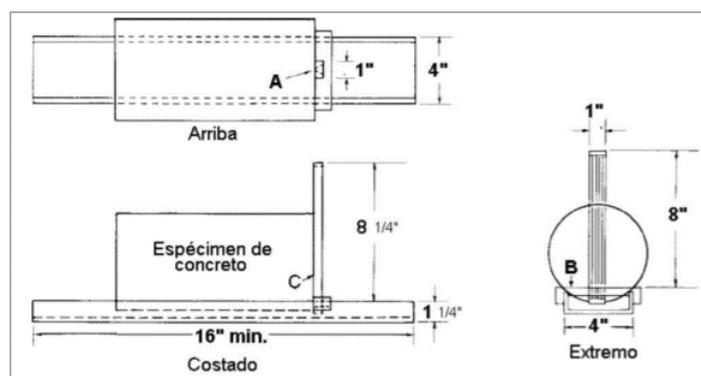


Figura 52: Determinación del diámetro final del espécimen – Fuente: NTP 339.084

**Tabla 35:** Resumen de los ensayos de tracción

N°	CODIGO DE DISEÑO	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO PROMEDIO CM	ALTURA PROMEDIO CM	CARGA MAXIMA KGF	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO A TRACCIÓN KG/CM2
		ELABORACION	ROTURA							
1	MP	30/9/2021	7/10/2021	7	15.1	30.3	19637	Normal	2.01	27.3
2	MP	30/9/2021	14/10/2021	14	15	30.3	21057	Normal	2.01	29.9
3	MP	30/9/2021	28/10/2021	28	15	30.1	23401	Normal	2.01	35.4
1	AD3	23/9/2021	30/9/2021	7	15.1	30.6	21695	Normal	2.02	29.9
2	AD3	23/9/2021	7/10/2021	14	15	30.4	23681	Normal	2.01	32.9
3	AD3	23/9/2021	21/10/2021	28	15	30.5	25415	Normal	2.01	38.8
1	AD5	7/10/2021	14/10/2021	7	15.1	30.7	20398	Normal	2.03	28.0
2	AD5	7/10/2021	21/10/2021	14	15	30.3	22101	Normal	2.01	30.7
3	AD5	7/10/2021	4/11/2021	28	15	30.4	24571	Normal	2.02	35.8
1	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15.1	30.4	18362	Normal	2.01	25.5
2	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30.3	21598	Normal	2.01	30.1
3	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30.4	23745	Normal	2.01	34.1

Fuente: Elaborado por el autor



*Figura 53: Ensayo de tracción*



*Figura 54: Adición del acero en probetas rotas*

## Indicador 5

**Ensayo de flexión del concreto:** En el presente ensayo se determinará la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.078) y la Norma Americana (ASTM C 78).

**Equipos y materiales a usar:**

- Vigas de concreto curado de sección cuadrada con 15cm de lado y 50cm de largo.
- Máquina de ensayo calibrada.

**Procedimientos:** Se introduce la viga de concreta girada hacia un lado con respecto a su posición de moldeo y se coloca de forma simplemente apoyada y centrada sobre los dos bloques inferiores. Así mismo, se centra el sistema de carga superior y se le colocan dos bloques de carga que se posicionan en contacto con la superficie de la viga, alineados en los puntos tercios de la luz entre los soportes. Luego, la máquina de ensayo procede a aplicar la carga de forma continua y de incremento constante hasta obtener la carga última y generar la falla.

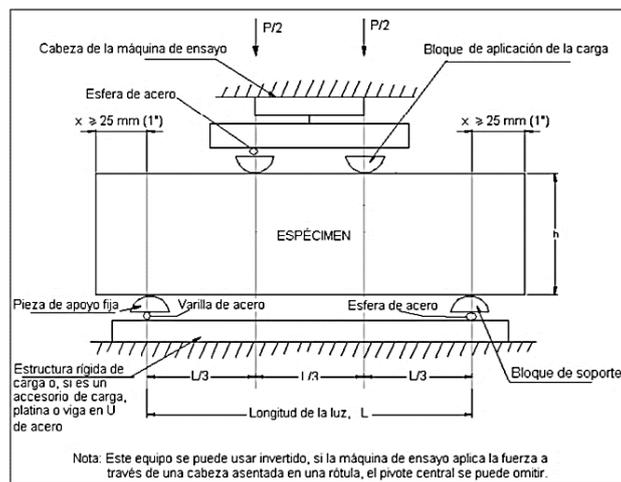


Figura 55: Esquema del ensayo de flexión del concreto– Fuente: NTP 339.078.

**Tabla 35:** Resumen de los ensayos de flexión

N°	CODIGO DE DISEÑO	FECHA		EDAD DIAS	ALTURA CM	ANCHO CM	MODULO DE ROTURA
		ELABORACION	ROTURA				
1	MP	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	44 kg/cm <sup>2</sup>
1	AD3	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	41 kg/cm <sup>2</sup>
1	AD5	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	40 kg/cm <sup>2</sup>
1	AD7	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	39 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia



Figura 55: Medidas en las probetas de ensayo a flexión



Figura 56: Ensayo de roturas para la resistencia a flexión



Figura 57: Probeta con adición del 5% de acero residual

## 4.2. Resultados

### Indicador 1

**Ensayo de asentamiento:** Se determinaron los grados de consistencia de la mezcla de concreto según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.035) y la Norma Americana (ASTM C 143: 1998a).

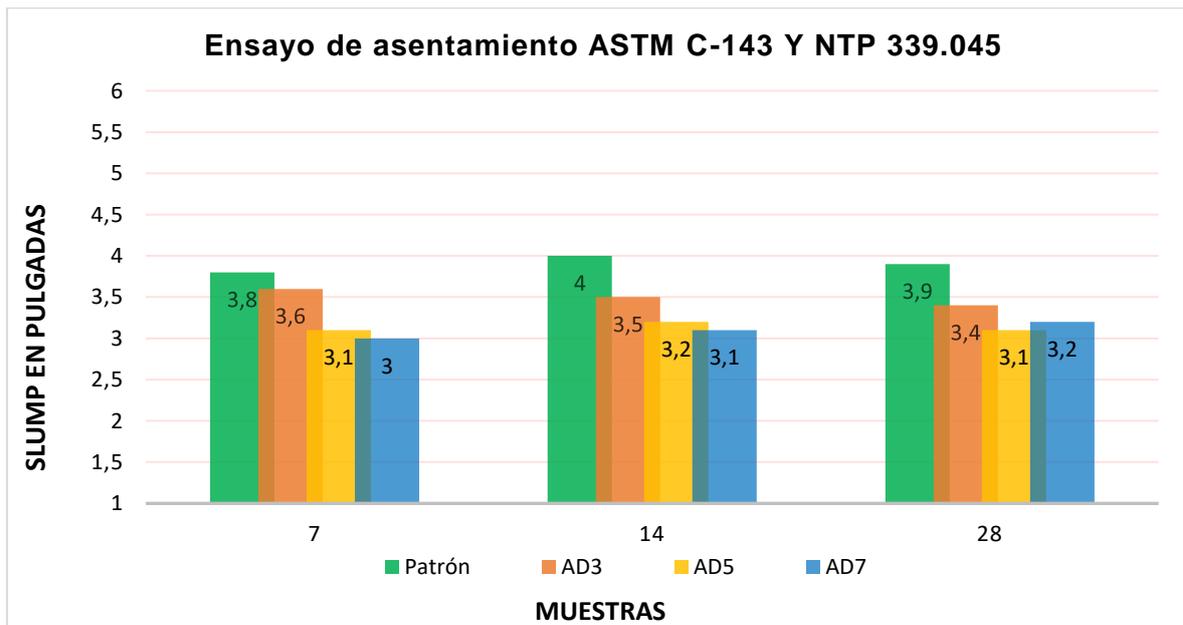


Figura 58: Grafico de barras para el resultado del ensayo de asentamiento

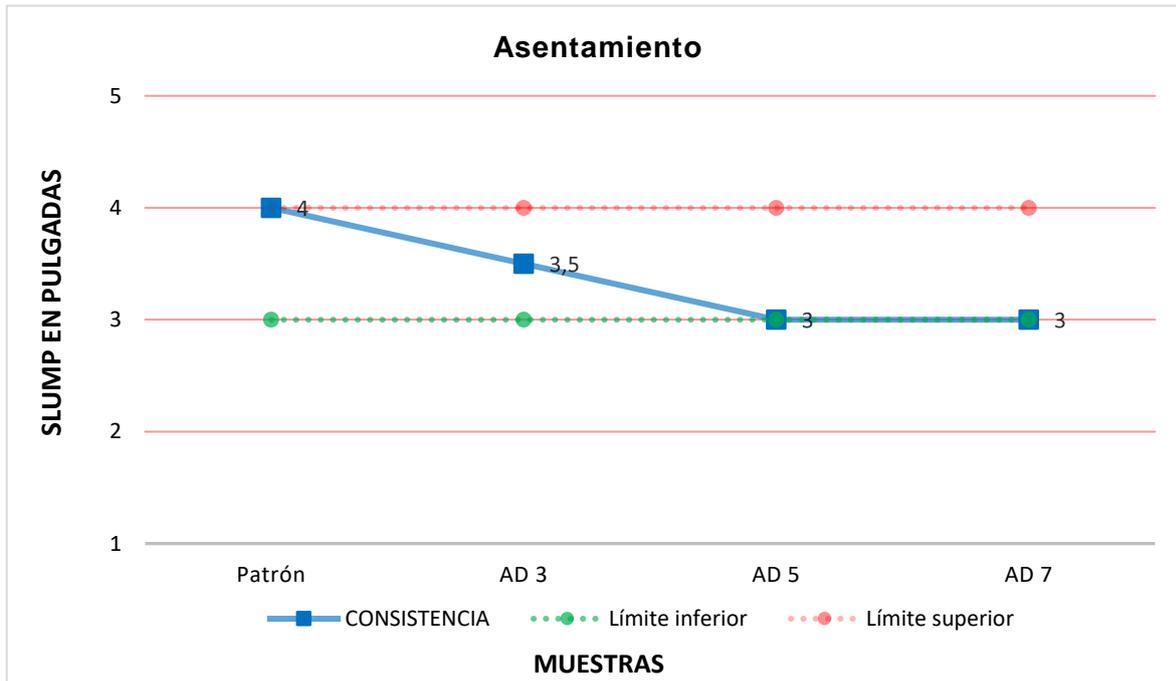


Figura 59: Curva de consistencias

Tabla 35: Consistencias

SLUMP	FLUIDA	7
		6
		5
	PLASTICA	4"
		3 1/2"
		3"
		2
	SECA	1
		0

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación y análisis:** Los valores obtenidos en los ensayos de asentamiento según la **figura 53 y figura 54** muestran que los valores oscilan entre 3" a 4" y están en el rango de consistencia plástica requerida en diseño de mezcla según la **Tabla 35**, por tanto, el slump obtenido en el concreto patrón oscila en un promedio de 4", para la adición de 3% el promedio es de 3.5", en la adición de 5% el promedio se encuentra en 3" y en el de 7" se mantiene en 3", donde podemos observar que a más adición de dados de acero de 3/8" según la muestra AD3, AD5 y AD7. El asentamiento disminuye y la trabajabilidad decrece.

**Contrastación de hipótesis:** Se observa que, para la hipótesis presentada para el ensayo de asentamiento, los resultados no fueron favorables, obteniéndose

así, que el asentamiento no mejora a mayor adición de dados de acero residual de 3/8", pero mantiene la consistencia mínima de 3".

## Indicador 2

**Ensayo de contenido de aire:** Se determinaron los porcentajes de contenido de aire de la mezcla de concreto según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.083) y la Norma Americana (ASTM C 231).

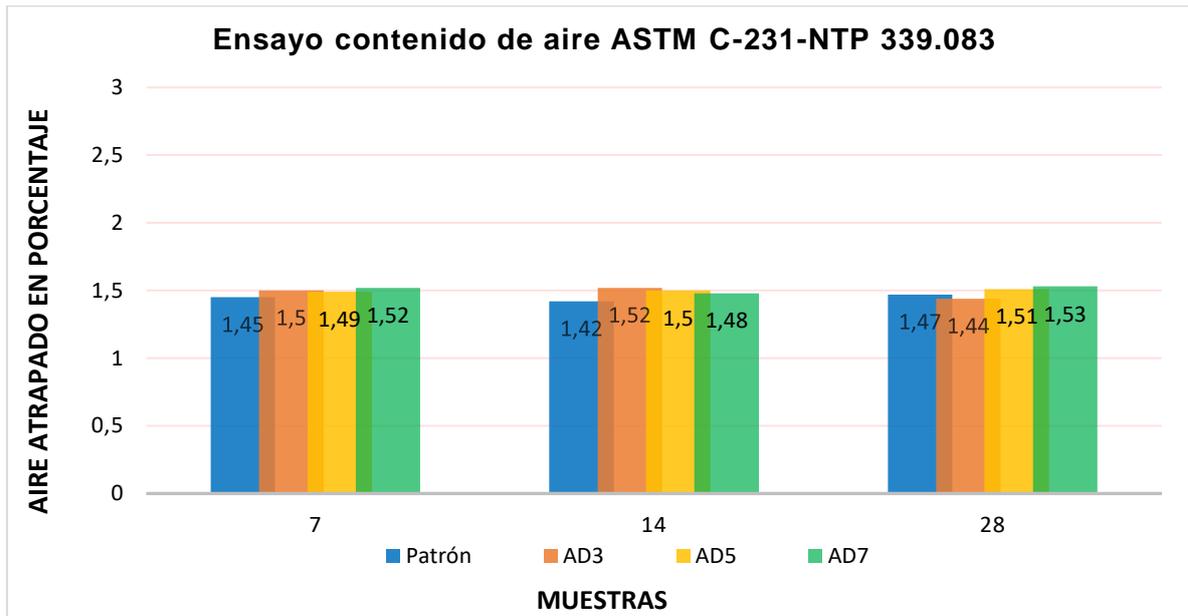


Figura 60: Gráfico de barras para el resultado del ensayo de contenido de aire.

**Tabla 36:** *Contenido de aire atrapado*

<b>Tamaño Máximo Nominal</b>	<b>Aire Atrapado</b>
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Método ACI 211

**Interpretación y análisis:** Los valores obtenidos en los ensayos de contenido de aire según la **figura 55** muestran que los valores oscilan entre 1.45% a 1.55% y están en el rango del 1.5% que es lo que obtuvimos como referencia en el diseño de mezclas, ya que el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso es de 1" y está en el porcentaje de aire atrapado según la **Tabla 36**, por tanto, podemos observar que a más adición de dados de acero de 3/8" según la muestra AD3, AD5 y AD7. El porcentaje de contenido de aire no llega a alterarse según el diseño.

**Contrastación de hipótesis:** Se obtiene que, para la hipótesis presentada para el ensayo de contenido de aire, los resultados no muestran ninguna variación con respecto al diseño, obteniéndose así, que el contenido de aire no se altera por la adición de dados de acero residual de 3/8".

### **Indicador 3**

**Ensayo de resistencia a compresión:** para los resultados de este ensayo se tuvo como referencia la Norma Técnica Peruana (NTP 339.034) y la Norma Americana (ASTM C 39). Se realizaron 36 probetas cilíndricas de 15cm x 30cm (6" x 12") para un concreto de  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  de concreto convencional (Patrón) y las adiciones de dados de acero de 3/8" en las proporciones de 3% (AD3), 5% (AD5) y 7% (AD7). Se muestran los resultados en la **Tabla 37**, donde los datos ya fueron promediados para un mejor entendimiento.

**Tabla 37: Resultados para la resistencia a la compresión**

N°	CODIGO DE DISEÑO	FECHA		EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	CARGA MAXIMA	ESFUERZO	% F'c	% VS MP
		ELABORACION	ROTURA							
1	MP	30/9/2021	7/10/2021	7	15	30	30225	171	81.2	
2	MP	30/9/2021	14/10/2021	14	15	30	34563	196	93.3	
3	MP	30/9/2021	28/10/2021	28	15	30	37541	247	117.6	
1	AD3	23/9/2021	30/9/2021	7	15	30	34657	196	93.3	
2	AD3	23/9/2021	7/10/2021	14	15	30	38705	219	104.3	
3	AD3	23/9/2021	21/10/2021	28	15	30	42210	265	126.2	7.3
1	AD5	7/10/2021	14/10/2021	7	15	30	32220	182	86.7	
2	AD5	7/10/2021	21/10/2021	14	15	30	36733	208	99.0	
3	AD5	7/10/2021	4/11/2021	28	15	30	40150	236	112.4	-4.5
1	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30	31260	177	84.3	
2	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30	35555	201	95.7	
3	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30	39478	221	105.2	-10.5

Fuente: Elaboración propia

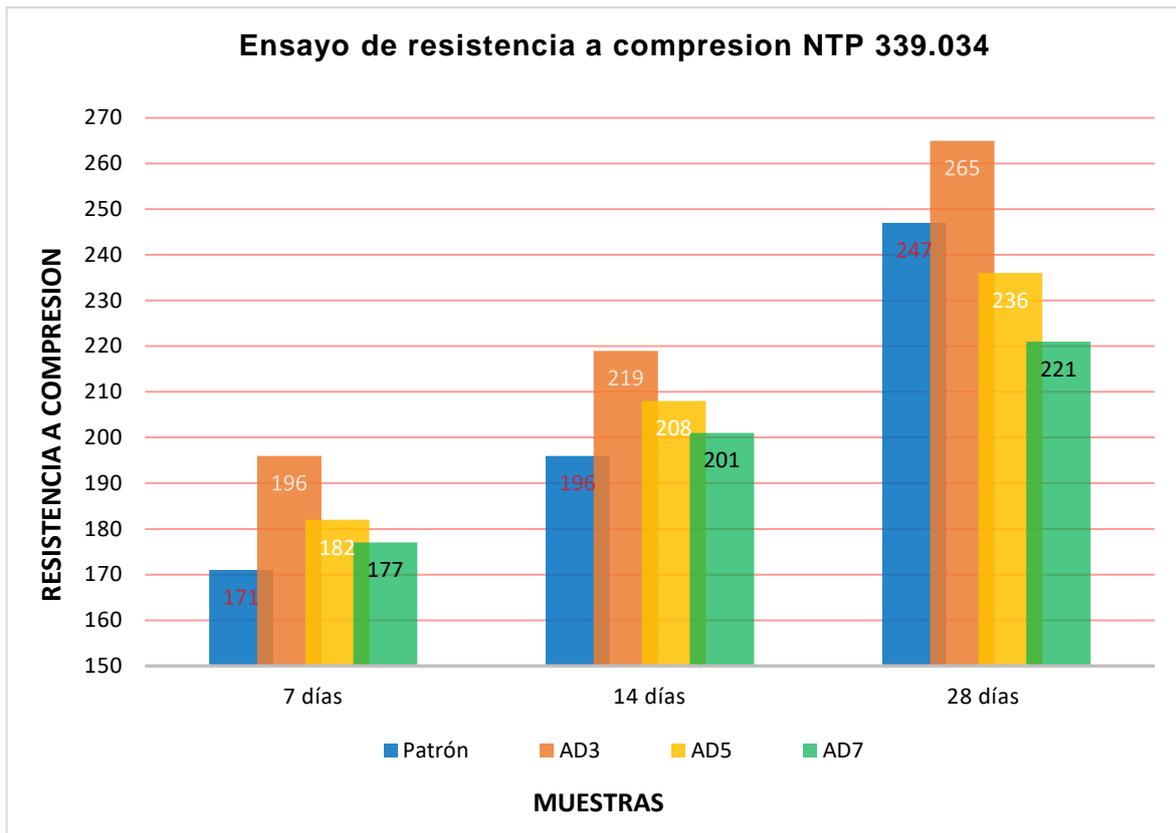


Figura 61: Grafico de barras para el resultado del ensayo a compresión

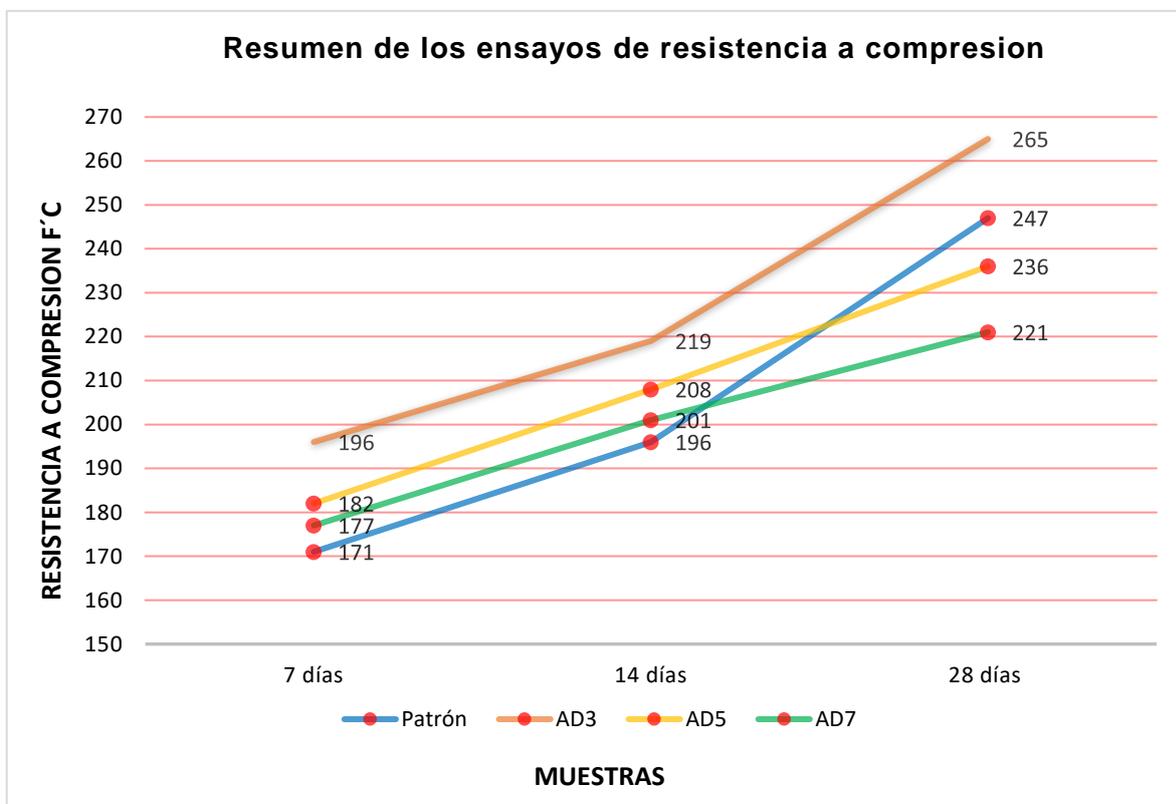


Figura 62: Resumen de la resistencia en 7, 14 y 28 días

**Interpretación y análisis:** según la **Tabla 37**, el resumen de resultados de la muestra, indican que según el diseño patrón (MP), llega a cumplir una resistencia a los 28 días de 247 kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de 17.6% mayor al diseño inicial de 210 kg/cm<sup>2</sup>, y la adición de dados de acero en 3% (AD3) llega a una resistencia de 265 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo así un porcentaje del 7.3% en relación al concreto patrón (MP), para la adición de dados de acero en 5% (AD5) llega a una resistencia de 236 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo así un porcentaje del -4.5% en relación al concreto patrón (MP), en la adición de dados de acero de 7% (AD7) llega a una resistencia de 221 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un porcentaje del -10.5% en relación al concreto patrón (MP), podemos observar que en la adición del 3% (AD3) la resistencia tiene valores mayores a diferencia de la muestras (AD5) y (AD7), y que ha mientras más adición de dados de acero, la resistencia decae.

**Contrastación de hipótesis:** Teniendo que, para la hipótesis presentada para el ensayo de resistencia a la compresión, los resultados muestran una variación negativa en las dos últimas adiciones de acero (AD5) y (AD7) con respecto al concreto patrón, obteniéndose así, que la resistencia a la compresión aumenta parcialmente con la menor cantidad de adición de acero (AD3) en un 7.3% respecto al concreto patrón.

#### Indicador 4

**Ensayo de resistencia a tracción:** para los resultados de este ensayo se tuvo como referencia la Norma Técnica Peruana (NTP 339.084) y la Norma Americana (ASTM C 496). Se realizaron 36 probetas cilíndricas de 15cm x 30cm (6" x 12") para un concreto de  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  de concreto convencional (Patrón) y las adiciones de dados de acero de 3/8" en las proporciones de 3% (AD3), 5% (AD5) y 7% (AD7). Se muestran los resultados en la **Tabla 38**, donde los datos ya fueron promediados para un mejor entendimiento.

**Tabla 38:** Resumen de resultados a la resistencia a la tracción

N°	CODIGO DE DISEÑO	FECHA		EDAD	DIAMETRO PROMEDIO CM	ALTURA PROMEDIO CM	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO A TRACCIÓN KG/CM <sup>2</sup>
		ELABORACION	ROTURA	DIAS				

1	MP	30/9/2021	7/10/2021	7	15.1	30.3	2.01	27.3
2	MP	30/9/2021	14/10/2021	14	15	30.3	2.01	29.9
3	MP	30/9/2021	28/10/2021	28	15	30.1	2.01	35.4
1	AD3	23/9/2021	30/9/2021	7	15.1	30.6	2.02	29.9
2	AD3	23/9/2021	7/10/2021	14	15	30.4	2.01	32.9
3	AD3	23/9/2021	21/10/2021	28	15	30.5	2.01	38.8
1	AD5	7/10/2021	14/10/2021	7	15.1	30.7	2.03	28.0
2	AD5	7/10/2021	21/10/2021	14	15	30.3	2.01	30.7
3	AD5	7/10/2021	4/11/2021	28	15	30.4	2.02	35.8
1	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15.1	30.4	2.01	25.5
2	AD7	29/9/2021	6/10/2021	14	15	30.3	2.01	30.1
3	AD7	29/9/2021	6/10/2021	28	15	30.4	2.01	34.1

Fuente: Elaboración Propia

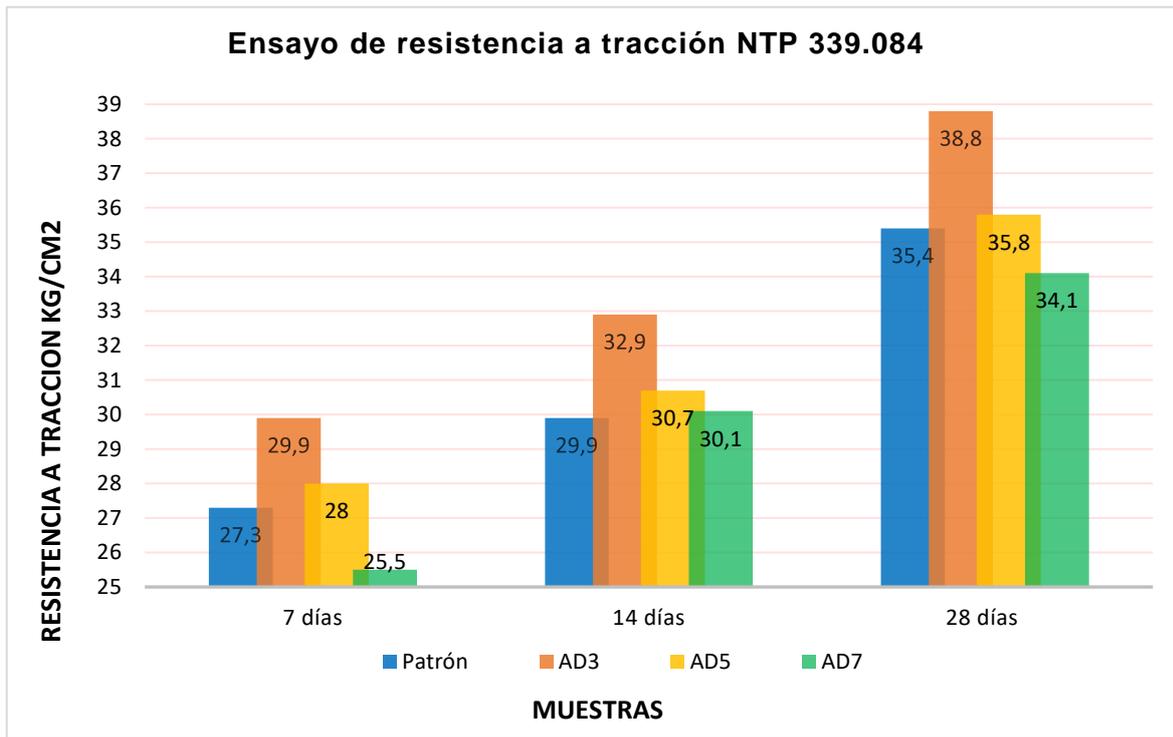


Figura 63: Grafico de barras para el resultado del ensayo a tracción

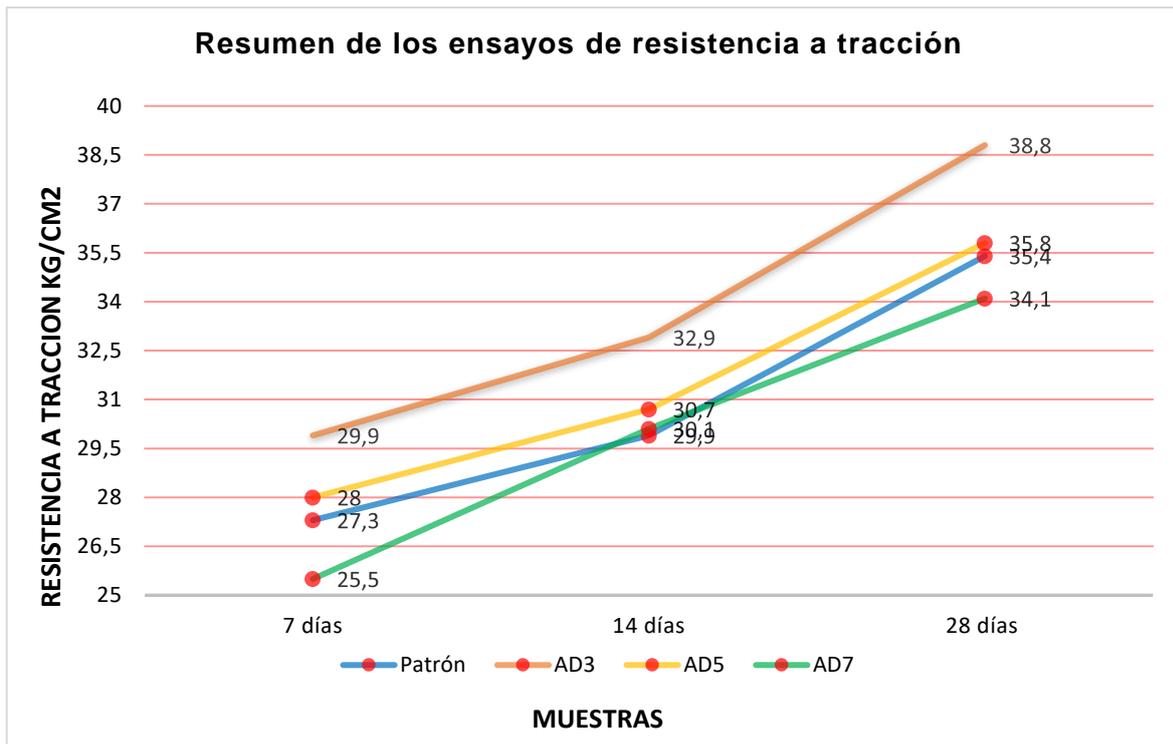


Figura 64: Grafico de barras para el resultado del ensayo a tracción

**Interpretación y análisis:** según la **Tabla 38**, el resumen de resultados, indican que según el diseño patrón (MP), llega a cumplir una resistencia a la tracción promedio a los 28 días de 35.4 kg/cm<sup>2</sup> lo cual está por encima del Fct requerido (27 kg/cm<sup>2</sup>) por lo que según teoría es  $F_{ct} = f'_c \times 10\%$ . La adición de dados de acero en 3% (AD3) llega a una resistencia promedio de 38.8 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo así un resultado mayor al Fct requerido, para la adición de dados de acero en 5% (AD5) llega a una resistencia promedio de 35.8 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo que reduce en comparación a la primera adición, pero continua siendo mayor al Fct requerido, por último, en la adición de dados de acero de 7% (AD7) llega a una resistencia de 34.1 kg/cm<sup>2</sup>, observando que sigue decreciendo la resistencia a mayor adición de dados de acero de 3/8”.

**Contrastación de hipótesis:** Se observa, para la hipótesis presentada para el ensayo de resistencia a la tracción, los resultados muestran una disminución de resistencia en las dos últimas adiciones de acero (AD5) y (AD7), pero siguen siendo mayor al Fct requerido (27 kg/cm<sup>2</sup>), con respecto al concreto patrón, obteniéndose así, que la resistencia a la tracción aumenta parcialmente en todas

las adiciones, pero con la menor cantidad de adición de acero (AD3) incrementa un 10% en comparación al concreto patrón.

### Indicador 5

**Ensayo de flexión del concreto:** para los resultados de este ensayo se tuvo como referencia la Norma Técnica Peruana (NTP 339.078) y la Norma Americana (ASTM C 78). Se realizaron 12 probetas cilíndricas de 15cm x 30cm (6" x 12") para un concreto de  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  de concreto convencional (Patrón) y las adiciones de dados de acero de 3/8" en las proporciones de 3% (AD3), 5% (AD5) y 7% (AD7) para los 28 días, Se muestran los resultados en la **Tabla 39**, donde los datos ya fueron promediados para un mejor entendimiento.

**Tabla 39:** Resumen de resultados a la resistencia a la flexión

N°	CODIGO DE DISEÑO	FECHA		EDAD	ALTURA CM	ANCHO CM	MODULO DE ROTURA
		ELABORACION	ROTURA	DIAS			
1	MP	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	44 kg/cm <sup>2</sup>
1	AD3	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	41 kg/cm <sup>2</sup>
1	AD5	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	40 kg/cm <sup>2</sup>
1	AD7	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	39 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

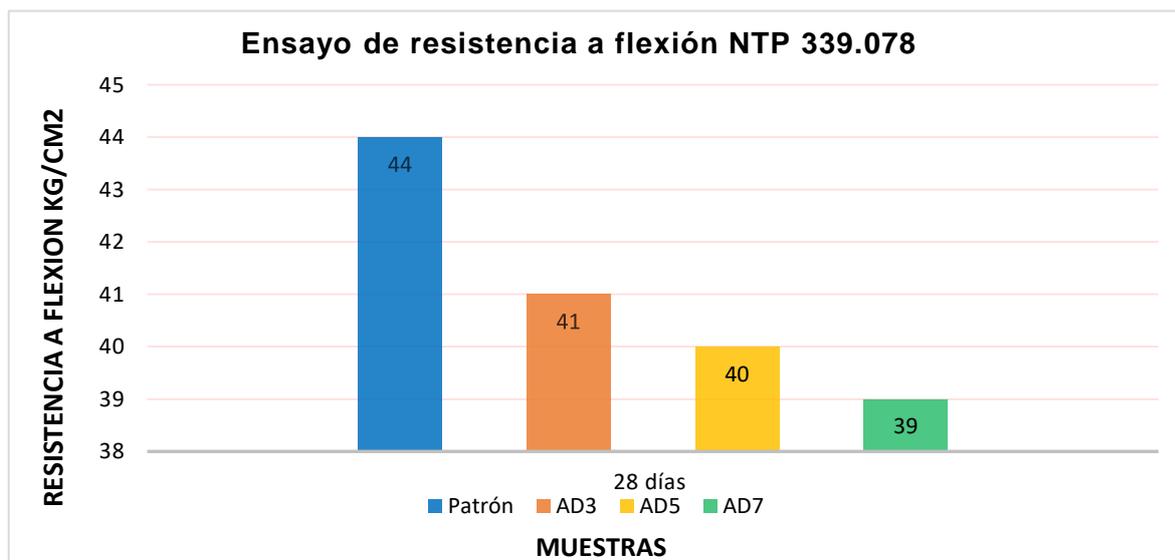


Figura 65: Gráfico de barras para el resultado del ensayo

**Interpretación y análisis:** según la **Tabla 39**, el resumen de resultados, indican que según el diseño patrón (MP) se encuentra la resistencia a la flexión del concreto (en vigas “Mr”), se obtiene una resistencia promedio a los 28 días de  $M_r = 44 \text{ kg/cm}^2$  lo cual está por encima del  $M_r$  requerido ( $32.4 \text{ kg/cm}^2$ ) por lo que según teoría es  $M_r = 1.99x \sqrt{f'_c}$ . El concreto con adición de dados de acero en 3% (AD3) llega a una resistencia promedio de  $M_r = 44 \text{ kg/cm}^2$ , teniendo así un resultado mayor al  $M_r$  requerido, para la adición de dados de acero en 5% (AD5) llega a una resistencia promedio de  $M_r = 41 \text{ kg/cm}^2$  obteniendo que reduce en comparación a la primera adición, pero continua siendo mayor al  $M_r$  requerido, por último, en la adición de dados de acero de 7% (AD7) llega a una resistencia de  $M_r = 39 \text{ kg/cm}^2$ , observando que sigue decreciendo la resistencia a mayor adición de dados de acero de 3/8”.

**Contrastación de hipótesis:** Se observa, para la hipótesis presentada para el ensayo de resistencia a la flexión, los resultados muestran una disminución de resistencia en todas las adiciones de acero teniendo que en la (AD3)  $41 \text{ kg/cm}^2$ , (AD5)  $40 \text{ kg/cm}^2$ , y en (AD7)  $39 \text{ kg/cm}^2$ , con respecto al concreto patrón (MP)  $44 \text{ kg/cm}^2$ , sin embargo siguen siendo mayor al  $M_r$  requerido ( $32.4 \text{ kg/cm}^2$ ) según fórmula, obteniéndose así, que la resistencia a la flexión disminuye parcialmente en todas las adiciones, pero con la menor cantidad de adición de acero (AD3) se obtiene la mayor resistencia.

**CAPÍTULO V**  
**DISCUSIÓN**

## V. DISCUSION

### Indicador 1 - Ensayo de asentamiento:

**Guzmán y Garate (2019)**, en su tesis titulada, “Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto” con adición del 0.2%, 0.4% y 0.6% de virutas, concluye que, hay una reducción de la consistencia, teniendo así menor trabajabilidad de la mezcla, ya que en su adición patrón tienen un resultado de 4” al igual que en la adición de 0.2%, en su adición del 0.4% se ve una reducción de 0.5” y en la adición del 0.6% una reducción de 1” en comparación a la muestra patrón.

A comparación de nuestros ensayos de asentamiento según la **figura 53** muestran que los valores oscilan entre 3” a 4” y están en el rango de consistencia plástica según la **Tabla 35**, por tanto, podemos observar que los resultados son parecidos, ya que a gran escala la adición de dados de acero de 3/8” según la muestra AD3, AD5 y AD7. El asentamiento no mejora a mayor adición, pero mantiene la consistencia mínima de 3” en la mayor adición de 7%.

### Indicador 2 - Ensayo de contenido de aire:

**Guevara (2008)**, En su tesis titulada, “Análisis comparativo del comportamiento del concreto simple, con el concreto reforzado con fibras de acero Wirand”, con adiciones de 20 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 35 kg/m<sup>3</sup>. Concluyo que, según la muestra del concreto patrón no hay variación en las dos primeras adiciones de Fibra Wirand, pero la tercera adición de 35 kg/m<sup>3</sup> de fibra, obtiene una variación inferior mínima del 0.1% a comparación del concreto patrón y las dos primeras adiciones de 20 kg/m<sup>3</sup> y 25 kg/m<sup>3</sup>.

En concordancia con los valores de Guevara, los datos obtenidos en los ensayos de contenido de aire según la **figura 54** son similares y muestran que no hay variaciones notables en los valores, ya que oscilan entre 1.45% a 1.55% y están en el rango del 1.5% que es lo que obtuvimos como referencia en el diseño de mezclas.

### Indicador 3 - Ensayo de resistencia a compresión:

**Zavala (2008)**, En su tesis titulada, “Análisis de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando limalla de acero reciclado respecto al peso del cemento, Lima 2018” con la adición de limalla de acero reciclado en las dosificaciones de 3%, 5% y 7% respectivamente. Se **concluye** que, la adición de limalla aumenta la resistencia a la compresión, teniendo que para el 3% de limalla aumenta en 4.1% en comparación al concreto patrón, y para el 5% de limalla aumenta en 8.6% en comparación al concreto patrón, y en el 7% se obtiene una disminución, pero aun así es el 6.2% más resistente que el concreto patrón.

Se discute que, en comparación al estudio de Zavala, nuestros ensayos de compresión, nos dan resultados que muestran una variación negativa en las dos últimas adiciones de acero -4.5% (AD5) y -10.5% (AD7) con respecto al concreto patrón, obteniéndose así, que la resistencia a la compresión solo aumenta parcialmente con la menor cantidad de adición de acero (AD3) en un 7.3% respecto al concreto patrón, entendiéndose así que los resultados no son similares a Zavala.

#### **Indicador 4 - Ensayo de resistencia a tracción:**

**Cespedes (2008)**, En su tesis titulada, “Dosificación de concreto fibroreforzado con alambre ondulado para mejorar las propiedades del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , Lima – 2019” con la adición de alambre ondulado en las dosificaciones de 10  $\text{kg/m}^3$ , 15  $\text{kg/m}^3$  y 20  $\text{kg/m}^3$  en relación al peso de la mezcla, Se **concluye** que, la adición de fibras de alambre ondulado, no afectan a gran escala el comportamiento de la resistencia a la tracción, y que lo califica como dosificación optima al diseño con adición de 15  $\text{kg/m}^3$ , esto debido a que no presenta ninguna variación en la resistencia a la tracción.

Observando los resultados de Cespedes, los resultados de los ensayos de resistencia a la tracción muestran una disminución de resistencia en las dos últimas adiciones de acero (AD5) y (AD7), pero siguen siendo mayor al  $F_{ct}$  requerido (27  $\text{kg/cm}^2$ ), con respecto al concreto patrón. La resistencia a la tracción aumenta parcialmente en todas las adiciones, calificando como

dosificación óptima la menor adición de acero (AD3) incrementando un 10% su resistencia con respecto al concreto patrón, obteniendo que nuestros resultados son óptimos a comparación de Cespedes.

#### **Indicador 5 - Ensayo de flexión del concreto:**

**Corcino (2008)**, En su tesis titulada, “Estudio comparativo de concreto simple reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleando cemento andino Tipo V”, en las dosificaciones de 20 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 35 kg/m<sup>3</sup> en relación al peso de la mezcla. Se concluye que, la adición de fibras de acero Dramix genera un aumento significativo al aumentar el porcentaje de fibras, teniendo que en las 3 adiciones la resistencia aumenta entre un 3% a 7%, cumpliendo con las expectativas de su estudio.

Discrepando los resultados de Corcino, los resultados de los ensayos de flexión muestran una disminución de resistencia en todas las adiciones de acero teniendo que en la (AD3) 41 kg/cm<sup>2</sup>, (AD5) 40 kg/cm<sup>2</sup>, y en (AD7) 39 kg/cm<sup>2</sup>, con respecto al concreto patrón (MP) 44 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo siguen siendo mayor al Mr requerido (32.4 kg/cm<sup>2</sup>) según fórmula, obteniéndose así, que la resistencia a la flexión disminuye parcialmente en todas las adiciones, pero con la menor cantidad de adición de acero (AD3) se obtiene la mayor resistencia, teniendo así que los resultados de Corcino, son distintos a nuestro estudio.

**CAPÍTULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## VI. CONCLUSIONES

- De la evaluación realizada en los ensayos de asentamiento (Slump), se obtiene una influencia parcialmente negativa para los valores de consistencia, ya que los valores de la muestra AD3 resultaron con 3.5", y las muestras AD5 y AD7 resultaron con 3" respectivamente. Concluyendo que el asentamiento no mejora a mayor adición de dados de acero de 3/8", teniendo así, que la muestra AD3 es la que obtiene mejores resultados en su consistencia, y se mantiene en el rango plástico según la **Tabla 35**.
- En el cálculo realizado, se ha evaluado los datos obtenidos en los ensayos de contenido de aire según la **figura 54** muestran que no hay variaciones notables en los valores, ya que oscilan entre 1.45% a 1.55% y están en el rango permitido según la **Tabla 36**. Entendiendo que la muestra AD3 presenta el mejor resultado de contenido de aire con 1.5%.
- Del estudio realizado en la resistencia a la compresión, se evaluó que existe una influencia parcialmente negativa en las dos últimas adiciones de acero -4.5% (AD5) y -10.5% (AD7) con respecto al concreto patrón (MP), concluyéndose así, que la resistencia a la compresión solo aumenta parcialmente con la menor cantidad de adición de acero (AD3) en un 7.3% respecto al concreto patrón.
- Evaluando los resultados de la resistencia a la tracción, podemos apreciar que existe una influencia negativa en las dos últimas adiciones de acero 35.8 kg/cm<sup>2</sup> (AD5) y 34.1 kg/cm<sup>2</sup> (AD7), pero siguen siendo mayor al Fct requerido (27 kg/cm<sup>2</sup>), con respecto al concreto patrón. La resistencia a la tracción aumenta parcialmente en todas las adiciones, concluyendo como dosificación óptima la menor adición de acero 38.8 kg/cm<sup>2</sup> (AD3) incrementando un 10% su resistencia con respecto al concreto patrón.

- De los datos obtenidos, se evaluaron los resultados de los ensayos de flexión mostrando una influencia negativo de resistencia en todas las adiciones de acero teniendo que en la (AD3) 41 kg/cm<sup>2</sup>, (AD5) 40 kg/cm<sup>2</sup>, y en (AD7) 39 kg/cm<sup>2</sup>, con respecto al concreto patrón (MP) 44 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo siguen siendo mayor al Mr requerido (32.4 kg/cm<sup>2</sup>) según formula, concluyendo así, que la resistencia a la flexión disminuye parcialmente en todas las adiciones, pero con la menor cantidad de adición de acero (AD3) se obtiene la mayor resistencia.
- De la evaluación general, se determinó que existe una influencia positiva al incorporar dados de acero residual de 3/8" como material de refuerzo, presentando así, los resultados de las propiedades físicas; en el asentamiento se obtuvieron mejores resultados en la menor proporción de acero residual, teniendo así que la muestra (AD3) presenta el mejor resultado; para el contenido de aire, las muestras no variaron en gran porcentaje, por lo que se concluye que todas las muestras (AD3), (AD5) y (AD7) presentan un buen resultado, para las propiedades mecánicas; en la resistencia a la compresión el mejor resultado lo obtuvo la muestra (AD3) presentando un crecimiento de 7.3% en relación al concreto patrón, para la resistencia a la tracción la muestra con mejores resultados fue la (AD3) incrementando un 10% con respecto al concreto patrón, en la resistencia a flexión se determinó que la muestra (AD3) obtiene el mejor resultados. Finalmente se determina que la muestra (AD3) es la más apta para mejorar las propiedades del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , por que obtuvo los mejores resultados en todos los ensayos realizados.

**CAPÍTULO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## VII. RECOMENDACIONES

- Teniendo en consideración la cantidad de ensayos realizados con el método de cono de Abrams se recomienda, que, para mejorar la trabajabilidad en el asentamiento (SLUMP), deberán utilizar aditivo plastificante para tener una mezcla más fluida, ya que a mayor adición de acero residual la consistencia tiende a reducirse.
- Evaluando los resultados de los ensayos a compresión, recomiendo a los futuros investigadores, aumentar los porcentajes de adición de dados de acero de 3/8", pero teniendo en consideración que deberán cambiar la relación de la adición en base al peso del cemento, y deberán usarlo como remplazo del agregado grueso, a mayores proporciones.
- Teniendo la propuesta de aumentar el diámetro y longitud de los dados de aceros, convirtiéndolos en pequeñas varillas de 4cm de longitud en el diámetro que sea conveniente, se recomienda la propuesta de investigación, con la finalidad de observar los cambios en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Se recomienda continuar con las investigaciones, utilizando acero corrugado residual de las edificaciones, ya que el desperdicio de acero no está bien aprovechado.

## REFERENCIAS

**CESPEDES, Oscar. 2019.** Dosificación de Concreto Fibroreforzado con Alambre Ondulado Para las Propiedades del Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , Lima-2019. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Proyecto de investigación.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/62899>

**DELEDESMA, Sarita. 2019.** Resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo agregado fino por fibras y virutas de acero, Ancash – 2019, Ancash: Universidad San Pedro, 2019. OSDE: Ingeniería Civil.

Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/14295>

**CORCINO, Vanessa. 2007.** Estudio comparativo de concreto simple Reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleando Cemento Andino Tipo V, Lima: Universidad Ricardo Palma, 2007.

Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/125>

**VASQUEZ, Iván. 2015.** Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de  $500 \text{ kg/cm}^2$ , Lima: Universidad Nacional de Cajamarca, 2015.

Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/639>

**GUZMAN, C., GARATE, M., 2019.** Viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto, Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/37450>

**FLORES, C., OSTOS, B., 2019.** Análisis comparativo del concreto diseñado para soportar una resistencia a compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de acero y fibra de vidrio utilizado en estructuras de concreto en la ciudad de Abancay – Apurímac 2019, Apurímac: Universidad Tecnológica de los Andes, 2019.

Disponible en: <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/253>

**GUEVARA, Jimmy. 2008.** Análisis comparativo del comportamiento del concreto simple con el concreto reforzado con fibras de acero Wirand, Lima: Universidad Ricardo Palma, 2008.

Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/158>

**ZAVALA, Beatriz. 2018.** Análisis de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando limalla de acero reciclado respecto al peso del cemento. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Tesis.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39479>

**POLO y RISO. (2018).** Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo, 2019. [en línea]. 2021, enero-febrero,19(2).3-17 [fecha de consulta 14 enero 2021]. ISSN 2277-8519.

Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/68>

**FERRARI, J., ARQUEZ, A., and BENTO, H.** Carbon fiber reinforced polymer inserted in different configurations of the zone retrofitting with micro concrete containing steel fibers to the strengthening of beams. *Acta Scientiarum Tecnología* [en línea]. 2016, octubre-diciembre,38(4),437-444 [fecha de consulta 15 septiembre 2021]. ISSN 1 807-8664.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303246813007>.

**GALLO ARCINIEGAS, Lina, GONZALES PEÑUELA, Giovanni y CARRILLO LEON, Julián.** Comportamiento del concreto reforzado con fibras de acero Zp-306 sometido a esfuerzos a compresión. *Ciencia e ingeniería neogranadina*.2013, enero-mayo,23.117-133. ISSN 0124-8170.

**CARRILLO, Julián y SILVA, Diego. 2016.** *Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero.* México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2016. Artículo Científico. 1405-7743.

**CARRILLO, Julián, APERADOR, William and GONZÁLE, Giovanni. 2013.**

Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013. Artículo Científico. 1405-7743.

**CARRILLO, Julián, BARRERA, Angélica y ACOSTA, Diego. 2014.** Evaluación del desempeño a tensión por compresión diametral del concreto reforzado con fibras de acero ZP-306. Cali: Universidad del Valle, 2014. Artículo Científico. 0123 3033.

**CARRILLO, Julián, CÁRDENAS, Jhon y APERADOR, William. 2015.** Efecto del ion cloruro sobre las propiedades mecánicas a compresión del concreto. Barranquilla: Universidad del Norte, 2015. Artículo Científico. 0122-3461.

**CHAVEZ GAMARRA, Richard Jesús. 2012.** Tecnología de los materiales, Consistencia del concreto fresco. s.l.: Scribd, 2012. Artículo Científico.

**COMMITTEE ACI 544,5R-10. 2010.** Report on the Physical Properties and Durability of Fiber Reinforced Concrete. Michigan: American Concrete Institute, 2010.

**COMMITTEE A C I 544.1R-96. 2002.** Report on Fiber Reinforced Concrete. Michigan: American Concrete Institute, 2002.

**COMMITTEE ACI: 211.1-19. 2019.** Standard practice for selecting proportions for normal heavyweight and mass concrete. Michigan: American Concrete Institute, 2019.

**GONZALES SALCEDO, Luis y otros.** Redes neuronales artificiales para estimar propiedades en estado fresco y endurecido, para hormigones reforzados con fibras metálicas. *Cuaderno activa* [en línea]. 2017, setiembre-enero, (9).95- 107. [fecha de consulta 22 octubre 2021]. ISSN 2027-8101.

Disponible: <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/423>.

**HERNANDEZ MARTINEZ**, Alejandro, **GARCIA SOTO**, Adrián David and **VALDEZ VAZQUES**, Jesús Gerardo. Simulation model to estimate bending overstrength in concrete elements. *Dyna*. 2017, marzo, **84**(200).112-120 [fecha de consulta 10 mayo 2020]. ISSN 0012-7353.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49650910014>.

**HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C., and BAPTISTA L.** *Metodología de la investigación*. 6 ed. Colombia: Interamericana editores S. A, 2014. ISBN:978-1-4562-2396-0.

**JAFARIFAR and others.** Post-cracking tensile behaviour of steel-fibre-reinforced roller-compacted-concrete for fe modelling and design purposes. *Materiales de la construcción* [en línea].2017, octubre-marzo, **67**(326). [fecha de consulta 17 mayo2020]. ISSN:0465-2746.

Disponible:

<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/2176/2716>.

**NTP 339.033 y ASTM C-39.** Hormigón (Concreto). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas, 2008.

**NTP 339.035 y ASTM C143.**Hormigon (concreto). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland,2009

**NTP 339.083-ASTM C-231** Concreto. Métodos de ensayos normalizados para el contenido de aire en el concreto,2013.

**NTP 339.078, ASTM C-78 y ASTM C-293.** Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, 2012.

**NTP 339.084 y ASTM C-496.** 2012. Concreto. Método de ensayo normalizado de tracción simple por compresión diametral, 2012.

**NTP 339.034 y ASTM C-039. 2012.** Concreto. Método de ensayo normalizado de compresión en probetas cilíndricas de concreto, 2012.

**ORBE y otros.** Estudio para la optimización de la composición de un HACFRA (hormigón autocompactante reforzado con fibras de acero) estructural. *Informes de la construcción*.2015, enero-marzo,67(537). ISSN 0020-0883.

**VEGA, Gabriela.** Revisión del empleo de fibras de acero en hormigones autocompactantes. *Anales de edificación* [en línea].2016, marzo,2(3).41-51. [fecha de consulta 15 mayo 2020]. ISSN 244-1309.

Disponible en:

[http://polired.upm.es/index.php/anales\\_de\\_edificacion/article/view/34](http://polired.upm.es/index.php/anales_de_edificacion/article/view/34).

**URIBE DE LA CRUZ, Williams.** Influencia de las fibras de acero Wirand®FF1, en las características físicas y mecánicas del concreto f'c 28 Mpa. Tesis (título de ingeniería civil) Peru,2017.

**SANCHEZ PEREZ, José Luis y otros.** Estudio reológico experimental de un hormigón autocompactante reforzado con fibras de acero. *Anales de edificación* [en línea].2019, marzo,5(2).80-86. [fecha de consulta 12 mayo 2020]. ISSN 2444-1309.

Disponible:

[http://polired.upm.es/index.php/anales\\_de\\_edificacion/article/view/4049/412](http://polired.upm.es/index.php/anales_de_edificacion/article/view/4049/412).

**RIBEIRO SOAREZ, Paulo Roberto and RODRIGUS BARRETO, Richard.** Steel Fiber Reinforced concrete Durability usan eléctrica resistidita. *construido* [en línea].2018, diciembre,10(3). [fecha de consulta 12 mayo 2020]. ISSN 2318-6127.

Disponible en: <http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/6519/3264>.

**RONDON, H., and REYES, F.** *Pavimentos (Materiales, construcción y diseño)*. Bogotá: Eco Editions, 2015. ISBN: 978-958-771-175-2.

**RUANO, GONZALES and others.** Steel fibers pull-out after exposure to high temperatures and its contribution to the residual mechanical behavior of high

strength concrete. *Construction and Building Materials*.2018, August- December, (163).571-585.ISSN 0950-0618.

**RAMOS FERNANDEZ, Nadia.** Análisis Comparativo de comportamiento mecánico de concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero. tesis (título de Ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca,2019.

**DE LIMA ARAUJO, Daniel** and others. Shear strength of steel fiber- reinforced concrete beams. *Acta Scientiarum Technology* [en línea].2014, julio-setiembre,36(3).389-397 [fecha de consulta 8 mayo 2020]. ISSN 1807-8664.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303231059002>.

**CORDOVA, Farfán et al.** Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. *Gaceta técnica* [en línea].2020, julio-diciembre,20(2).4-13 [fecha de consulta 18 mayo 2020]. ISSN 2477-9539.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570362486002>.

**DOS SANTOS. Antonio and others.** Influence of coarse aggregate on concrete's elasticity modulus. *Acta Scientiarum Technology* [en línea].2017, enero-marzo,39(1).17-25 [fecha de consulta 15 agosto 2021]. ISSN 1807-8664.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303249921003>.

**Liu, K., Fu, C., Xu, P., Li, S. y Huang, M. (2020).** Mezcla asfáltica inductiva respetuosa con el medio ambiente que comprende virutas de acero de desecho y ferritas de desecho. *Journal of Cleaner Production*, 124639. Doi: 10.1016 / j.jclepro.2020.124639.

**Kalpana, M. y Tayu, A. (2019).** Investigación experimental sobre hormigón ligero añadido con residuos industriales (residuos de acero). *Materiales de hoy: Actas*. doi: 10.1016 / j. matpr.2019.11.096. H. Singh, Comportamiento, modelado y diseño del hormigón reforzado con fibra de acero, Springer Nature, Singapur, 2017.

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1617/s11527-0109596-6>.

**PEREZ. (2015).** Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de 500 kg/cm<sup>2</sup>, 2015. [en línea]. 2021, mayo-junio,07(1).2-08 [fecha de consulta 18 mayo 2021]. ISSN 2184-7841.

Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/639>

**MARTINEZ. (2017).** Análisis del concreto con viruta de acero, Provincia de Huancayo-Junín, 2015. [en línea]. 2021, mayo-junio,08(2).3-10 [fecha de consulta 12 junio 2021]. ISSN 2161-7413.

Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1294>

**MORENO, E, y otros. 2013.** *Efecto de las fibras poliméricas en la permeabilidad y características mecánicas del concreto con agregado calizo de alta absorción.* Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán, 2013. Artículo Científico. 1665-529X.

**NATARAJAN, Eswari. 2017.** *DUCTILITY RESPONSE OF HYBRID FIBRE REINFORCED CONCRETE BEAMS.* Paraíba: Universidad Federal da Paraíba, 2017. Artículo Científico. 1982-3932.

**PACHECO, Germán. 2016.** *Resistencia a compresión axial del concreto  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades, UPN.* Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016. Proyecto de Investigación.

## **ANEXOS**

Anexo N°1 – MATRIZ CONSISTENCIA

TITULO

"Efectos de la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO		
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE: ADICIÓN DE ACERO RESIDUAL COMO MATERIAL DE REFUERZO		
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>PG:</b> De qué manera influye la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021?	<b>OG:</b> Evaluar qué efecto provoca la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021	<b>HG:</b> Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021	<b>D: PROPORCION</b>	3% ACERO RESIDUAL DE FIERRO CORRUGADO DE 3/8"	PORCENTAJE EN RELACION AL PESO DEL CEMENTO
				5% ACERO RESIDUAL DE FIERRO CORRUGADO DE 3/8"	PORCENTAJE EN RELACION AL PESO DEL CEMENTO
				7% ACERO RESIDUAL DE FIERRO CORRUGADO DE 3/8"	PORCENTAJE EN RELACION AL PESO DEL CEMENTO
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICA	V. DEPENDIENTE: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO		
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>PE1:</b> Cómo influye la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>trabajabilidad</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021?	<b>OE1:</b> Evaluar la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>trabajabilidad</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021	<b>HE1:</b> Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>trabajabilidad</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021	<b>D1: Propiedades Físicas</b>	<b>I1: Asentamiento (SLUMP)</b>	"NTP 339.045 - 2015 y ASTM C-134"
<b>PE2:</b> Cómo influye la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar el <b>contenido de aire</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021?	<b>OE2:</b> Evaluar la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar el <b>contenido de aire</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021	<b>HE2:</b> Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar el <b>contenido de aire</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021		<b>I2: Contenido de aire</b>	"NTP 339.083 y ASTM C-231"
<b>PE3:</b> Cómo influye la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>compresión</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021?	<b>OE3:</b> Evaluar la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>compresión</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021	<b>HE3:</b> Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>compresión</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021	<b>D2: Propiedades Mecánicas</b>	<b>I3: Compresión</b>	"NTP 339.034 y ASTM C-39"
<b>PE4:</b> Cómo influye la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>tracción</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021?	<b>OE4:</b> Evaluar la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>tracción</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021	<b>HE4:</b> Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>tracción</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021		<b>I4: Tracción</b>	"NTP 339.084 y ASTM C-496-96"
<b>PE5:</b> Cómo influye la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>flexión</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021?	<b>OE5:</b> Evaluar la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>flexión</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021	<b>HE5:</b> Influye de manera favorable la adición de acero residual como material de refuerzo para mejorar la <b>flexión</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021		<b>I5: Flexión</b>	"NTP 339.078 y ASTM C-78"

Anexo N°2 – MATRIZ OPERACIONALIZACIÓN

TÍTULO

"Efectos de la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021"

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION								
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	METODOLOGIA		
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> ADICION DE ACERO RESIDUAL COMO MATERIAL DE REFUERZO <b>CUANTITATIVA</b>	El <b>Acero Residual</b> es un material de desecho, el cual proviene de productos industriales y desperdicio de edificaciones en construcción, estos materiales de desperdicio no tienen un buen valor y no se reutilizan adecuadamente, sin embargo, pueden utilizarse eficientemente en el hormigón armado, las propiedades físicas y mecánicas de la chatarra de acero le dan al hormigón un refuerzo adicional, lo que da como resultado una resistencia a la tracción adicional para el hormigón. El número de residuos producidos en diversas industrias del metal se incrementarán con el aumento de la población y las actividades industriales. (Wekina, 2021, p.2).	Definir el efecto obtenido entre la adición de acero residual como material de refuerzo en el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en 3 distintos porcentajes, que luego de haber pasado el proceso de curado se procederá a los experimentos en laboratorio.	D1. DOSIFICACION DE ADICION DE ACERO RESIDUAL	Concreto Patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Razón	<b>ENFOQUE:</b> CUANTITATIVO  <b>TIPO:</b> APLICADA  <b>NIVEL:</b> EXPLICATIVO  <b>DISEÑO:</b> EXPERIMENTAL		
				3% de adición de acero residual	Razón			
				5% de adición de acero residual	Razón			
				7% de adición de acero residual	Razón			
			D1. ESPECIFICACION TECNICA DEL ACERO RESIDUAL	Diámetro: 3/8"	Razón			
				Longitud: 15mm	Razón			
				$F_y=2800\text{kg/cm}^2$	Razón			
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> ADICION DE ACERO RESIDUAL COMO MATERIAL DE REFUERZO <b>CUANTITATIVA</b>	El <b>Acero Residual</b> es un material de desecho, el cual proviene de productos industriales y desperdicio de edificaciones en construcción, estos materiales de desperdicio no tienen un buen valor y no se reutilizan adecuadamente, sin embargo, pueden utilizarse eficientemente en el hormigón armado, las propiedades físicas y mecánicas de la chatarra de acero le dan al hormigón un refuerzo adicional, lo que da como resultado una resistencia a la tracción adicional para el hormigón. El número de residuos producidos en diversas industrias del metal se incrementarán con el aumento de la población y las actividades industriales. (Wekina, 2021, p.2).	Definir el efecto obtenido entre la adición de acero residual como material de refuerzo en el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en 3 distintos porcentajes, que luego de haber pasado el proceso de curado se procederá a los experimentos en laboratorio.	D1. PROPIEDADES FISICAS	I1: Asentamiento (SLUMP)	Razón			
				I2: Contenido de aire	Razón			
			D2. PROPIEDADES MECANICAS	I3: Compresión	Razón			
				I4: Tracción	Razón			
				I5: Flexión	Razón			
			<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO $F'c=210\text{KG/CM}^2$	<b>Propiedades físicas:</b> Es la propiedad medible de un material determinado, que sufre cambios y se transforman o evolucionan en un periodo temporal, no depende del tamaño de la extensión de la materia. (Polo y Risco, 2018, pág. 41)	Se evaluarán las propiedades físicas mediante ensayos de asentamiento y ensayo de contenido de aire y las propiedades mecánicas con los ensayos de resistencia a la compresión y tracción y resistencia a la flexión.	D1. PROPIEDADES FISICAS	I1: Asentamiento (SLUMP)	Razón
							I2: Contenido de aire	Razón
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO $F'c=210\text{KG/CM}^2$	<b>Propiedades mecánicas:</b> Las propiedades mecánicas de un material son características propias de su composición, que permiten diferenciar uno del otro. También hay que tener en cuenta el comportamiento que puede tener el material en los diferentes procesos de mecanización. (Polo y Risco, 2018, pág. 41)	Se evaluarán las propiedades físicas mediante ensayos de asentamiento y ensayo de contenido de aire y las propiedades mecánicas con los ensayos de resistencia a la compresión y tracción y resistencia a la flexión.	D2. PROPIEDADES MECANICAS	I3: Compresión	Razón			
				I4: Tracción	Razón			
				I5: Flexión	Razón			



FICHA TECNICA DE DATOS N°1: ENSAYO DE ASENTAMIENTO

INDICADOR N°01 (VARIABLE DEPENDIENTE) PROPIEDADES FÍSICAS

TITULO: "Efectos de la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , Distrito de Santiago de Surco - Perú 2021"

ELABORADO POR: POLO ESPINOZA, ISAIAS GUILLERMO

CODIGO: 4000047282

MUESTRAS: 36.00

ENSAYO: ASENTAMIENTO "SLUMP"

PROBETA DE CONCRETO: 15x30CM Y 15x15x50

NORMA: NTP 339.035 y ASTM C-143

TIPO: CILINDRICA y VIGA

N°	CODIGO DE DISEÑO	FECHA	EDAD	DIÁMETRO CILINDRICO A	ALTURA CILINDRICO A	ANCHO TIPO VIGA	ALTO TIPO VIGA	LARGO TIPO VIGA	SLUMP (")
		ELABORACION	DIAS	CM	CM	CM	CM	CM	
1	MP	30/9/2021	7	15	30	15	15	50	4.0
2	MP	30/9/2021	14	15	30	15	15	50	3.9
3	MP	30/9/2021	28	15	30	15	15	50	4.0
1	AD3	23/9/2021	7	15	30	15	15	50	3.5
2	AD3	23/9/2021	14	15	30	15	15	50	3.4
3	AD3	23/9/2021	28	15	30	15	15	50	3.5
1	AD5	7/10/2021	7	15	30	15	15	50	2.9
2	AD5	7/10/2021	14	15	30	15	15	50	3.1
3	AD5	7/10/2021	28	15	30	15	15	50	3.0
1	AD7	29/9/2021	7	15	30	15	15	50	3.1
2	AD7	29/9/2021	7	15	30	15	15	50	3.2
3	AD7	29/9/2021	7	15	30	15	15	50	3.0
MUESTRA DE CONTROL				PROCEDIMIENTOS					
MP	DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$								
MUESTRA EXPERIMENTAL									
AD3	DISEÑO 3% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$								
AD5	DISEÑO 5% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$								
AD7	DISEÑO 7% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$								



FICHA TECNICA DE DATOS N°2: CONTENIDO DE AIRE

INDICADOR N°02 (VARIABLE DEPENDIENTE) PROPIEDADES FÍSICAS

TITULO: "Efectos de la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , Distrito de Santiago de Surco - Perú 2021"

ELABORADO POR: POLO ESPINOZA, ISAIAS GUILLERMO

CODIGO: 4000047282

MUESTRAS: 36.00

ENSAYO: CONTENIDO DE AIRE

PROBETA DE CONCRETO: 15x30CM Y 15x15x50

NORMA: NTP 339.083 y ASTM C-231

TIPO: CILINDRICA y VIGA

N°	CODIGO DE DISEÑO	FECHA	EDAD	DIÁMETRO CILINDRICO A	ALTURA CILINDRICO A	ANCHO TIPO VIGA	ALTO TIPO VIGA	LARGO TIPO VIGA	CONTENIDO DE AIRE (%)																		
		ELABORACION	DIAS	CM	CM	CM	CM	CM																			
1	MP	30/9/2021	7	15	30	15	15	50	1.49																		
2	MP	30/9/2021	14	15	30	15	15	50	1.48																		
3	MP	30/9/2021	28	15	30	15	15	50	1.50																		
1	AD3	23/9/2021	7	15	30	15	15	50	1.51																		
2	AD3	23/9/2021	14	15	30	15	15	50	1.49																		
3	AD3	23/9/2021	28	15	30	15	15	50	1.50																		
1	AD5	7/10/2021	7	15	30	15	15	50	1.52																		
2	AD5	7/10/2021	14	15	30	15	15	50	1.51																		
3	AD5	7/10/2021	28	15	30	15	15	50	1.53																		
1	AD7	29/9/2021	7	15	30	15	15	50	1.52																		
2	AD7	29/9/2021	7	15	30	15	15	50	1.53																		
3	AD7	29/9/2021	7	15	30	15	15	50	1.54																		
<b>MUESTRA DE CONTROL</b>				<b>PROCEDIMIENTOS</b>																							
MP	DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamaño Máximo Nominal</th> <th>Aire Atrapado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>3.0%</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>2.5%</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>2.0%</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>1.5%</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>1.0%</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td>0.5%</td> </tr> <tr> <td>3"</td> <td>0.3%</td> </tr> <tr> <td>6"</td> <td>0.2%</td> </tr> </tbody> </table>		Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado	3/8"	3.0%	1/2"	2.5%	3/4"	2.0%	1"	1.5%	1 1/2"	1.0%	2"	0.5%	3"	0.3%	6"	0.2%				
Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado																										
3/8"	3.0%																										
1/2"	2.5%																										
3/4"	2.0%																										
1"	1.5%																										
1 1/2"	1.0%																										
2"	0.5%																										
3"	0.3%																										
6"	0.2%																										
<b>MUESTRA EXPERIMENTAL</b>																											
AD3	DISEÑO 3% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$																										
AD5	DISEÑO 5% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$																										
AD7	DISEÑO 7% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$																										

FICHA TECNICA DE DATOS N°3: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION  
INDICADOR N°03 (VARIABLE DEPENDIENTE) PROPIEDADES MECANICAS

TITULO: "Efectos de la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , Distrito de Santiago de Surco - Perú 2021"

ELABORADO POR: POLO ESPINOZA, ISAIAS GUILLERMO  
ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION  
NORMA: NTP 339.034 y ASTM C-39

CODIGO: 4000047282

MUESTRAS: 36.00  
PROBETA DE CONCRETO: 15x30CM  
TIPO: CILINDRICA

N°	CODIGO DE DISEÑO	FECHA		EDAD DIAS	DIÁMETRO CM	ALTURA CM	CARGA MAXIMA KG	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO PROMEDIO	% F'C	% AD VS MP
		ELABORACION	ROTURA									
1	MP	30/9/2021	7/10/2021	7	15	30	30225	4	2	171	81.2	
2	MP	30/9/2021	14/10/2021	14	15	30	34563	3	2	196	93.3	
3	MP	30/9/2021	28/10/2021	28	15	30	37541	4	2	247	117.6	17.6
1	AD3	23/9/2021	30/9/2021	7	15	30	34657	3	2	196	93.3	
2	AD3	23/9/2021	7/10/2021	14	15	30	38705	3	2	219	104.3	
3	AD3	23/9/2021	21/10/2021	28	15	30	42210	4	2	265	126.2	7.3
1	AD5	7/10/2021	14/10/2021	7	15	30	32220	4	2	182	86.7	
2	AD5	7/10/2021	21/10/2021	14	15	30	36733	4	2	208	99.0	
3	AD5	7/10/2021	4/11/2021	28	15	30	40150	4	2	236	112.4	-4.5
1	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30	31260	4	2	177	84.3	
2	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30	35555	4	2	201	95.7	
3	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30	39478	4	2	221	105.2	-10.5
MUESTRA DE CONTROL				TIPOS DE FALLAS								
MP	DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$			 <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, menos 1 en (25 mm) de agrietarse a través de los casquillos.</p> <p>Tipo 2 Cono bien formado en un extremo, grietas verticales que funcionan a través de los casquillos, ningún cono bien definido en el otro extremo.</p> <p>Tipo 3 Grietas de acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.</p> <p>Tipo 4 Fractura diagonal sin agrietarse a través de extremos, golpear ligeramente con el martillo para distinguir del tipo 1</p> <p>Tipo 5 Fracturas laterales en la parte superior o fondo</p> <p>Tipo 6 Similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acortado</p>								
MUESTRA EXPERIMENTAL												
AD3	DISEÑO 3% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$											
AD5	DISEÑO 5% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$											
AD7	DISEÑO 7% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$											



FICHA TECNICA DE DATOS N°4: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

INDICADOR N°04 (VARIABLE DEPENDIENTE) PROPIEDADES MECANICAS

TITULO: "Efectos de la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , Distrito de Santiago de Surco - Perú 2021"

ELABORADO POR: POLO ESPINOZA, ISAIAS GUILLERMO  
 ENSAYO: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN  
 NORMA: NTP 339.084 y ASTM C-496-96

CODIGO: 4000047282

MUESTRAS: 36.00  
 PROBETA DE CONCRETO: 15x30CM  
 TIPO: CILINDRICA

N°	CODIGO DE DISEÑO	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO PROMEDIO CM	ALTURA PROMEDIO CM	CARGA MAXIMA KGF	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO A TRACCIÓN KG/CM2
		ELABORACION	ROTURA							
1	MP	30/9/2021	7/10/2021	7	15.1	30.3	19637	Normal	2.01	27.3
2	MP	30/9/2021	14/10/2021	14	15	30.3	21057	Normal	2.01	29.9
3	MP	30/9/2021	28/10/2021	28	15	30.1	23401	Normal	2.01	35.4
1	AD3	23/9/2021	30/9/2021	7	15.1	30.6	21695	Normal	2.02	29.9
2	AD3	23/9/2021	7/10/2021	14	15	30.4	23681	Normal	2.01	32.9
3	AD3	23/9/2021	21/10/2021	28	15	30.5	25415	Normal	2.01	38.8
1	AD5	7/10/2021	14/10/2021	7	15.1	30.7	20398	Normal	2.03	28.0
2	AD5	7/10/2021	21/10/2021	14	15	30.3	22101	Normal	2.01	30.7
3	AD5	7/10/2021	4/11/2021	28	15	30.4	24571	Normal	2.02	35.8
1	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15.1	30.4	18362	Normal	2.01	25.5
2	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30.3	21598	Normal	2.01	30.1
3	AD7	29/9/2021	6/10/2021	7	15	30.4	23745	Normal	2.01	34.1
<b>MUESTRA DE CONTROL</b>										
MP	DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$									
<b>MUESTRA EXPERIMENTAL</b>										
AD3	DISEÑO 3% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$									
AD5	DISEÑO 5% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$									
AD7	DISEÑO 7% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$									



FICHA TECNICA DE DATOS N°5: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN  
INDICADOR N°05 (VARIABLE DEPENDIENTE) PROPIEDADES MECANICAS

TITULO: "Efectos de la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Distrito de Santiago de Surco - Perú 2021"

ELABORADO POR: POLO ESPINOZA, ISAIAS GUILLERMO  
ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN  
NORMA: NTP 339.078 y ASTM C-78

CODIGO: 4000047282

MUESTRAS: 12.00  
PROBETA DE CONCRETO: 15x15x50CM  
TIPO: VIGA

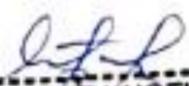
N°	CODIGO DE DISEÑO	FECHA		EDAD DIAS	ALTURA CM	ANCHO CM	CARGA MAXIMA KGF	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MODULO DE ROTURA	
		ELABORACION	ROTURA								
1	MP	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	3265	Tercio Central	45	44 kg/cm <sup>2</sup>	
1	AD3	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	3475	Tercio Central	45	41 kg/cm <sup>2</sup>	
1	AD5	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	3549	Tercio Central	45	40 kg/cm <sup>2</sup>	
1	AD7	4/9/2021	2/10/2021	28	15.1	15.1	3648	Tercio Central	45	39 kg/cm <sup>2</sup>	
<b>MUESTRA DE CONTROL</b>					<p>Nota: Este equipo se puede usar invertido, si la máquina de ensayo aplica la fuerza a través de una columna acostada en una viga, el punto central se puede invertir.</p>						
MP	DISEÑO PATRON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$										
<b>MUESTRA EXPERIMENTAL</b>											
AD3	DISEÑO 3% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$										
AD5	DISEÑO 5% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$										
AD7	DISEÑO 7% ACERO RESIDUAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$										



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FICHA DE VALIDEZ: EXPERTO N°1

PROYECTO:	*EFECTOS DE LA ADICIÓN DE ACERO RESIDUAL COMO MATERIAL DE REFUERZO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2, DEPARTAMENTO DE LIMA - PERÚ 2021*						
AUTOR:	POLO ESPINOZA, ISAIAS GUILLERMO	CODIGO:	4000047282				
UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y FECHA DE LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS							
PROVINCIA:	LIMA	PAÍS:	PERÚ				
DEPARTAMENTO:	LIMA	FECHA:	11/09/2021				
VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN		VALIDEZ					
		MUY BAJA	BAJA	MODERADA	ALTA	MUY ALTA	
		RANGO					
		0,01 a +/- 0,20	0,21 a 0,40	0,41 a 0,60	0,61 a 0,80	0,81 a 1,00	
VARIABLE INDEPENDIENTE: V.I.	CARACTERÍSTICAS	DADOS DE ACERO 3/8" LONGITUD DE 1.5CM				1	
ACERO RESIDUAL DE 3/8"	PORCENTAJES	3 %, 5 % y 7 %				1	
VARIABLE DEPENDIENTE: V.D.	PROPIEDADES FÍSICAS	ASENTAMIENTO (SLUMP)				1	
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2		CONTENIDO DE AIRE					1
	PROPIEDADES MECÁNICAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN				1	
		RESISTENCIA A TRACCIÓN					1
		RESISTENCIA A FLEXIÓN					1
PROMEDIO DE RESULTADOS						1	
TOTAL		Muy alta (1)					

  
 -----  
**MARITZA NOELIA RIVERA VERA**  
 Ingeniera Civil  
 CIP N° 252335



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FICHA DE VALIDEZ: EXPERTO N°2

PROYECTO:	*EFECTOS DE LA ADICIÓN DE ACERO RESIDUAL COMO MATERIAL DE REFUERZO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2, DEPARTAMENTO DE LIMA - PERÚ 2021*					
AUTOR:	POLO ESPINOZA, ISAIAS GUILLERMO	CODIGO:	4000047282			
UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y FECHA DE LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS						
PROVINCIA:	LIMA	PAÍS:	PERÚ			
DEPARTAMENTO:	LIMA	FECHA:	07/09/2021			
VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN		VALIDEZ				
		MUY BAJA	BAJA	MODERADA	ALTA	MUY ALTA
		RANGO				
		0,01 a +/- 0,20	0,21 a 0,40	0,41 a 0,60	0,61 a 0,80	0,81 a 1,00
VARIABLE INDEPENDIENTE: V.I.	CARACTERÍSTICAS	DADOS DE ACERO 3/8" LONGITUD DE 1,5CM				1
ACERO RESIDUAL DE 3/8"	PORCENTAJES	3 %, 5 % y 7 %				1
VARIABLE DEPENDIENTE: V.D.	PROPIEDADES FÍSICAS	ASENTAMIENTO (SLUMP)				1
		CONTENIDO DE AIRE				1
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2	PROPIEDADES MECÁNICAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN				1
		RESISTENCIA A TRACCIÓN				1
		RESISTENCIA A FLEXIÓN				1
PROMEDIO DE RESULTADOS						1
TOTAL		MUY ALTA " 1 "				

Felipe Moneses  
CIP: 226748



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FICHA DE VALIDEZ: EXPERTO N°3

PROYECTO:	*EFECTOS DE LA ADICIÓN DE ACERO RESIDUAL COMO MATERIAL DE REFUERZO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2, DEPARTAMENTO DE LIMA - PERÚ 2021*					
AUTOR:	POLO ESPINOZA, ISAIAS GUILLERMO	CODIGO:	4000047282			
UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y FECHA DE LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS						
PROVINCIA:	LIMA	PAÍS:	PERÚ			
DEPARTAMENTO:	LIMA	FECHA:	10/09/2021			
VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN		VALIDEZ				
		MUY BAJA	BAJA	MODERADA	ALTA	MUY ALTA
		RANGO				
		0,01 a +/- 0,20	0,21 a 0,40	0,41 a 0,60	0,61 a 0,80	0,81 a 1,00
VARIABLE INDEPENDIENTE: V.I.	CARACTERÍSTICAS	DADOS DE ACERO 3/8" LONGITUD DE 1.5CM			↓	
ACERO RESIDUAL DE 3/8"	PORCENTAJES	3 %, 5 % y 7 %			↓	
VARIABLE DEPENDIENTE: V.D.	PROPIEDADES FÍSICAS	ASENTAMIENTO (SLUMP)			↓	
		CONTENIDO DE AIRE			↓	
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2	PROPIEDADES MECÁNICAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN			↓	
		RESISTENCIA A TRACCIÓN			↓	
		RESISTENCIA A FLEXIÓN			↓	
PROMEDIO DE RESULTADOS						
TOTAL		Muy Alta - ↓				

  
 Henry U. Santiago  
 CP: 205749



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS: RESULTADOS

PROYECTO:	"EFECTOS DE LA ADICIÓN DE ACERO RESIDUAL COMO MATERIAL DE REFUERZO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2, DEPARTAMENTO DE LIMA - PERÚ 2021"				
AUTOR:	POLO ESPINOZA, ISAIAS GUILLERMO	CODIGO:	4000047282		
<b>UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y FECHA DE LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS</b>					
PROVINCIA:	LIMA	PAÍS:	PERÚ		
DEPARTAMENTO:	LIMA	FECHA:			
VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN			VALIDEZ - RANGO		
			EXPERTO N°1	EXPERTO N°2	EXPERTO N°3
PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO	DIMENSION N°1	ASENTAMIENTO (SLUMP)	1	1	1
	DIMENSION N°2	CONTENIDO DE AIRE	1	1	1
PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO	DIMENSION N°3	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	1	1	1
	DIMENSION N°4	RESISTENCIA A TRACCIÓN	1	1	1
	DIMENSION N°5	RESISTENCIA A FLEXIÓN	1	1	1
PROMEDIO DE RESULTADOS			1	1	1
TOTAL					
<b>VALIDACIÓN DE LOS EXPERTOS</b>					
EXPERTO N°1	NOMBRES Y APELLIDOS:	Maritza Noelia Rivera Vera		 ----- MARITZA NOELIA RIVERA VERA INGENIERA CIVIL N°1 CIP N° 252335	
	DNI:	70243577			
	CIP:	252335			
EXPERTO N°2	NOMBRES Y APELLIDOS:	Felipe Santiago Meneses Phun		 FIRMA DEL EXPERTO N°2	
	DNI:	73071828			
	CIP:	226748			
EXPERTO N°3	NOMBRES Y APELLIDOS:	Henry Wiloer Santiago Flores		 FIRMA DEL EXPERTO N°3	
	DNI:	70818834			
	CIP:	205749			



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Efectos de la adición de acero residual como material de refuerzo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Departamento de Lima - Perú 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Polo Espinoza, Isaias Guillermo (ORCID: 0000-0002-9614-1611)

**ASESOR:**

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmica y estructural

**LIMA - PERÚ**

**2021**





Punto de Precisión SAC

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2021**

Página : 1 de 2

Expediente : T 271-2021  
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL  
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : FORNEY  
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : FORNEY  
Modelo de indicador : TA-1252  
Serie de indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : FORNEY  
Modelo de Transductor : NO INDICA  
Serie de Transductor : 10450112

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
10 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

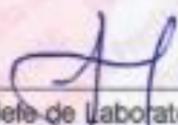
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,8	20,6
Humedad %	76	78

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9995	10017	0,05	-0,17	10005,8	-0,06	-0,22
20000	20072	20102	-0,36	-0,51	20087,1	-0,43	-0,15
30000	30087	30131	-0,29	-0,44	30108,7	-0,36	-0,15
40000	40130	40270	-0,33	-0,68	40200,2	-0,50	-0,35
50000	50217	50277	-0,43	-0,55	50246,7	-0,49	-0,12
60000	60372	60369	-0,62	-0,62	60370,8	-0,61	0,01
70000	70496	70393	-0,71	-0,56	70444,3	-0,83	0,15

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9928x + 79,177$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

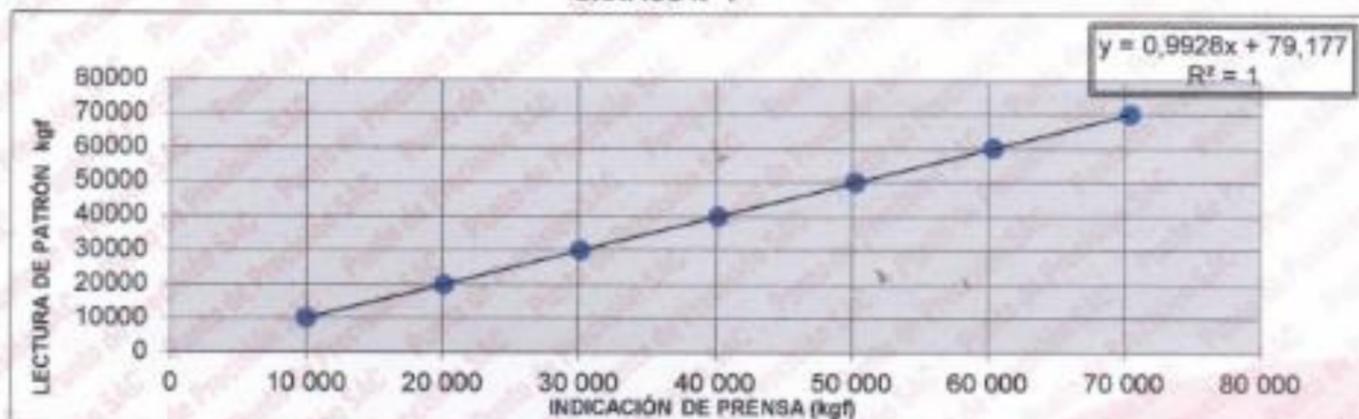
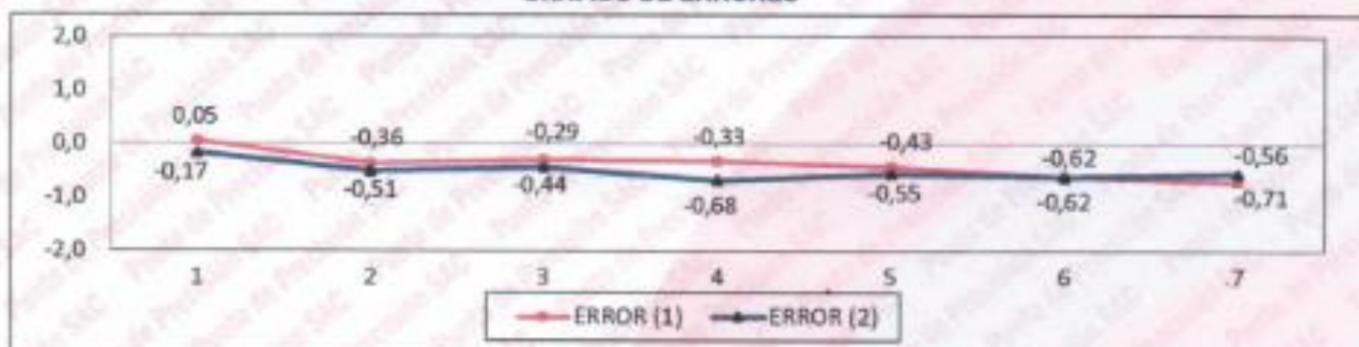


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO

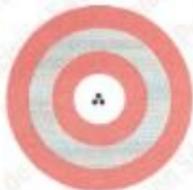


Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2020

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2020  
Fecha de Emisión : 2020-09-29

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : EB30

Número de Serie : 8031307548

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 1 g

División de Escala Real ( d ) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : LS-10

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-09-22

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

#### 3. Método de Calibración

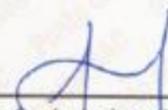
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

#### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C.  
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



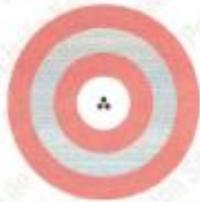
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	21,7	21,9
Humedad Relativa	61,1	61,1

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C0772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2020
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2019

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 983 g para una carga de 30 000 g  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 21,7			Final 21,8		
	Carga L1 <sup>m</sup> 15 000 g			Carga L2 <sup>m</sup> 30 000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
2	15 000	0,8	-0,2	30 000	0,5	-0,1
3	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,8	-0,4
4	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
5	15 001	0,3	1,1	30 000	0,6	-0,2
6	15 000	0,9	-0,5	30 000	0,9	-0,5
7	15 000	0,8	-0,2	30 000	0,6	-0,2
8	15 000	0,5	-0,1	30 000	0,7	-0,3
9	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
10	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
Diferencia Máxima	1,6			0,4		
Error máximo permitido ±	2 g			± 3 g		



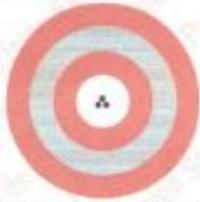
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2020

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,8	-0,3	-0,2
2		10	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,1	0,0
3		10	0,9	-0,4		10 000	0,9	-0,4	0,0
4		10	0,5	0,0		10 000	0,9	-0,4	-0,4
5		10	0,8	-0,3		9 999	0,3	-0,8	-0,5

Temp. (°C) Inicial: 21,8 Final: 21,8

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,6	-0,1						
50,0	50	0,5	0,0	0,1	50	0,6	-0,1	0,0	1
500,0	500	0,6	-0,1	0,0	500	0,8	-0,3	-0,2	1
2 000,0	2 000	0,9	-0,4	-0,3	2 000	0,6	-0,1	0,0	1
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	5 000	0,5	0,0	0,1	1
7 000,0	7 000	0,8	-0,3	-0,2	7 000	0,6	-0,1	0,0	2
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,4	0,1	0,2	2
15 000,1	15 000	0,6	-0,2	-0,1	15 000	0,8	-0,4	-0,3	2
20 000,1	20 001	0,3	1,1	1,2	20 000	0,7	-0,3	-0,2	2
25 000,1	25 001	0,4	1,0	1,1	25 001	0,3	1,1	1,2	3
30 000,1	30 000	0,8	-0,4	-0,3	30 000	0,8	-0,4	-0,3	3

Temp. (°C) Inicial: 21,8 Final: 21,9

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 2,66 \times 10^{-9} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,37 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 5,20 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo N°13 – INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS POR: MATESTLAB S.A.C.

	<b>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</b>	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	30-09-2021
		Página	1 de 4

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO**

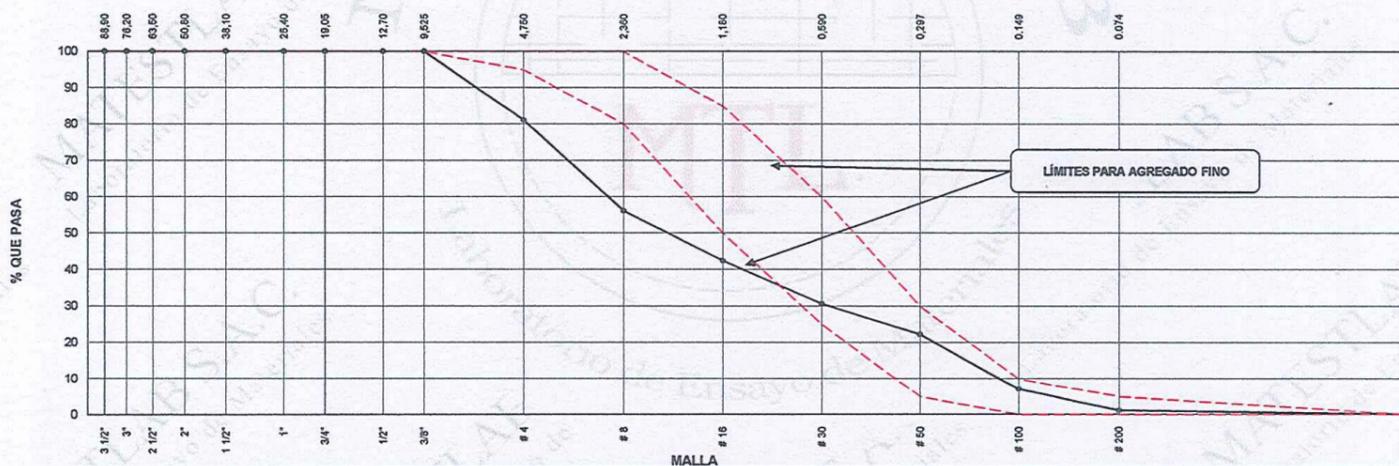
PROYECTO	EFFECTOS DE LA ADICION DE ACERO RESIDUAL COMO MATERIAL DE REFUERZO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO F' C= 210 KG/CM2,LIMA.PERU 2021.	REGISTRO N°:	2021 - TS91
SOLICITANTE	ISAIAS GUILLERMO POLO ESPINOZA	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	H.Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	30/09/2021
FECHA DE EMISIÓN	30/09/2021	TURNO :	Diuimo
Código de Muestra	M1		
Lote	---		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3 1/2"	88,90 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
1/2"	12,70 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
3/8"	9,53 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00
# 4	4,75 mm	145,2	18,97	18,97	81,03	95,00
# 8	2,36 mm	190,2	24,85	43,82	56,18	80,00
# 16	1,18 mm	105,3	13,76	57,58	42,42	50,00
# 30	0,59 mm	90,2	11,78	69,36	30,64	25,00
# 50	0,30 mm	84,2	8,39	77,75	22,25	5,00
# 100	0,15 mm	116,4	15,21	92,96	7,04	0,00
# 200	0,07 mm	46,0	6,01	98,97	1,03	0,00
Fondo	0,01 mm	7,9	1,03	100,00	0,00	0,00

TARA	226,1
T+MH	866,2
T+MS	842,6
T+ML	825,1

P. Especif. de Masa Seco (kg/m³)	2656,402
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³)	2701,243
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³)	2781,109
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1673
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1489
Absorción (%)	1,69
Contenido de Humedad (%)	3,83
Módulo de Fineza	3,60
% < Malla N° 200 (0,75 µm)	2,84

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma: 	VERIFICADO POR Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma: 