



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Análisis de las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando alambre reciclado, distrito Quiquijana – Cusco 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

**AUTORAS:**

Pacco Quispe, Yolanda (ORCID: 0000-0003-3118-7819)

Quispe Villena, Yendi Liset (ORCID: 0000-0001-8633-9109)

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martinez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-4926-8556)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Y Estructural

LIMA - PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

A León y Sabina mis padres, en especial a mi esposo Valerio y a mi hijo Anyelo Noe, por darme su fortaleza y confianza. Por creer siempre en mí, ustedes fueron mi mayor inspiración para convertirme en profesional los amo profundamente.

*Pacco Quispe, Yolanda*

Dedico el presente trabajo a mis padres Valentín y Engracia a mis hermanos Ruth y Jesús, a mis abuelos, tíos y familiares por su apoyo, por su comprensión y confianza.

*Quispe Villena, Yendi Liset*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios todo poderoso por ayudarnos a terminar este proyecto, nuestras familias por darnos la fuerza para no dejarnos vencer a pesar de los obstáculos para cumplir con una de nuestras metas.

De igual forma agradezco al Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto. y al Ing. Elard Mendoza Béjar, por sus acertadas recomendaciones y consejos que han sido primordiales poder realizar nuestra investigación.

## Índice de contenidos

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
Índice de contenidos .....	iii
Índice De Tablas .....	iv
Índice De Figuras .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población, muestra y muestreo .....	12
3.4. Procedimientos .....	15
3.5. Método de análisis de datos .....	34
3.6. Aspectos éticos .....	34
IV. RESULTADOS .....	35
V. DISCUSIÓN .....	43
VI. CONCLUSIONES .....	49
VII. RECOMENDACIONES .....	51
REFERENCIAS .....	52
ANEXOS .....	55

## Índice De Tablas

<b>Tabla 1.</b> Cantidad de pruebas realizadas en estado fresco (asentamiento y densidad) .....	13
<b>Tabla 2.</b> Cantidad de pruebas en estado endurecido.....	13
<b>Tabla 3.</b> Agregado fino: Granulometría.....	18
<b>Tabla 4.</b> Agregado grueso: Granulometría.....	19
<b>Tabla 5.</b> Agregado fino: propiedades .....	22
<b>Tabla 6.</b> Agregado grueso: propiedades.....	22
<b>Tabla 7.</b> Agregados: propiedades físicas .....	23
<b>Tabla 8.</b> Resistencia requerida .....	23
<b>Tabla 9.</b> Tipos de asentamientos según su consistencia .....	24
<b>Tabla 10.</b> Resultados finales de características físicas de los agregados .....	24
<b>Tabla 11.</b> Cantidad de agua.....	24
<b>Tabla 12.</b> Relación a/c .....	25
<b>Tabla 13.</b> Agregado grueso: volumen .....	26
<b>Tabla 14.</b> Peso seco de materiales por m <sup>3</sup> de concreto .....	27
<b>Tabla 15.</b> Corrección de peso por humedad .....	28
<b>Tabla 16.</b> Corrección de peso por absorción de agua.....	28
<b>Tabla 17.</b> Dosificación óptima de materiales.....	29
<b>Tabla 18.</b> Dosificación de materiales incorporando alambre reciclado .....	29
<b>Tabla 19.</b> Resultados de peso unitario de concreto en estado fresco. ....	36
<b>Tabla 20.</b> Resultados del ensayo de asentamiento.....	37
<b>Tabla 21.</b> Resistencia a la compresión: resultados. ....	38
<b>Tabla 22.</b> Resultados de resistencia a la tracción por compresión diametral. ....	40
<b>Tabla 23.</b> Resultados de resistencia a la tracción por compresión diametral. ....	41

## Índice De Figuras

<b>Figura 1.</b> Obtención de agregados .....	15
<b>Figura 2.</b> Obtención del alambre reciclado .....	16
<b>Figura 3.</b> Cuarteo de agregados.....	17
<b>Figura 4.</b> Agregados: ensayo granulométrico .....	17
<b>Figura 5.</b> Agregado fino: granulometría .....	18
<b>Figura 6.</b> Agregado fino: granulometría .....	19
<b>Figura 7.</b> Ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso .....	20
<b>Figura 8.</b> Agregado fino: Ensayo de peso específico y absorción.....	21
<b>Figura 9.</b> Agregado fino: Ensayo de peso específico y absorción.....	21
<b>Figura 10.</b> Ensayo de peso unitario compactado de los agregados.....	22
<b>Figura 11.</b> Incorporación de alambre en la mezcla .....	30
<b>Figura 12.</b> Elaboración de muestras de concreto cilíndricas y prismáticas .....	30
<b>Figura 13.</b> Ensayo de Asentamiento (Slump) .....	31
<b>Figura 14.</b> Ensayo de peso unitario de concreto.....	32
<b>Figura 15.</b> Proceso de curado de especímenes .....	32
<b>Figura 16.</b> Ensayo de compresión .....	33
<b>Figura 17.</b> Ensayo de tracción por compresión diametral .....	33
<b>Figura 18.</b> Ensayo de flexión (vigas) .....	34
<b>Figura 19.</b> Mapa del Distrito de Quiquijana.....	35
<b>Figura 20.</b> Mapa del Distrito de Quiquijana.....	35
<b>Figura 21.</b> Densidad de concreto.....	36
<b>Figura 22.</b> Asentamiento del concreto .....	37
<b>Figura 23.</b> Evolución de la resistencia a la compresión .....	39
<b>Figura 24.</b> Evolución de la Resistencia a la tracción.....	40
<b>Figura 25.</b> Evolución de la Resistencia a la flexión. ....	42

## RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene intención principal, la determinación de la influencia del alambre de reciclaje en las características mecánicas y físicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por medio del adicionamiento de alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7%, distrito Quiquijana – Cusco, 2021. El método investigativo fue de tipo aplicado, diseño cuasiexperimental, la muestra utilizada fueron 54 probetas y 18 vigas; los pasos dados para el desarrollo fueron los siguientes: obtención de materiales; caracterización de agregados y el diseño de mezcla; Estando las probetas en el estado fresco fueron analizadas las propiedades físicas de asentamiento y densidad y en estado endurecido se analizaron las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión, tracción y flexión. Fue determinado que, la incorporación del agregado influyó en las características del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de forma parcial, con una incorporación óptima de 3% de alambre reciclado se mantiene en una consistencia plástica de 3" a 4", mantiene la densidad en el rango de  $2200 \text{ kg/cm}^3$  a  $2400 \text{ kg/cm}^3$ , incrementa la resistencia a la compresión, tracción y flexión; con incorporación de 7% de alambre reciclado se obtiene resultados desfavorables.

**Palabras clave:** alambre reciclado, propiedades físicas y mecánicas del concreto.

## ABSTRACT

The present investigative work has main intention, the determination of the influence of the recycling wire in the mechanical and physical characteristics of the concrete  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  by means of the addition of recycled wire in percentages of 3% and 7%, district Quiquijana - Cusco, 2021. The research method was of an applied type, quasi-experimental design, the sample used was 54 test tubes and 18 beams; the steps taken for the development were the following: obtaining materials; aggregate characterization and mix design; While the specimens were in the fresh state, the physical properties of settlement and density were analyzed and in the hardened state, the mechanical properties of resistance to compression, traction and bending were analyzed. It was determined that the incorporation of the aggregate partially influenced the characteristics of the concrete  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ , with an optimal incorporation of 3% of recycled wire, it remains in a plastic consistency of 3 "to 4", it maintains the density in the range of  $2200 \text{ kg / cm}^3$  to  $2400 \text{ kg / cm}^3$ , increases the resistance to compression, traction and bending; with the incorporation of 7% recycled wire, unfavorable results are obtained.

**Keywords:** recycled wire, physical and mechanical properties of concrete

## **I. INTRODUCCIÓN**

En tiempos actuales hay la presencia de una creciente necesidad de obtener un concreto con capacidades estructurales que garanticen los requerimientos mínimos y que garanticen un desempeño adecuado en las diferentes obras de construcción que se viene realizando.

En el ámbito internacional referente a la tecnologías de adición ,en cuanto a las procedentes de fabricación de alambre , como son fibras de acero que son filamentos de este material, de distintas secciones y tamaños; en el ámbito de la construcción en latino América se viene empleando este material en obras como pisos convencionales pisos sin junta, concretos lanzados como túneles , con el fin de incrementar el desempeño mecánico del concreto (ASOCRETO & ICONTEC, 2020).

En cuanto al ámbito nacional el uso de fibras no es nuevo puesto que se utilizó hace varios siglos atrás como las fibras naturales, como unos componentes más en los insumos de relleno y que incrementan la resistencia estructural teniendo en cuenta este parecido en la actualidad se cuenta con diversidad de fibras que son empleado como un agregado en la elaboración de concretos, en Perú generalmente se utiliza en calles y pavimento rígido (Sika PERU S.A., 2011)

Localmente existen productos que comercializan fibras como un mecanismo adicional en la producción de concretos que demostraron que tiene un gran rol en términos de capacidad portante y durabilidad En el distrito de Quiquijana existen residuos de alambre producto de la etapa de ejecución de obras que pueden ser aprovechados incorporando en la mezcla de concreto para así poder transformarlo en un concreto reforzado, aumentando de esta forma las propiedades de resistencia, consecuentemente también la reducción de costo y contaminación del medio ambiente ya que el insumo a utilizar será alambre reciclado.

Bajo esta realidad surge la necesidad de desarrollar un estudio que evalúe la propiedad mecánica y física del concreto con la adición de un agregado proveniente del reciclaje el cual es alambre con el fin de aprovechar y reducir la acumulación de escombros y por ende la contaminación ambiental ,para así poder convertir en un concreto reforzado introduciendo al alambre reciclado como una alternativa de adición de bajo costo y que se encuentra disponible en gran medida en las diferentes construcciones de obras.

La problemática nos muestra la necesidad de esta investigación y para dar sentido se tiene el planteamiento como **problema general**: ¿Cuánto influye la incorporación del alambre reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ , en porcentajes de 3% y 7%, distrito Quiquijana – cusco,2021?; de la misma forma se tiene como **problemas específicos** y se obtiene ¿Cuánto influye el alambre reciclado en las propiedades físicas del concreto en estado fresco incorporando alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% para un concreto de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ , distrito Quiquijana - cusco,2021? ¿Cuánto influye el alambre reciclado en las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido incorporando alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% para un concreto de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ , distrito Quiquijana - cusco,2021?

Esta investigación tiene una **justificación** metodológica, tecnológica, practica y social. **Justificación metodológica**: En este estudio se hizo el uso del método experimental y se analizara la propiedad físico mecanos del concreto incorporando alambres reciclados en porcentajes de 3% y 7% por lo cual se conocerá los nuevos resultados y así permitirá el contenido excelente de incorporación de alambre reciclado en el concreto, por consiguiente, estaría brindando nueva información para la continuidad de futuras investigaciones. **Justificación tecnológica**: el reciente trabajo de investigación aportara a la evolución de la tecnología ya que permite mediante sus resultados es posible conocer si es provechoso y recomendable el uso del alambre reciclado en el diseño de mezcla. **Justificación practica**: en la actualidad la tendencia mundial busca reducir y minimizar la contaminación ambiental. En el distrito de Quiquijana dejan desperdicios de alambre generados durante la etapa de construcción en las ejecuciones de obras, por lo cual esta investigación tiene como finalidad documentar el aprovechamiento del alambre reciclado como disposición final para la elaboración del concreto y poder mejorar las cualidades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  , suministrando datos técnicos conseguidos de laboratorio en cuanto a los ensayos de estados del concreto de acuerdo a los porcentajes de incorporación predispuesta en la etapa de fabricación de concreto; de manera que contribuye al decrecimiento de la contaminación del medio ambiente . **Justificación social**: con esta investigación la sociedad será beneficiada, puesto que se obtendrá un concreto con un óptimo desempeño estructural con la incorporación de alambre reciclado en porcentajes

de 3% y 7%; finalmente brindando construcciones más seguras ante agentes externos y con un bajo costo de producción.

Por consiguiente, para conocer el propósito de este estudio se sugiere como: **objetivo general:** Es establecer las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  que sufre a la influencia del alambre reciclado y a este adicionando un 3% y 7% del mismo material, distrito de Quiquijana-Cusco año 2021. Y como parte de sus **Objetivos específicos:** Esta el de establecer en estado fresco las propiedades físicas del concreto realizando el aumento de alambre reciclado de 3 y 7% para un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , del distrito ya mencionado; establecer en estado endurecido las propiedades mecánicas del concreto realizando la adición del alambre en porcentajes de 3% y 7% para un concreto de  $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$ , distrito Quiquijana – Cusco, 2021.

**Las hipótesis** con respecto a los objetivos son **hipótesis general:** La incorporación del alambre reciclado sube significativamente las propiedades físico y mecánica del concreto  $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$ , distrito Quiquijana – cusco, 2021. Por consiguiente, **hipótesis específicas:** La incorporación del alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% mejorará la densidad y el asentamiento disminuirá en las características físicas del concreto  $f'c = 210\text{ Kg/cm}^2$  en estado fresco, distrito Quiquijana – Cusco, 2021. La incorporación de alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% aumenta la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto  $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$  en las características mecánicas del concreto, distrito Quiquijana – Cusco, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Dentro de la exploración documental ejecutada, se obtuvieron como antecedentes relacionados con el tema de investigación, los siguientes:

**Antecedentes nacionales** Bellido Prado (2021), en su tesis enfocada en conocer la forma en la que influyen las fibras de alambre en un pavimento, en esta investigación el **objetivo principal**, evaluar la forma en la que influyen las fibras de alambre reciclado en el pavimento de concreto  $f_c = 300\text{kg/cm}^2$ . La **metodología** fue de tipo experimental con incorporación de “F.A.R en las proporciones de 3.5%,4.5% y 5.5%” Prado (2021); se tomó como muestra la cantidad de 24 pruebas de resistencia que se tiene a la flexión a 1 o 4 semanas del curado al igual que 24 probetas y 4 ensayos realizado en fresco de asentamiento de concreto Prado (2021). Se ha admitido establecer que resistencia a la a las cuatro semanas que el patrón de concreto se obtuvo un nivel de resistencia de  $291\text{ kg/cm}^2$  (97%) y para las muestras donde fueron incorporadas las fibras de alambre reciclado, resultaron las siguientes resistencias a la compresión promedio de  $359\text{ kg/cm}^2$ (119%),  $453\text{kg/cm}^2$ (151%) y  $479\text{kg/cm}^2$ (160%) ; con respecto a la resistencia a flexión promedio se obtuvo que para “concreto patrón se logró una de  $22.01\text{ kg/cm}^2$ (73%)” y para las muestras con incorporación de fibras de alambre reciclado, resultaron  $24.20\text{ kg/cm}^2$ (81%),  $28.60\text{ kg/cm}^2$ (95%) y  $33.71\text{ kg/cm}^2$ (112%) Finalmente **concluye que** con la incorporación de FAR se obtuvo resultados superiores a la muestra patrón, por tanto se define que con la incorporación de 5.5% se obtiene los mejores niveles en la resistencia a la compresión y flexión, las fibras de alambre reciclado modifico las propiedades físico – mecánicas en el pavimento  $f_c = 300\text{kg/cm}^3$ , disminuyo el asentamiento del concreto.

Calle Gerrero, y otro (2020) en su tesis enfocada en la incorporación de residuos de alambre para optimizar la resistencia del concreto, se tuvo como **finalidad** el estudio de la “atribución al añadir residuo de alambre en las propiedades mecánicas del concreto para lozas en viviendas”. Se empleó **la metodología** experimental para lo cual se realizó ensayos que nos permitió comparar un concreto patrón de  $f_c = 175\text{ kg/cm}^2$  con un concreto que donde le fue añadido diferentes porcentajes de 0.5%, 1.00% y 1.50%, para determinas su **muestra** se asentaron en la elaboración de “14 probetas cilíndricas, 2 viga”. Como **resultados** se obtuvo que el patrón de concreto alcanzo ser resistente a compresión de  $207.2\text{ kg/cm}^2$ , seguidamente en la adición de 0.5% alcanzo

ser resistente a la compresión de 211.4 kg/cm<sup>2</sup>, para la dosificación de 1.00% logrando alcanzar una resistencia a la compresión de 219.9 kg/cm<sup>2</sup> y para la dosificación de 1.50% alcanzo ser resistente a la compresión en 201.60 kg/cm<sup>2</sup> ; con respecto a resistencia a la tracción se obtuvo que el patrón de concreto adquirió la resistencia de 15.03 kg/cm<sup>2</sup> y con una dosificación de 1.50% alcanzando una resistencia de 14.97 kg/cm<sup>2</sup> y los resultados alcanzados para la resistencia a la flexión se obtuvo que el concreto patrón alcanzo una resistencia de 26.88 kg/cm<sup>2</sup>, con una dosificación de 1.50% consiguió una resistencia de 36.26 kg/cm. Por consiguiente, **se concluyó** que para la dosificación de 0.50% se logra producir un incremento del 2% en relación a la compresión, en cuanto a la dosis de 1.00% el valor de la resistencia crece en un 6%” siendo más favorable con respecto al patrón del concreto.

Vasquez Ganzales, (2015) En su investigación titulada “Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibras de acero para una resistencia de 500kg/cm<sup>2</sup>”, tiene como objetivo la evaluación en la forma en la influye la adición de fibra de acero en la conducta mecánica para la modificación de su resistencia se aplicó el método experimental. Se hicieron análisis en laboratorio 6 pruebas de asentamiento en estado fresco, 6 pruebas de peso unitario del concreto fresco, 90 especímenes cilíndricas para la prueba a compresión, 90 especímenes para el ensayo a tracción indirecta y 90 para ensayo a flexión todas estas con 20, 30 y 40 kg/cm<sup>2</sup> de fibras de acero. De los ensayos se consiguió como resultado con respecto al peso unitario de concreto fresco, para concreto patrón una densidad de 2324.14 kg/m<sup>3</sup>, con 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero alcanzó una densidad de 2363.49kg/m<sup>3</sup>, con adición de 30 kg/m<sup>3</sup> alcanzó una densidad de 2368.90kg/m<sup>3</sup>, con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero una densidad de 2367.70 kg/m<sup>3</sup>. . Concluyendo de los resultados conforme que le va aumentando el porcentaje de adición de fibras de acero el peso unitario se incrementa lo cual hace que la mezcla sea más pesada, pero todo esto sucede sin alterar la unidad cubica de concreto.

Cespedes Yalico, (2019) en su tesis denominada “Dosificación de concreto fibro-reforzado f'c = 280kg/cm<sup>2</sup>, Lima – 2019” tiene como **objetivo**, la determinación de la forma en la que se debe dosificar el concreto fibro-reforzado y la influencia en las características físicas y mecánicas del concreto f'c = 280kg/cm<sup>2</sup>. Se usó el **método** experimental. En estado fresco se analizaron las características físicas. De los pruebas que se tubo se generó como logros que se alcanzaron resistencias a la compresión

promedio a cuatro semanas de edad para el concreto convencional de 310 kg/cm<sup>2</sup>, para 3% de hebras de acero onduladas 307 kg/cm<sup>2</sup>, para 4.5% de hebras de acero onduladas 310 kg/cm<sup>2</sup>, para 6% de hebras de acero onduladas 327 kg/cm<sup>2</sup>; con respecto “a la tracción promedio a las cuatro semanas de edad para el concreto convencional” de 42 kg/cm<sup>2</sup>, para 3% de hebras de acero onduladas 39 kg/cm<sup>2</sup>, para 4.5% de hebras de acero onduladas 42 kg/cm<sup>2</sup>, para 6% de hebras de acero onduladas 41 kg/cm<sup>2</sup>; los resultados que se consiguieron para la resistencia a flexión de concreto convencional es de 37.7 kg/cm<sup>2</sup>, para 3% de hebras de acero onduladas 44.8 kg/cm<sup>2</sup>, para 4.5% de hebras de acero onduladas 47 kg/cm<sup>2</sup>, para 6% de hebras de acero onduladas 43 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Antecedentes internacionales**

Valencia Castro y otros, (2016) realizó una tesis titulada “Comparación entre el concreto simple y el adicionado con fibra de acero al 12% y 14%” tuvo como finalidad el análisis del comportamiento del de estos concretos reforzados con adiciones de fibras de acero al 12% y 14%”. Se usó la **metodología experimental** incrementando fibras de acero al 12% y 14% comparándolo con un concreto sin adicionar fibras.

Se llegó a la **conclusión** al realizar el aumento de la fibra de acero que sirve como refuerzo para el concreto este sube en un 13% la resistencia a la compresión en las muestras de fibra de acero tiene 14% sin adición de la misma.

García Gallardo (2018) en su proyecto denominado “Variación de la resistencia a la compresión del concreto convencional usando desecho metálico” tiene como **objetivo** el diseño de la dosificación adecuada de limadura de hierro proveniente de residuos de talleres de ornamentación como reemplazo del agregado fino, para aumentar la resistencia a la compresión de un concreto de 3000psi, a través del análisis de los resultados de pruebas a compresión con diferentes proporciones de este desecho. Este proyecto de grado se realizó bajo en **metodología experimental** se realizaron dos diseños de mezcla con cuatro adiciones porcentuales de 0%, 5%, 10% y 20% en peso del agregado fino, se procesaron 3 probetas por cada dosificación y tres probetas sin adición de limadura. los productos de las pruebas de compresión determinaron que para el 5% y 10% de adición de limadura, la resistencia a la compresión subió de

3000psi a 3150psi. para los porcentajes mayores como el 20% la resistencia disminuyo puesto que las limaduras generaron una estructura porosa en la muestra.

Andrea y otros (2016), realizó una investigación denominada “Evaluación al adicionar 10 a 12% de virutas de acero a las propiedades mecánicas del concreto con referente al agregado fino a la mezcla”. La **metodología** que se usó fue experimental y de tipo aplicativo, realizando la sustitución parcial del agregado fino para llegar a la **conclusión** de que la mejor resistencia fue con la adición del 10% de virutas de acero y esta fue mejor que la muestra patrón hasta en un 8.08% con la adición de 12% no sucede lo mismo debido a que no logra alcanzar a la muestra patrón hallándose por debajo hasta en un 67.58%.

Farfan (2019) en el artículo titulado “Fibras de acero en la resistencia a la compresion del concreto” este articulo tuvo la finalidad de valorar los efectos de las fibras de acero en ejemplares de concreto bajo resistencia a la compresión. Las porciones de fibra de acero fueron de 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>. Los ejemplares han sido expuestos a pruebas de compresión por un lapso de 14 días. Los productos dieron a conocer que el grupo de más alta resistencia es aquel con correspondencia de 25kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero con resistencia 212,39kg/m<sup>3</sup> sobrepasando al grupo control.

Briones et al (2020) en el artículo “Análisis de la prestación mecánica del hormigón realizando el uso de las virutas de acero como porte al agregado fino”. Ya analizada las propiedades físicas de los agregados se procedió a realizar la elaboración del diseño de mezcla control de hormigón y su reemplazo con virutas de acero en las probetas de hormigón para que así seguidamente a cada probeta se realizo la prueba de resistencia superficial así como también la prueba de resistencia a la compresión por un lapso de 28 días de curado húmedo. Los resultados evidenciaron que existe un mejor comportamiento mecánico del hormigón.

Carrillo y Silva (2016) En la investigación titulada “Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terrenos reforzados con fibras de acero” la finalidad de este trabajo investigativo fue la determinación del desempeño a flexión de losas de concreto sobre terrenos reforzadas con fibras de acero para su utilidad en las viviendas. Se usó el método experimental, utilizando 36 especímenes cilíndricas y 12 especímenes de viga. Los resultados demostraron que en relación a la transformación sindicada a la resistencia inmensa de compresión se verifico que el valor promedio ha sido de 56%

superior a lo percibido en el concreto sencillo, ocasionado por la consecuencia de enganche de las fibras en la matriz de concreto.

Como bases **teóricas relacionadas** a la investigación tenemos lo siguiente:

**Concreto** según Abanto Castillo (Tecnología del concreto, 2009) dice que “es una mezcla de cemento, aire y agua, agregados, el cemento y el agua reaccionan de forma química por lo cual se unen las partícula de agregados, lo cual forma un material heterogenia y en ocasiones son añadidos aditivos que mejoran las propiedades del concreto” por otra parte el concreto reforzado con fibras de acero las cuales se adicionan en el momento del mesclado presenta una serien de ventajas económicas y técnicas con respecto al concreto simple Constructor Civil (2011).

### **Cemento portland definición según SALINAS**

“Es un cemento normal, producido por adicionar de Clinker más yeso, donde no se requiera miembros especiales se usa de forma general, de 1 a 28 días realizara al 100% de su resistencia relativa” (SALINAS, 2019).

De acuerdo a Salinas (2019), Las características físicas y mecánicas del concreto se catalogan en 2, los cuales son en estado fresco y estado endurecido

### **Concreto en estado fresco: Propiedades**

#### **Asentamiento**

“Es una medida de la consistencia de concreto, lo cual es referido al grado de fluidez de la mezcla nos da a conocer que tan seco o fluido es el estado de concreto, este ensayo es realizado por medio del cono de Abrams CURE” (2020).

#### **Densidad**

El concreto típico, normalmente usado en edificaciones, pavimentos y diferentes tipos de estructuras, presenta un peso específico (Masa unitaria, densidad y peso volumétrico) que esta 2200 hasta 2400kg/m<sup>3</sup>. La densidad va variando con referente a las características del agregado y otros elementos. (EDDY, 2015).

### **Concreto en estado endurecido: Propiedades**

Según lo expuesto por (EDDY, 2015), “El concreto endurecido es cuando la mezcla elaborada de un estado plástico” y maleable pasa a endurecerse, cuando finaliza el fraguado con el pasar del tiempo la resistencia adquirida será mayor, las características y propiedades de este concreto son:

**Resistencia la compresión** es la tensión de compresión máxima que, bajo una carga aplicada gradualmente, un material sólido dado puede soportar sin fractura. La fórmula para calcular la resistencia a la compresión es:  $CS = F/A$

Donde en la resistencia a la compresión (CS) es igual a la fuerza (F) en el punto de falla dividida por el espacio de sección transversal. Estas pruebas deben realizarse con fuerzas opuestas iguales en el material de prueba. Los materiales de prueba normalmente están en cilindros, cubos o esferas.

Algunos materiales se fracturan en su límite de resistencia a la compresión; otros se mal forman de forma irremediable. El valor clave para el diseño de estructuras es la resistencia a la compresión. La medida del rendimiento habitual es la resistencia a la compresión del hormigón que ha sido usada por los profesionales del área al realizar el diseño de edificaciones y demás estructuras. (EDDY, 2015).

Es la capacidad del concreto que tolera la resistencia máxima por una unidad de área; la resistencia se determina a través de un cociente entre la carga máxima y el área perpendicular de una muestra cilíndrica y se enumera en términos de esfuerzo expresado en (kg/cm<sup>2</sup>, MPa y libras /pulg.<sup>2</sup>) es regulado por la norma NTP 339.034 y ASTM C 39” (EDDY, 2015).

### **Resistencia a la tracción**

definición según Cevera y otros; La compresión diametral crea esfuerzos de tracción y compresión no obstante el error se da debido a la tracción al ser las áreas sometidas a compresión las que resisten la compresión triaxial admitiendo sobrellevar los esfuerzos mayores a lo que le haría una compresión uniaxial el cálculo se ejecutara de la siguiente manera:  $T = 2P/LD$ , T: fuerza de tensión, P: carga máxima L: longitud del espécimen, D: diámetro del espécimen (Cevera & Banco, 2015).

### **Resistencia a flexión**

consiste a resistir la carga sin generar la deformación hasta llegar al punto de rotura, QUIROZ et al (2006).

### **Materiales reciclables**

RIBERA et al (2020) nos dice “Las posibilidades del uso de materiales residuales son muy amplias porque es ventajosa para la economía y el medio ambiente el interés de poder integrar conocimientos acerca del reciclaje de materiales” RIBERA et al (2020).

**Alambre reciclado**

son residuos de alambre provenientes de diversas obras ejecutadas que fueron recicladas para la incorporación a la mezcla del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con el fin de mejorar sus propiedades físico mecánicas de concreto; por ende, se procedió a cortar los alambres reciclados en longitudes de 5 cm, alambres # 8 con empleo de amoladoras, cizalla y alicates.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

A continuación, se presenta un proyecto investigativo de tipo **aplicado**, puesto que se llevó a la práctica los conocimientos anterior al diseño de mezcla, el uso de alambres reciclados y los antecedentes tomados en casos relacionados como base en esta tesis tienen como fin contrastar el mejoramiento en el caso de toma de decisiones para seleccionar un diseño óptimo del concreto con porcentajes de 3% y 7% de alambre reciclado con los resultados adquiridos en el laboratorio y los criterios de asentamiento, densidad, compresión, tracción y flexión

##### 3.1.1 Por Enfoque

“Puesto que se utilizará la recolección de data a fin de realizar la prueba de la hipótesis a través del cálculo numérico y un análisis estadístico, a fin de fijar indicadores de comportamiento y comprobar las teorías” (HERNANDES SAMPIERI & MENDOZA TORRES, 2018).

Esta investigación según la orientación es de “tipo de cuantitativa”, puesto que se obtendrá resultados numéricos, mediante los ensayos ejecutados en laboratorio.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

Es cuasi experimental está referida a la maniobra intencionada de las variables por lo menos una de ellas para verificar cual es el efecto que generara en la variable dependiente (HERNANDES SAMPIERI & MENDOZA TORRES, 2018).

Por lo cual este proyecto investigativo se consideró un diseño cuasi experimental, en ocasión a la manipulación deliberada de las cantidades de alambre de reciclaje en porcentajes de 3% y 7% en el diseño de mezclas la intención de analizar la forme en la que influencia a las propiedades físicos y mecánicas del concreto.

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** alambre reciclado

Alambre, Aceros Arequipa indica: “Es un alambre de acero de bajo carbono que se obtiene por trefilacion y con posterior tratamiento térmico de recosido” (2020).

Definición conceptual de reciclado Según ISAN nos dice: que “Se trata en someter a un proceso de transformación un residuo para así lograr el aprovechamiento como un recurso” (ISAN, 2017).

### **Variable dependiente**

Definición conceptual

Las cualidades mecánicas del concreto son la resistencia a los esfuerzos a compresión, la resistencia al esfuerzo de tensión debido a la flexión, resistencia a la tracción de manera indirecta. Teniendo estos principios conseguiremos decir que las cualidades mecánicas del concreto es la facultad de respuesta del elemento y se presenta cuando se aplica un peso, con respecto a las propiedades físicas son las que se presentan en el estado fresco CARRILLO et al (2013).

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

#### **Población**

Es la constitución global de los elementos o la unidad de evaluación, que pertenece a la distribución territorial donde se realiza la actividad del estudio (Diaz, 2018)

Por consiguiente, la población corresponde a la producción del concreto del estudio de investigación para el distrito de Quiquijana.

#### **Muestra**

Según (DIAZ, 2018) “Es un conjunto de operaciones que se ejecutan para verificar la distribución de algunos caracteres en el universo o la población colectiva a partir de la observación de una parte de la población que se tomó en consideración”.

En este trabajo de investigación la muestra estuvo conformado por 72 probetas de concreto de los cuales 27 probetas pertenecen a la evaluación de resistencia a la compresión, 27 a la evaluación de resistencia a la tracción y 18 especímenes para la evaluación de resistencia a flexión. También se tuvo tres pruebas de asentamiento (slump) ver tabla 1 y tres pruebas de densidad de concreto en estado fresco, se tubo muestras de concreto en estado endurecido (ver tabla 2).

	MUESTRAS	
ENSAYOS	Asentamiento	Densidad

CONCRETO PATRON	01	01
CON 3% A.R.	01	01
CON 7% A.R.	01	01
TOTAL	03 und	03 und

**Tabla 1.** Cantidad de pruebas realizadas en estado fresco (asentamiento y densidad)

Fuente: Las Autoras

ENSAYOS	MUESTRAS								
	Resistencia a la compresión axial			Resistencia a la tracción por compresión diametral			Resistencia a la flexión		
EDAD	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
CONCRETO PATRON	3	3	3	3	3	3	3	3	3
CON 3% A.R.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
CON 7% A.R.	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL	27 Und.			27 Und.			27 Und.		

**Tabla 2.** Cantidad de pruebas en estado endurecido.

Fuente: Las Autoras

## Muestreo

López Luis (2004) afirma “que es el método aplicado para la selección de los elementos que comprenden la muestra total extraída de la población”.

Para este proyecto se utilizó este tipo de muestreo, ya que no se basa en formulas estadísticas si no que reside en la elección de la muestra de acuerdo al juicio del equipo investigador teniendo como base los requerimientos normativos(E060) de al menos 3 muestras para cada uno.

## Técnicas de investigación

“son los procedimientos o formas particulares de la obtención de datos o información” Arias Odon (2012, pág. 67).

En realizar este trabajo investigativo se empleó la tecnología de la observación directa, las pruebas de laboratorio para la recolección de data, por consiguiente, se realizó el uso de ejemplares de concreto con incorporación en porcentajes de alambre reciclado.

## Instrumentos de recolección de datos

Son recursos, dispositivos o formatos (en papel o digital), utilizados para la adquisición de, registro o almacenamiento de información Arias Odon (2012, pág. 68) .Por consiguiente los medios de recolección aplicados, procedimientos y fichas estandarizadas como son:

- Muestreo de agregados (MTC E 201- NTP 400.010)
- Contenido de humedad (MTC E 108 - ASTM-D2216)
- Peso Unitario Suelto y compactado (MTC E 203 - NTP 400.017)
- Peso específico y absorción Agregado Fino (NTP 400.022)
- Peso específico y absorción Agregado Grueso (NTP 400.021)
- Granulometría (MTC E 204 - NTP 400.012)
- Diseño de mezcla (Comité ACI 211)
- Ensayo de asentamiento (NTP 339.035)
- Resistencia a la compresión axial de especímenes cilíndricas (NTP 339.034)
- Resistencia a la tracción por compresión diametral de especímenes cilíndricas (NTP. 339.084}
- Resistencia a flexión de vigas de especímenes prismáticas vigas (NTP 339.078)

### **Validez**

Según (HERNANDEZ SAMPIERI & MENDOZA TORRES, 2018, pág. 229) nos dice que está referido a la medida en que un instrumento evalúa con exactitud la variable que se pretende medir, se consigue cuando se exhibe que el instrumento esquematiza el concepto abstracto a través de sus indicadores empíricos. La documentación estandarizada por las normas ASTM de concreto y normas peruanas han respaldado los resultados determinados, y ayudado a sustentar en algunos procesos el tiempo que duro cada ensayo en laboratorio y una validación integral por juicio de expertos. es válido y confiable. Ver anexo

### **Confiabilidad del instrumento**

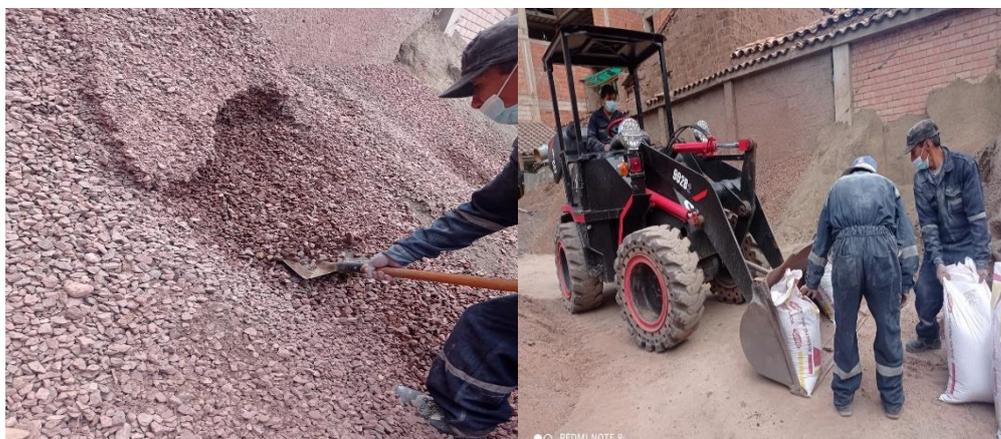
Según VALDERRAMA (2012) nos indica que es lo confiable, coherente y consistente que puede llegar a ser un instrumento de medición o un instrumento de recojo de datos.

La confiabilidad de este proyecto se relaciona a las certificaciones de calibrado de los instrumentos de laboratorio, evidenciando su veracidad de desarrollo

### 1.1. Procedimientos

El proceso ha sido compuesto de 8 fases o etapas dentro de sus procedimientos han sido realizados teniendo como base la norma Técnica peruana y de ASTM, para la valoración físico mecánico del concreto.

**Primera fase:** obtención de materiales e insumos, en esta fase se realizó la obtención de materiales e insumos solicitados para esta investigación. Ver figura.



*Figura 1. Obtención de agregados*

**Segunda fase:** obtención del alambre reciclado, Se recolecto 15 kilos de alambre N°8 para el estudio de este proyecto provenientes de diferentes obras del distrito

de Quiquijana. Luego se procedido a cortar los alambres reciclados en longitudes de 4 cm (tomando referencia los antecedentes) con empleo de cizallas.



**Figura 2.** Obtención del alambre reciclado

**Tercera fase: caracterización de los agregados**, en esta fase se ejecutó la caracterización de los agregados utilizados. Para lo cual se realizó las pruebas de ensayo en laboratorio “INGEO ANDES ingeniería y construcción” como son los siguientes:

- Contenido de humedad MTC E 108 - ASTM-D2216
- Peso Unitario Suelto MTC E 203 - NTP 400.017
- Peso unitario compactado MTC E 203 - NTP 400.017
- Peso específico y absorción Agregado Fino NTP 400.022
- Peso específico y absorción Agregado Grueso NTP 400.021
- Granulometría MTC E 204 - NTP 400.012

### **Granulometría de agregados**

Los agregados utilizados son de Huambutio, a la muestra se le empleo el método de cuarteo con la finalidad de que el agregado este mezclado para así prevenir la separación de los finos, luego procedemos a realizar el secado del agregado en un horno, después del secado se saca del horno, se enfría de manera natural, tal cual se expone en la siguiente figura.



**Figura 3.** Cuarteo de agregados

Para hacer el ensayo se toman 180 gramos de agregado fino y 28390 gramos de agregado grueso, para lo cual se ordena los tamices luego se hace la muestra por la parte superior y se hace el tamizado de manera manual, después se realiza el pesado para registrar los datos y hacer el cálculo de porcentajes retenidos. Ver figura 4



**Figura 4.** Agregados: ensayo granulométrico

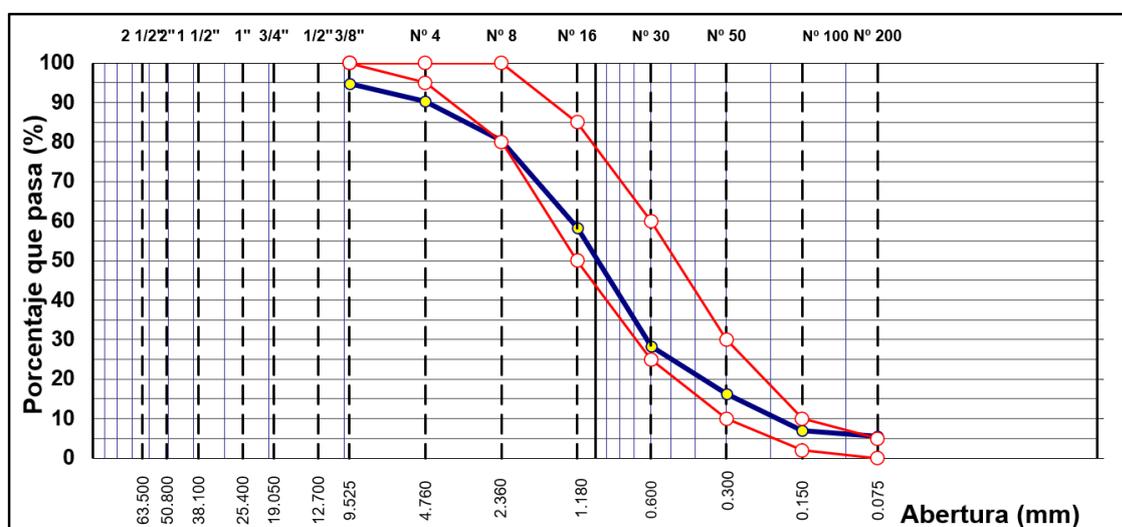
La determinación de cálculo de módulo de fineza de los agregados se ejecutó de la forma en la que se expone: se hizo la suma total del porcentaje retenido acumulado de tamiz en sus diferentes numeraciones tales como n°100, n°50, n°30, n°16, n°8, n°4, 3/8, 3/4 y 1 1/2 dividido entre 100.

A continuación, se muestra la granulometría del agregado fino.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO %	PASANTE %
2"	50.800	0	0	100
1 1/2"	38.100	0	0	100
1"	25.400	0	0	100
3/4"	19.050	0	0	100
1/2"	12.700	0	0	100
3/8"	9.525	7.970	0.440	99.560
N° 4	4.760	450.650	25.040	74.520
N° 8	2.380	571.000	31.730	42.790
N° 16	1.190	204.930	11.390	31.400
N° 30	0.590	231.870	12.880	18.510
N° 50	0.297	167.030	9.280	9.230
N° 100	0.149	87.970	4.890	4.340
N° 200	0.074	44.780	2.490	1.860
Cazuela	0	33.390	1.860	0
	TOTAL =	1799.59	100	

**Tabla 3.** Agregado fino: Granulometría  
Fuente: Las Autoras

En el siguiente grafico se observa la granulometría del agregado fino.

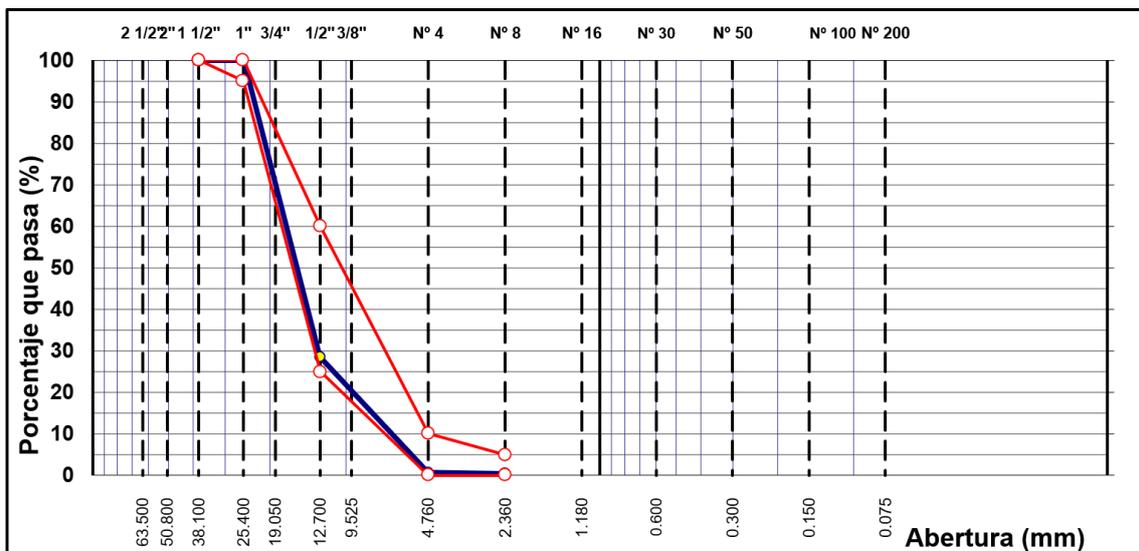


**Figura 5.** Agregado fino: granulometría  
Fuente: Recopilación de laboratorio (INGEO ANDES)

En la tabla que a continuación se muestra se presenta la granulometría del agregado grueso.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (GR)	RETENIDO %	PASANTE %
2"	50.800	0	0	100
1 1/2"	38.100	0	0	100
1"	25.400	0	0	100
3/4"	19.050	813.00	28.630	71.370
1/2"	12.700	1119.00	39.410	31.960
3/8"	9.525	545.00	19.190	12.760
N° 4	4.760	336.00	11.830	0.930
N° 8	2.380	5.83	0.210	0.720
N° 16	1.190	0.48	0.020	0.710
N° 30	0.590	0.68	0.020	0.680
N° 50	0.297	2.06	0.070	0.610
N° 100	0.149	3.76	0.130	0.480
N° 200	0.074	5.56	0.200	0.280
Cazuela	0	8.04	0.280	0
	TOTAL =	2839.41	100	

**Tabla 4.** Agregado grueso: Granulometría  
Fuente: Las Autoras



**Figura 6.** Agregado fino: granulometría  
Fuente: Recopilación de laboratorio (INGEO ANDES)

### **Peso específico y absorción de agregado grueso (MTC E 206 – NTP 400.021)**

El agregado se sumergió en agua para saturar en un lapso de 24 horas luego se procedió a ser sacado del agua para secar hasta la condición de agregado saturado con espacio seco, después se hizo el tamizado en el tamiz N° 04 para utilizar el agregado retenido en la malla N° 04 y su peso fue registrado. Seguidamente la muestra retenida se llevó al horno eléctrico para su secado a una temperatura de  $110^{\circ} \text{c} \pm 5^{\circ}\text{c}$  después de finalizar el secado se procede a enfriar a temperatura ambiente durante una hora, finalmente se pasa a pesar la muestra dentro del agua.



*Figura 7. Ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso*

### **Peso específico y absorción de agregado fino (MTC E 205 – NTP 400.022)**

Esta prueba realizada nos determinara los índices de variación del peso del agregado fino ya que absorbe agua y el peso específico seco de este agregado. Este es sumergido para saturarlo por 24 horas luego se retira del agua para ser secado tendiéndolo en una superficie plana hasta tener una superficie seca saturada, después se llena el molde cónico dando 25 golpes con la varilla y se enrasa y al levantar el molde se visualiza que tiene no mantiene su forma.

Se pesa el agregado fino en una balanza y se incorpora en la fiola con agua y se extrae las burbujas de aire por unos 15 minutos aproximadamente y se registra el peso total de la fiola con agregado fino y agua, luego se echa el agregado fino con agua a un recipiente y se lleva al horno para el secado a una temperatura  $110^{\circ} \text{c} \pm 5^{\circ}\text{c}$  y luego se pasa al secado en el horno y procedemos a enfriarlo por una hora.



**Figura 8.** Agregado fino: Ensayo de peso específico y absorción

### **Contenido de humedad del agregado fino y grueso (MTC E 108 –ASTM-D2216)**

En esta experimentación permite calcular la cantidad de humedad de los agregados en porcentajes. Se paso a realizar a pesar los agregados de muestra natural posteriormente se llevó la muestra al horno durante 12 hrs a una temperatura de  $110^{\circ} \text{c} \pm 5^{\circ}\text{c}$ , después fue retirada y pesada para su registro.

### **Peso unitario suelto de los agregados (MTC E 203 – NTP 400.017)**

En este ensayo se ejecuta el pesaje del molde luego se echó el agregado al molde hasta llenar y luego enrazar sin ejercer fuerza después pesar el molde más el agregado.



**Figura 9.** Agregado fino: Ensayo de peso específico y absorción

### **Peso unitario compactado de agregados (MTC E 203 – NTP 400.017)**

En este ensayo se ejecuta el pesaje del molde y luego se echa el agregado hasta un tercio del molde para luego proceder con el golpe de la varilla hasta 25 golpes, atreves llenar el molde con agregado hasta el tercio del molde y golpeas 25 veces

y por último llenar el molde y golpear con la varilla 25 veces y enrazar para proceder a pesar el molde más el agregado



**Figura 10.** Ensayo de peso unitario compactado de los agregados

En la tabla que se presenta se muestran las propiedades físicas del agregado fino

<b>AGREGADO FINO</b>	
Módulo de finesa	4.19
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1449.3
Peso unitario compactado kg/m <sup>3</sup>	1766.8
Peso específico seco kg/m <sup>3</sup>	2372.35
Contenido de humedad (%)	5.062
Porcentaje de absorción (%)	5.07

**Tabla 5.** Agregado fino: propiedades

Fuente: Recopilación de laboratorio (INGEO ANDES)

<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Módulo de finesa	5.96
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1353.19
Peso unitario compactado kg/m <sup>3</sup>	1524.4
Peso específico seco kg/m <sup>3</sup>	2639.07
Contenido de humedad (%)	0.983
Porcentaje de absorción (%)	1.35

**Tabla 6.** Agregado grueso: propiedades

En la tabla 7 se expone el resumen de las propiedades físicas del agregado.

Características de los agregados	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Unidad
Peso específico	2850	2372.35	2639.07	Kg/m3
Peso unitario suelto	1500	1449.3	1353.19	Kg/m3
Peso unitario compactado		1766.08	1524.4	Kg/m3
Contenido de humedad		5.06	0.98	%
Porcentaje de absorción		5.07	1.35	%
Tamaño máximo			1"	Pulg
Tamaño máximo nominal			3/4"	Pulg
<b>Módulo de fineza</b>		<b>4.19</b>		

**Tabla 7.** Agregados: propiedades físicas

**Cuarta fase:** En esta cuarta fase se realizó el diseño de mezcla, donde se emplea la forma en la que se dosifican los agregados y la cantidad de incorporación de alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% estos porcentajes se tomó de acuerdo al peso del cemento obtenido en el diseño de mezclas.

#### **Resistencia promedio requerida (cálculo del F'cr)**

Cuando no existe disponibilidad de datos para hacer una desviación estándar, se usa la tabla de la norma E.060 de concreto armado, para hallar la resistencia requerida se usó la tabla 8.

$f'c$ menor 210=kg/cm <sup>2</sup>	$f'cr = fc + 70$ kg/cm <sup>2</sup>
<b>210 kg/cm<sup>2</sup> &lt;= f'c &lt;= 350 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b><math>f'cr = fc + 84</math> kg/cm<sup>2</sup></b>
350 kg/cm <sup>2</sup> < f'c	$f'cr = fc + 98$ kg/cm <sup>2</sup>

**Tabla 8.** Resistencia requerida

Fuente: NORMA E 060

Visualizando la tabla 8 procedemos a calcular:  $F'cr = f'c + 84 \implies F'cr = 210 + 84 \implies F'cr = 294$ kg/cm<sup>2</sup>

**Asentamiento:** Teniendo la siguiente tabla 9 de tipos de consistencia se determinó una mezcla que pasea una consistencia de tipo plástico con un asentamiento de 3" a 4" para tener una buena trabajabilidad.

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" a 2"
<b>Plástica</b>	<b>3" a 4"</b>
Fluida	>= 5"

**Tabla 9.** Tipos de asentamientos según su consistencia

Fuente: "Comité 211 del ACI"

### Contenido de aire

Para el aire atrapado se puede tomar como dato el "tamaño máximo nominal de la tabla 10" (Comité 211 del ACI).

T.M.N del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
<b>3/4"</b>	<b>2.0%</b>
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

**Tabla 10.** Resultados finales de características físicas de los agregados

Fuente: Proporcionado comité 211 del ACI.

Teniendo el máximo tamaño del agregado de 3/4" se determinó la cantidad de aire atrapado en la mezcla.

### Contenido de agua

Teniendo los datos de asentamiento y tamaño máximo nominal usamos la tabla 11 para establecer la cantidad de agua

	Agua, en it/m <sup>3</sup> , para TMN de agregados grueso y consistencia indicada.							
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>3" a 4"</b>	<b>228</b>	<b>216</b>	<b>205</b>	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	

**Tabla 11.** Cantidad de agua

Fuente: Recopilación de la tabla del comité 211 del ACI.

Por consiguiente, la cantidad de agua es 205 lts

### Relación agua cemento a/c (por resistencia F'cr)

Teniendo en cuenta el F'cr= 294 kg/cm<sup>2</sup>, para el cálculo utilizaremos la tabla 12.

f'cr (kg/ cm2) 28 días	relación agua/ cemento del diseño en peso	
	concreto sin aire incorporado	concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
<b>250</b>	<b>0.62</b>	0.53
<b>300</b>	<b>0.55</b>	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

**Tabla 12.** Relación a/c

*Fuente: Recopilación de la tabla del comité 211 del ACI.*

Se verifica en la tabla donde no hay valor de 294 para lo cual interpolaremos

$$300 - - - -0.55$$

$$294 - - - -x$$

$$250 - - - -0.62$$

$$\frac{x - 0.62}{294 - 250} = \frac{0.55 - 0.62}{300 - 250} \quad x = \frac{(294 - 250)(0.55 - 0.62)}{(300 - 250)} + 0.62$$

$$X = 0.56670 \quad \text{relación a/c}$$

### Contenido de cemento

Poseyendo el dato de la cantidad de agua se continuo con el cálculo de la cantidad de cemento.

$$\frac{Ra/c}{c} = \frac{a}{c} \quad \rightarrow \quad c = \frac{a}{Ra/c}$$
$$c = \frac{205}{0.56670} \quad \rightarrow \quad c = 352.940 \text{ kg/m}^3.$$

### Volumen del agregado grueso

Teniendo el dato del máximo tamaño nominal 3/4" del agregado grueso junto a la fineza del agregado fino 4.19, se calculó el coeficiente b/br con extrapolación utilizando los valores de la tabla 13

T.M.N. DEL AGREGADO GRUESO	Vol. Del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de finza del fino (b/br)			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
<b>3/4"</b>	<b>0.66</b>	<b>0.64</b>	<b>0.62</b>	<b>0.6</b>
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

**Tabla 13.** Agregado grueso: volumen

Fuente: Recopilación de la tabla del comité 211 del ACI.

$$2.8 - - - -0.62$$

$$3.0 - - - -0.60$$

$$4.19 - - - -x$$

$$\frac{x - 0.62}{4.19 - 2.8} = \frac{0.62 - 0.60}{2.8 - 3.0} \quad x = \frac{(4.19 - 2.8)(0.62 - 0.60)}{(2.8 - 3.0)} + 0.62$$

$$X = 0.481 = b/br$$

Teniendo el valor del coeficiente b/br se realiza el siguiente calculo:

$$vol. del agregado grueso = \frac{(\frac{b}{br} \times P.U.C)}{peso específico}$$

$$volumen del agregado grueso = \frac{(0.481 \times -21524.40 \text{ kg/m}^3)}{2639.07 \text{ kg/m}^3}$$

$$volumen del agregado grueso = 0.278 \text{ m}^3$$

### Volumen absoluto de materiales

El cálculo es realizado por medio de la división del peso encontrado en el diseño entre el peso específico de la masa.

$$volumen del cemento = \frac{352.94 \text{ kg}}{2850 \text{ kg/m}^3} = 0.124 \text{ m}^3$$

$$volumen del agua = \frac{205 \text{ lts/m}^3}{1000 \text{ m}^3} = 0.20 \text{ m}^3$$

$$\text{volumen de aire} = \frac{2.0\%}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{volumen del agregado grueso} = 0.278 \text{ m}^3$$

Seguidamente para calcular el volumen absoluto del agregado fino se logró de la forma en la que señala a continuación:

$$\text{sumatoria de vol.} = 0.124 + 0.20 + 0.02 + 0.278 = 0.622 \text{ m}^3$$

$$\text{volumen del agregado fino} = 1\text{m}^3 - 0.622\text{m}^3 = 0.378 \text{ m}^3$$

### **Peso seco del material por m<sup>3</sup> de concreto**

Este es dado a partir del producto entre el peso específico del material y volumen absoluto, observar la tabla 14.

<b>Material</b>	<b>Volumen absoluto</b>	<b>Peso específico</b>	<b>Peso seco</b>	<b>Unidad</b>
Cemento			352.94	Kg
Agregado fino	0.378	2372.35	897.8	Kg
Agregado grueso	0.278	2639.07	732.91	Kg
Agua	0.2	1000	205	Lts
		Total=	2183.66	Kg/m <sup>3</sup>

**Tabla 14.** *Peso seco de materiales por m<sup>3</sup> de concreto*

### **Corrección por humedad**

Calculamos la corrección del peso por la humedad que tiene los agregados con la ecuación siguiente.

$$\text{peso seco} \times \left( \frac{\% \text{ humedad}}{100} \right)$$

En la siguiente tabla 15 se evidencia la corrección de peso por humedad.

Material	Peso seco	Peso corregido	Unidad
Cemento	352.94	352.94	Kg
Agregado fino	897.8	943.21	Kg
Agregado grueso	732.91	740.12	Kg
Agua	200	200	Its

**Tabla 15.** Corrección de peso por humedad

### Corrección de peso por adsorción de agua de agregados

El cálculo de corrección de peso por absorción de agua de agregado, se calculó de la siguiente forma.

$$peso\ seco \times \left( \frac{absorción\% - humedad\%}{100} \right) = agua\ libre$$

En la tabla 16 se evidencian los resultados de corrección de peso por absorción de agua.

Material	Peso seco	Peso corregido	Unidad
Cemento	352.94	352.94	Kg
Agregado fino	897.8	943.21	Kg
Agregado grueso	732.91	740.12	Kg
Agua	200	<b>202.86</b>	Its

**Tabla 16.** Corrección de peso por absorción de agua

### Diseño teórico húmedo

Después del cálculo de corrección del peso de agua por absorción, recalculamos el peso de cemento.

$$\frac{Ra/c}{c} = \frac{a}{c} \quad \rightarrow \quad c = \frac{a}{Ra/c}$$

$$c = \frac{202.86}{0.56670} \rightarrow c = 357.96 \text{ kg/m}^3 \text{ por unidad de volumen de concreto}$$

### Dosificación óptima por m3 de concreto más desperdicio

Para obtener una dosificación óptima y real de obra, incorporamos el % de desperdicios ver tabla 17.

Material	Unidad	Peso	% desperdicio	Peso + % desperdicio
Cemento	Kg	357.967	5.5%	377.65
Agregado fino	Kg	943.21	7%	1009.24
Agregado grueso	Kg	740.12	7%	791.93
Agua	lts	202.86	7%	217.06
			Total =	<b>2395.87 kg/m3</b>

**Tabla 17.** Dosificación óptima de materiales

### Dosificaciones finales

En este trabajo investigativo se realizó 3 dosificaciones con porcentajes de 0% (dosificación patrón), 3% y 7% de incorporación de alambre reciclado, los porcentajes de incorporación de alambre reciclado representara al peso del cemento ver tabla 18

Material	Por kg. De cemento		Por bolsa de cemento		Por m3 de concreto	
	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Cemento	1	Kg	42.5	Kg	8.89	Bls
Agregado fino	2.67	Kg	113.58	Kg	1009.2	Kg
Agregado grueso	2.1	Kg	89.12	Kg	791.93	Kg
Agua	0.57	Lts	24.43	Lts	217.06	Lts
Alambre reciclado 3%	0.03	Kg	1.275	Kg	11.33	Kg
Alambre reciclado 7%	0.07	Kg	2.975	Kg	26.45	Kg

**Tabla 18.** Dosificación de materiales incorporando alambre reciclado

**Quinta fase:** la preparación de muestras o especímenes, se realizó la preparación de mezcla para las dosificaciones de 0%, 3% y 7% de incorporación de alambre reciclado respectivamente, en esta fase se elaboró 27 probetas para la evaluación de resistencia a la compresión y 27 probetas para la evaluación de resistencia a la tracción por compresión diametral las cuales fueron realizados en briquetas cilíndricas de diámetro 30 cm de altura y 15 cm de diámetro, 18 especímenes

fueron elaborados para la evaluación de resistencia a flexión con dimensiones de ancho 15cm, largo 45 cm y altura de 15 cm.



**Figura 11.** Incorporación de alambre en la mezcla



**Figura 12.** Elaboración de muestras de concreto cilíndricas y prismáticas

**Sexta fase:** en esta fase se ejecutaron ensayos de asentamiento con el instrumento cono Abrams según NTP 339.035 y ensayos de peso unitario de concreto (densidad) según NTP339.046.

**Ensayos De Asentamiento NTP 339.035:** esta prueba es realizada para medir la consistencia de concreto, para tal ensayo se incorporó alambre reciclado al 0% (concreto patrón), 3% y 7%, este ensayo se ejecuta por medio el cono de Abrams para lo cual se requiere una plancha metálica para la base.

### Procedimiento

Humedecer el molde cónico y poner el molde sobre una plancha metálica para no ser absorbida por el suelo, rellenar el molde con la mezcla en diferentes capas aproximadamente un tercio del volumen total cada capa, una vez llena el molde enrasar para retirar los excesos, levantar el molde verticalmente e inmediatamente medir la diferencia de altura del molde con el concreto fresco en un intervalo de tiempo de 5 a 10 segundos.



**Figura 13.** Ensayo de Asentamiento (Slump)

**b) Ensayo De Peso Unitario Del Concreto (Densidad):** con este ensayo se determinó la densidad del concreto diseñado siguiendo la norma NTP. 339.046 y ASTM C135.

### Procedimiento

se hace el pesaje del recipiente y se calculan las dimensiones para la determinar el volumen del recipiente.

Se llena el recipiente hasta los unos tercios del volumen.

Realizar el compactado con 25 golpes con la varilla uniformemente sin tocar el fondo del recipiente realizar este procedimiento en la 2da y 3ra capa.

Enrasar la superficie superior con la varilla compactadora sacando el exceso.

Realizar el pesaje del recipiente con la mezcla llena.

Par determinar la densidad se realiza la siguiente ecuación:

$$P. U. = \frac{P - R}{V} \text{ kg/m}^3$$



**Figura 14.** Ensayo de peso unitario de concreto

**Séptima fase:** proceso de curado de los especímenes, en esta fase se realizó el curado de las muestras en recipientes con agua a temperatura ambiente los cuales han sido sumergidos completamente en agua y confirme al cronograma señalado para los ensayos mecánicos a distintas edades y se precedió con el secado a temperatura ambiente.



**Figura 15.** Proceso de curado de especímenes

**Octava fase:** prueba de concreto en estado endurecido, en esta fase se realizó las pruebas mecánicas en edades de 7, 14 y 28 días, resistencia a la flexión en edades de 7 y 28 días. Finalmente concluir con la interpretación de resultados.

**Ensayo de compresión:** Se realizó un total de 27 ensayos de compresión de las cuales 9 corresponden al ensayo realizado al concreto patrón sin incorporación de alambre reciclado, 9 corresponden al ensayo de concreto con incorporación de

3% de alambre reciclado, 9 corresponden con incorporación de 7% alambre reciclado, estos ensayos fueron realizados para las edades de 7, 14 y 28 días las cuales se realizaron con una prensa hidráulica según la NTP 339.034.



**Figura 16. Ensayo de compresión**

**Ensayo de tracción:** Se realizó un total de 27 ensayos de los cuales 9 corresponden al ensayo realizado al concreto patrón sin incorporación de alambre reciclado, 9 corresponden al ensayo de concreto con incorporación de 3% de alambre reciclado, 9 corresponden con incorporación de 7% alambre reciclado, estos ensayos han sido realizados para las edades de entre 7, 14 y 28 días las cuales se realizaron con una prensa hidráulica siguiendo la “norma NTP 339.084 y ASTM C496-96.”



**Figura 17. Ensayo de tracción por compresión diametral**

**Ensayo de flexión (vigas):** Se realizó un total de 18 especímenes para las edades de 7 y 28 días con incorporación de alambre reciclado al 0%concreto patrón, 3% y 7%.



*Figura 18. Ensayo de flexión (vigas)*

## 1.2. Método de análisis de datos

El diseño de mezclas ha sido realizado conforme a los criterios brindados por el procedimiento de diseño del comité 211 del ACI y la evaluación de las probetas cilíndricas y prismáticas se ejecutó conforme a las referencias de la norma técnica peruana (NTP), estas probetas han sido sometidos a continuación a equipo de medición para tener los resultados requeridos han sido examinados con un método estadístico de análisis descriptivo haciendo el uso de gráficos y cuadros que nos ayudan a ver la evolución de la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción , a la flexión y en estado fresco el asentamiento y la densidad del concreto.

## 1.3. Aspectos éticos

En este estudio el autor respetara los derechos de tesis, revistas, artículos, libros, entre otros mediante las citas y referencias, que serán verificadas utilizando el software de Turnitin para de esta manera garantizar su legitimidad y confiabilidad.

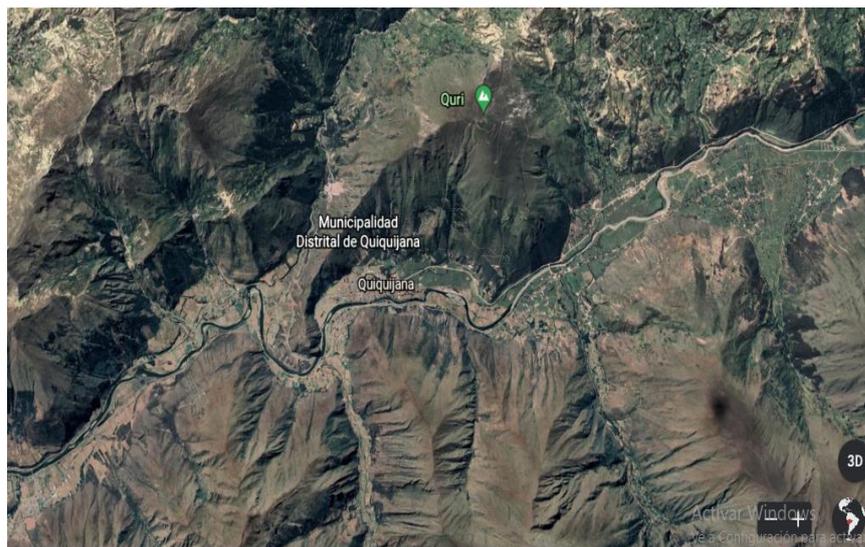
#### IV. RESULTADOS

El actual proyecto de investigación fue realizado en el Distrito Quiquijana, Provincia Quispicanchi, Departamento Cusco. Las muestras de alambres reciclados producto de desperdicios de alambre generados durante la etapa de construcción en las ejecuciones de obras se reciclo en este distrito y los trabajos de laboratorio se realizó en la ciudad de Cusco.



**Figura 19.** Mapa del Distrito de Quiquijana

Fuente: Google



**Figura 20.** Mapa del Distrito de Quiquijana

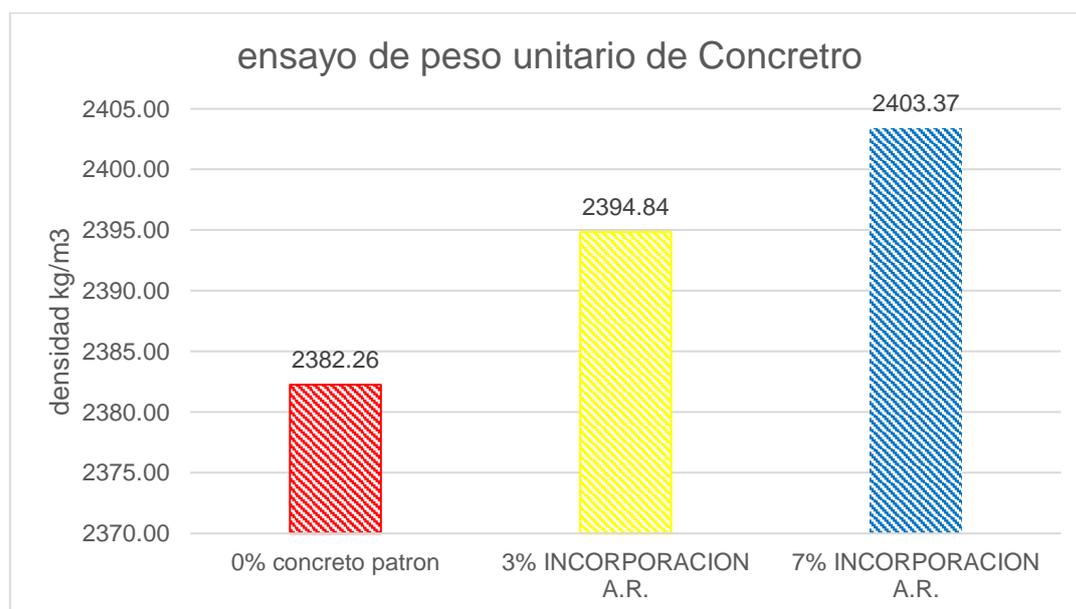
Fuente: Google Earth

RESULTADOS E INTERPRETACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>

## PESO UNITARIO DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO

MUESTRA	DENSIDAD PROMEDIO kg/m <sup>3</sup>
0% concreto patrón	2382.26
3% INCORPORACION A.R.	2394.84
7% INCORPORACION A.R.	2403.37

**Tabla 19.** Resultados de peso unitario de concreto en estado fresco.



**Figura 21.** Densidad de concreto

### Interpretación

En la figura 21. se evidencia cómo se comportan los resultados de las muestras con diferentes porcentajes de incorporación de material alambre reciclado, donde para la muestra 0% concreto patrón se obtuvo una densidad o peso unitario de 2382.26 kg/m<sup>3</sup>, en cuanto para la muestra de 3% de incorporación se alcanzó un resultado de 2394.84 kg/m<sup>3</sup> y ultimadamente en la muestra con incorporación de 7% de Alambre reciclado se llegó a 2403.37 kg/m<sup>3</sup>. De los resultados encontrados claramente se puede apreciar la tendencia del incremento de peso unitario de concreto por unidad de volumen, conforme aumenta el porcentaje de adición de alambre reciclado, en donde la muestra con adición del 3% supero el 0.53% con respecto al resultado de la muestra patrón 0%, por tanto para la muestra con adición de 7% supero el 0.90 %, de donde inferimos

que la muestra patrón 0% y la muestra con adición de 3% están dentro del margen permisible, estipulado en la norma de ensayos de materiales del MTC y que la muestra con adición de 7% se encuentra fuera del rango permisible. Esta cualidad será beneficiosa para los elementos estructurales de una construcción, de manera que no influirá significativamente el peso de la edificación, mas bien se obtendrá un concreto mucho más reforzado.

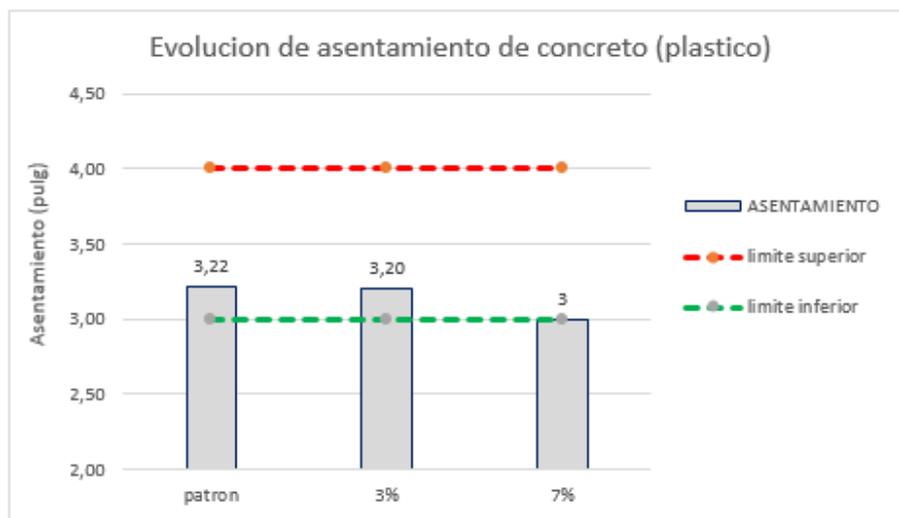
### Validez

Para este indicador, de acuerdo a los resultados la hipótesis se valida parcialmente, ya que solo cumple la condición para la adición del 3% de alambre reciclado, y dándose de manera negativa para el 7%.

### ASENTAMIENTO (SLUMP) EN ESTADO FRESCO

ASENTAMIENTO, prueba de Slump		
MUESTRA	SLUMP REQUERIDO	SLUMP REAL (pulg.)
Concreto patrón 0%	3" - 4"	3.22
con 3% A.R.	3" - 4"	3.20
Con 7% A.R.	3" - 4"	3.00

**Tabla 20.** Resultados del ensayo de asentamiento



**Figura 22.** Asentamiento del concreto

### Interpretación

En la **figura 22.** se visualiza el comportamiento de las muestras ensayadas con diferentes porcentajes de incorporación de material alambre reciclado. Donde, para la muestra 0% (concreto patrón) se obtuvo un asentamiento de 3.22 pulg., en cuanto para la muestra de 3% de incorporación se obtuvo un resultado de 3.20 pulg. y finalmente en la muestra con incorporación de 7% de alambre reciclado se llegó a 3 pulg. de asentamiento. De los resultados obtenidos podemos definir que existe un disminución de la capacidad de trabajabilidad o asentamiento, conforme aumenta el porcentaje de incorporación de alambre reciclado, en donde la muestra con incorporación de alambre reciclado con el 3% disminuyo en un 0.6% con referente al resultado de la muestra patrón 0%, por tanto, para la muestra con incorporación de 7% disminuyo en un 6.8%; las muestras con el 3% y 7% adición, pese a que se muestran decrecimiento, se encuentran dentro margen permisible del tipo de asentamiento(consistencia plástica), estipulado en la norma E060 de concreto armado.

#### **Validación.**

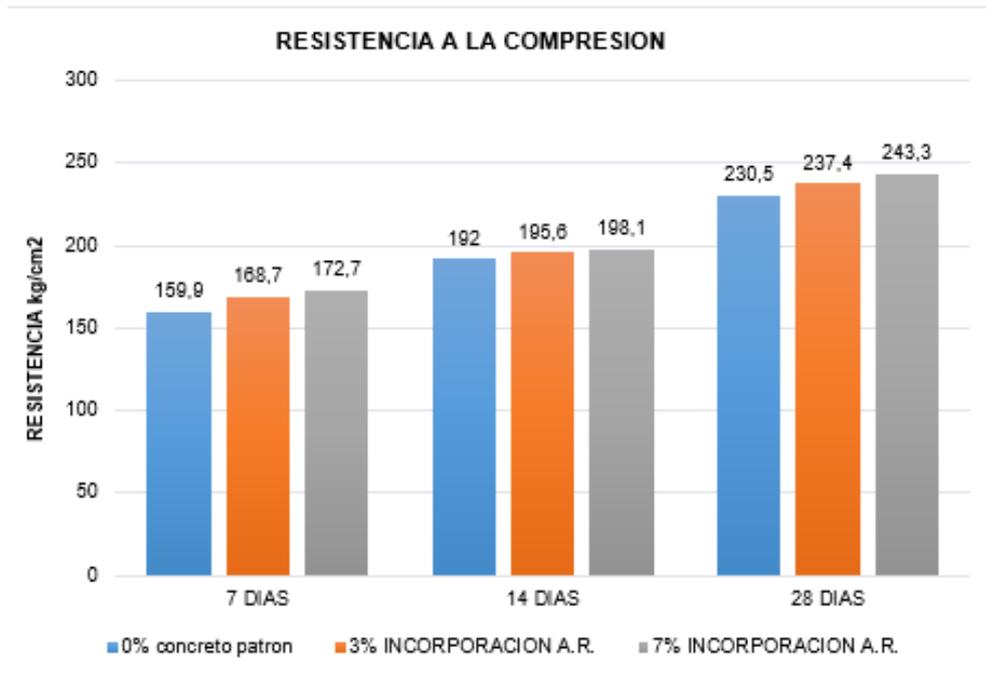
Para este indicador, se acepta la hipótesis ya que los resultados entran dentro del rango del tipo de asentamiento que se tomó para el diseño de mezcla (consistencia pastica).

### **RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C 210KG/CM2.**

#### **Resistencia a La Compresión Axial**

<b>Muestra</b>	<b>7 días</b>		<b>14 días</b>		<b>28 días</b>	
	Resistencia promedio kg/cm2	Resistencia promedio (%)	Resistencia promedio kg/cm2	Resistencia promedio (%)	Resistencia promedio kg/cm2	Resistencia promedio (%)
0% concreto patrón	159.9	76.10%	192	91.40%	230.5	109.80%
3% Incorporación A.R.	168.7	80.30%	195.6	93.20%	237.4	113.00%
7% incorporación A.R.	172.7	82.20%	198.1	94.40%	243.3	115.90%

**Tabla 21.** Resistencia a la compresión: resultados.



**Figura 23.** Evolución de la resistencia a la compresión

### Interpretación

En la figura 23. se verificamos que los resultados alcanzados del ensayo de la resistencia a la compresión de las muestras con incorporación de alambre reciclado en porcentajes de 0% (concreto patrón), 3% y 7% a las edades de 7, 14 y 28 días, de acuerdo al  $f'_c$  de diseño: 210 kg/cm<sup>2</sup>. Como resultado a los 7 días se tuvo que para la muestra patrón 0% de incorporación de alambre reciclado una resistencia  $f'_c$  promedio en porcentaje de 76.10%, para la muestra con incorporación de 3% de alambre reciclado una resistencia de 80.3% y para la muestra con incorporación de 7% de alambre reciclado una resistencia de 82.2%; para la edad de 14 días la muestra patrón con 0% de incorporación de alambre reciclado alcanzo una resistencia de 91.4%, con incorporación de 3% se obtuvo una resistencia de 93.2%, con incorporación de alambre reciclado de 7% alcanzo una resistencia de 94.4%; finalmente a la edad de 28 días la muestra patrón 0% alcanzó una resistencia de 109.8%, la muestra con incorporación de 3% de alambre reciclado se llegó una resistencia de 113.0% y con 7% de incorporación de alambre reciclado se obtuvo una resistencia de 115.9%. Los resultados obtenidos indican que, a mayor porcentaje de acción del material reciclado, hay la tendencia de incremento de la resistencia, en todas las edades de evaluación llegan a tener una

resistencia superior a la muestra patrón, donde finalmente llegando a superar la resistencia de diseño predispuesta.

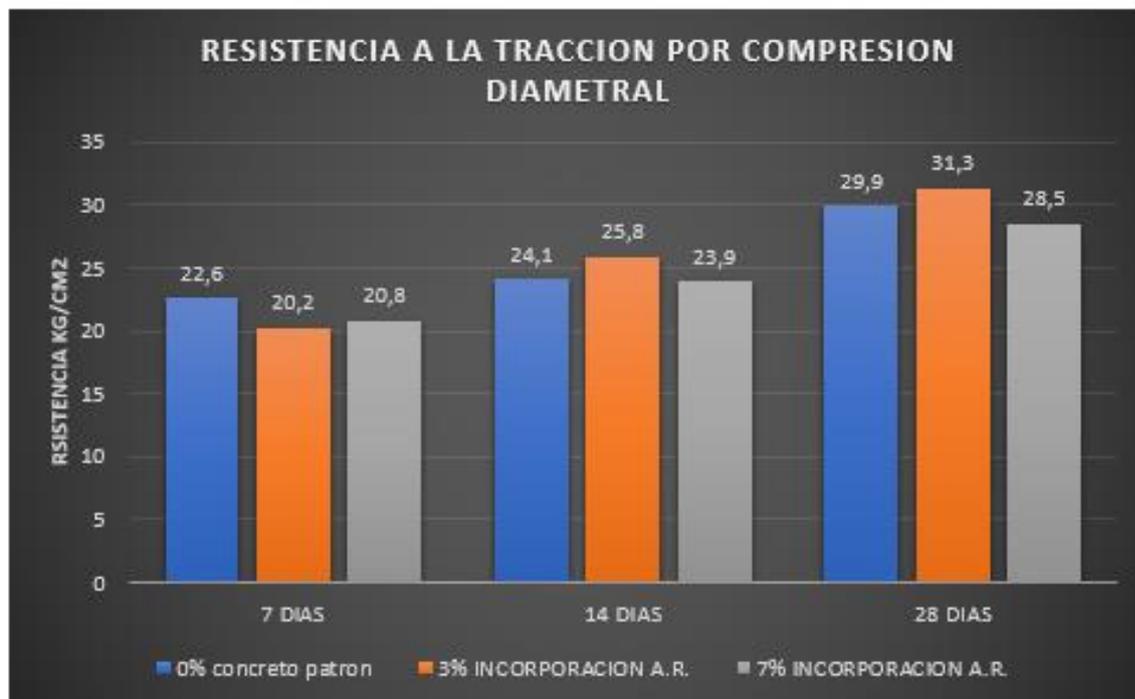
### Validación

Es aceptada la hipótesis para este indicador por que los resultados obtenidos incrementa de forma considerable la resistencia a la compresión del concreto

### Resistencia a la Compresión Diametral.

Muestra	7 días		14 días		28 días	
	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia (%)	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia (%)	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia (%)
0% concreto patrón	22.6	79	24.1	84.6	29.9	104.6
3% incorporación A.R.	20.2	70.9	25.8	90.5	31.3	109.5
7% incorporación A.R.	20.8	73.9	23.9	23.9	28.5	99.7

**Tabla 22.** Resultados de resistencia a la tracción por compresión diametral.



**Figura 24.** Evolución de la Resistencia a la tracción.

### Interpretación

En la figura 24. Como resultado se tiene que a los 7 días fue obtenido para la muestra patrón 0% de incorporación de alambre reciclado una resistencia a la tracción de 22.6 kg/cm<sup>2</sup>, para la muestra con incorporación de 3% de alambre reciclado una resistencia a la tracción de 20.2 kg/cm<sup>2</sup> y para la muestra con incorporación de 7% de alambre reciclado una resistencia de 20.8kg/cm a la tracción; a la edad de 14 días la muestra patrón con 0% de adición de alambre reciclado alcanzo una resistencia de 24.1kg/cm<sup>2</sup>, adicionando el 3% se logró una resistencia de 25.8kg/cm<sup>2</sup>, con adición del 7% se logró la resistencia de 23.9kg/cm<sup>2</sup>; en donde el ensayo final a los 28 días la muestra patrón del 0% de adición de alambre reciclado llego a una resistencia de 29.9kg/cm<sup>2</sup>, al adicionar el 3% se llegó a la resistencia de 31.3kg/cm<sup>2</sup> y con 7% de adición se logró la resistencia de 28.5kg/cm<sup>2</sup> cada adición fue de alambre reciclado. Finalmente, los resultados obtenidos la edad de 28 días nos demuestran claramente que con incorporación de 3% de alambre reciclado se obtiene un incremento de 9.5% con respecto al concreto patrón y con incorporación de 7% de alambre reciclado disminuye en un 0.3% con referente al concreto patrón donde que con la incorporación de 3% incrementa su resistencia, pero con la incorporación del 7% no sucede esta misma ya que disminuye la capacidad.

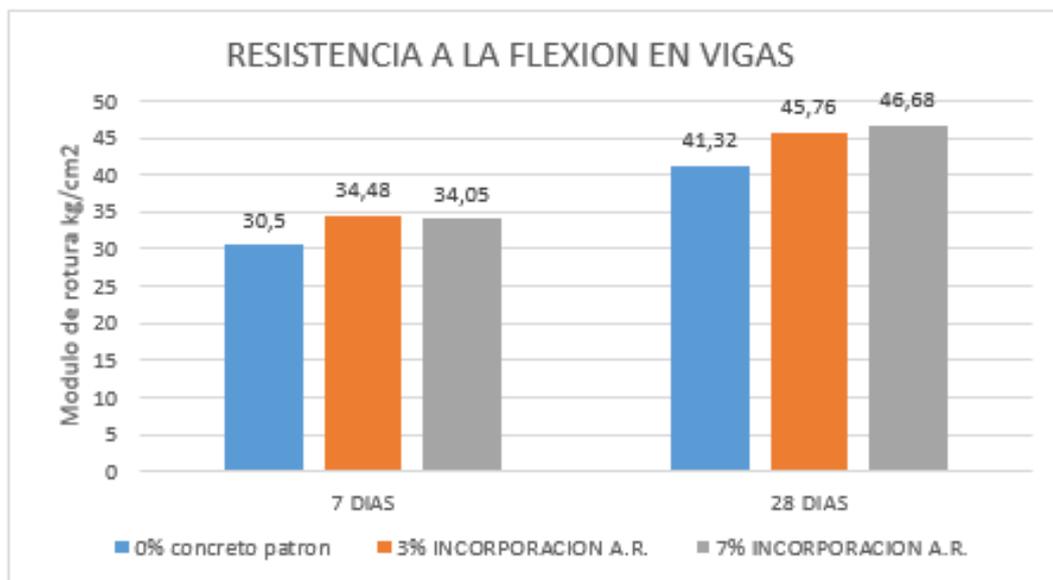
### Validación

Para este indicador, de acuerdo a los resultados la hipostasis se valida parcialmente, ya que solo cumple la condición para la incorporación de 3% de alambre reciclado, y dándose de manera negativa para el 7% de incorporación de alambre reciclado.

### Resistencia a la flexión en vigas.

Muestra	7 días		28 días	
	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio (%)	Resistencia promedio kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio (%)
0% concreto patrón	30.5	72.36%	41.32	98.03%
3% incorporación A.R.	34.48	81.80%	45.76	108.57%
7% incorporación A.R.	34.05	80.77%	46.68	110.77%

**Tabla 23.** Resultados de resistencia a la tracción por compresión diametral.



**Figura 25.** Evolución de la Resistencia a la flexión.

### Interpretación

En la figura 25. se muestran los logros alcanzados, como resultado a los 7 días se tuvo que para la prueba patrón 0% de aumento de alambre reciclado un módulo de rotura de 30.5 kg/cm<sup>2</sup>, para la muestra con incorporación de 3% de alambre reciclado un módulo de rotura de 34.48 kg/cm<sup>2</sup> y para la muestra con incorporación de 7% de alambre reciclado un módulo de rotura de 34.5 kg/cm<sup>2</sup>; a 28 días de edad la muestra con adición patrón 0% alambre reciclado alcanza una resistencia de 41.32 kg/cm<sup>2</sup>, la muestra con incorporación de 3% de alambre reciclado se llegó una resistencia de 45.74 kg/cm<sup>2</sup> y con 7% de incorporación de alambre reciclado se tuvo un módulo de rotura de 46.68 kg/cm<sup>2</sup>. Ultimadamente, los resultados obtenidos la edad de 28 días nos demuestran que con incorporación de 3% de alambre reciclado se obtiene un incremento en un 8.57% con relación a la correlación del módulo de rotura y con incorporación de 7% de alambre reciclado incrementa en un 10.77% por tanto siendo el más favorable, se evidencia la tendencia de incremento de resistencia a la flexión mientras más sea la cantidad de incorporación de alambre reciclado.

### Validación

Para este indicador, se acepta la hipótesis debido a que en los resultados logrados eleva la resistencia a la flexión.

## V. DISCUSIÓN

Este proyecto investigativo presentó como Objetivos específicos: 1 Determinar las propiedades físicas del concreto en estado fresco incorporando alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% para un concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , distrito Quiquijana - Cusco, 2021. Cuyo objetivos alcanzados se tuvo para el ensayo en estado fresco del concreto, como peso unitario de concreto nos indica que el concreto patrón 0% de incorporación de alambre reciclado obtuvo una densidad de  $2382.26 \text{ kg/m}^3$ , con incorporación de 3% de alambre reciclado se obtuvo una densidad de  $2394.84 \text{ kg/m}^3$  incrementando un 0.53% respecto a la densidad de la muestra patrón y con 7% de incorporación de alambre reciclado se obtuvo una densidad de  $2403.37 \text{ kg/m}^3$  alcanzando una densidad de 0.90% con respecto al a muestra patrón; con respecto al ensayo de asentamiento los resultados nos determinan de para el concreto patrón con incorporación de 0% de alambre reciclado se obtuvo un asentamiento de 3.22", en cuanto para la muestra de 3% de incorporación de alambre reciclado se obtuvo un resultado de 3.20" disminuyendo en 0.6% con respecto al resultado de la muestra patrón y finalmente en la muestra con incorporación de 7% de alambre reciclado se llegó a 3" disminuyendo en 6.8% con respecto a los resultados de la muestra patrón. Se logra evidenciar de los resultados que se han obtenido en las características físicas en estado fresco, la densidad incrementa y disminuye el asentamiento conforme se va aumentando la cantidad de adición del material, con la incorporación de alambre reciclado al 7% se obtiene resultados desfavorables para la densidad porque esta fuera del margen permisible estipulado en las normas de ensayo de materiales del MTC, frente a lo ya nombrado se acepta la hipótesis de la investigación parcialmente ya que solo cumple para la adición de 3% y dándose de manera negativa para la incorporación de 7%.

Así mismo con la investigación de VASQUEZ GONSALEZ (2015) llegó a determinar que el peso unitario fresco con adición de fibras de acero en cantidades de 20,30y 40  $\text{kg/m}^3$ , obteniendo así resultados para concreto patrón una densidad de  $2324.14 \text{ kg/m}^3$ , con adición de 20  $\text{kg/m}^3$  de fibra de acero obtuvo una densidad de  $2363.49 \text{ kg/m}^3$  incrementando en 1.69% con respecto al densidad muestra patrón, con adición de 30  $\text{kg/m}^3$  de fibra de acero obtuvo una densidad de  $2368.90 \text{ kg/m}^3$  incrementando en 1.93% con respecto al densidad muestra patrón y con adición de 40  $\text{kg/m}^3$  de fibra de acero obtuvo una densidad de  $2367.70 \text{ kg/m}^3$  incrementando en 1.87% con respecto

al densidad muestra patrón. En cuanto a los resultados del ensayo de asentamiento se obtuvo un asentamiento de 3.7", en cuanto para la muestra con adición de 4% de fibras de acero se logró un resultado de 3.31", con adición de 6% de fibras de acero se llegó a 3" y finalmente con adición de 8% de fibras de acero llegó a 2.51". Se puede evidenciar que los resultados en ambos estudios la densidad incrementa y el asentamiento disminuye a medida que se va aumentando la cantidad de adición del material, con la incorporación de alambre reciclado al 7% se obtiene resultados desfavorables ya que esta fuera del margen permisible estipulado en las normas de ensayo de materiales del MTC esto se debe a que la mezcla es más pesada porque el alambre reciclado es mucho más densa que los agregado.

En la investigación de CESPEDS (2019) en su trabajo de investigación obtuvo resultados de asentamiento, para el concreto patrón resulto 1 pulgadas, con adición de 10kg/m<sup>3</sup> (3%) de fibras de acero onduladas resulto 1 ½", con adición de 15kg/m<sup>2</sup>(4.5%) de fibra de acero onduladas resulto 3" y para 20kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero onduladas resulto 1 ½". De los resultados obtenidos el tesista afirma que como dosificación optima en estado fresco es con edición de 15kg/m<sup>3</sup>(4.5%) de fibras de acero onduladas por cumplir con los requerimientos estipulados en la norma, aprobando su consistencia mínima de 3", llegándose a afirmar que una vez incorporado el alambre reciclado se llega a obtener una trabajabilidad muy conveniente puesto que con las incorporaciones de 3% y 7% alambre reciclado cumpliendo con lo expuesto en la norma.

Así mismo en investigación de BELLIDO () en su trabajo de investigación obtuvo resultados de asentamiento, para el concreto patrón resulto 4.20", con adición de 15kg/m<sup>3</sup> (3.5%) de fibras de acero reciclado resulto 3.50", con adición de 20kg/m<sup>2</sup>(4.5%) de fibra de acero reciclado resulto 2.90" y para 25kg/m<sup>3</sup>(5.5%) de fibra de acero reciclado resulto 2.50". De los resultados obtenidos el tesista afirma que con edición de 15kg/m<sup>3</sup>(3.5%) de fibras de acero reciclado obtiene el asentamiento adecuado por cumplir con los requerimientos estipulados en la norma, aprobando su consistencia de 3.50", por lo que se afirma que con la incorporación de alambre reciclado se llega a obtener una trabajabilidad muy favorable puesto que con las incorporaciones de 3% y 7% alambre reciclado cumple con lo estipulado en la norma.

Seguidamente se muestra el Objetivo específico 2: establecer las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido incorporando alambre reciclado en

porcentajes de 3% y 7% para un concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , distrito Quiquijana – cusco, 2021. Los resultados arrojados en las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido con incorporación de alambre reciclado en porcentajes de 0% (concreto patrón), 3% y 7%, con respecto al peso del cemento de acuerdo al  $f'c$  de diseño:  $210 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días tenemos que para los análisis de resistencia a la compresión la muestra patrón 0% alcanzó una resistencia de  $109.8\%$ , la muestra con incorporación de 3% de alambre reciclado se llegó a una resistencia de  $113.0\%$  y con 7% de incorporación de alambre reciclado se obtuvo una resistencia de  $115.9\%$  con referente al diseño de resistencia predispuesta. Así mismo los ensayos de resistencia a la tracción tenemos: la muestra patrón 0 y 3%, de adición de alambre reciclado logro alcanzar una resistencia de  $29.9 \text{ kg/cm}^2$  y  $31.3 \text{ kg/cm}^2$ , este último sufrió un aumento hasta un  $9.5\%$  con referente a la muestra patrón de 0% y con 7% de adición de alambre reciclado se logro la resistencia de  $28.5 \text{ kg/cm}^2$  que aminora la capacidad en un  $0.3\%$ .

La información obtenida del ensayo de la resistencia a la flexión con un módulo de rotura de  $42.15 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto patrón 0% alambre reciclado alcanzo un módulo de rotura de  $41.32 \text{ kg/cm}^2$ , la muestra con incorporación de 3% de alambre reciclado se llegó a un módulo de rotura de  $45.74 \text{ kg/cm}^2$  incrementando en  $8.55\%$  con referencia al módulo de rotura requerida en el diseño y con 7% de incorporación de alambre reciclado se adquirió un módulo de rotura de  $46.68 \text{ kg/cm}^2$  incrementando en un  $10.77\%$  con referencia al módulo de rotura requerida en el diseño. se puede evidenciar de los resultados obtenidos en las propiedades mecánicas en estado endurecido incrementa conforme se va aumentando la cantidad de incorporación de alambre reciclado, con la incorporación de alambre reciclado al 7% se obtiene resultados desfavorables en cuanto a la resistencia a la tracción porque decrece su resistencia en  $-5\%$ . De acuerdo a lo nombrado la hipótesis de la investigación se acepta parcialmente, ya que solo cumple con la adición de 3% y dándose de manera negativa para la incorporación de 7%.

En la investigación de CESPEDES (2019) la información obtenida sobre las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido con incorporación de  $10 \text{ kg/m}^3$  (3%),  $15 \text{ kg/m}^3$  (4.5%) y  $20 \text{ kg/m}^3$  (6%) de hebras de acero ondulado con respecto al peso del cemento de acuerdo al  $f'c$  de diseño  $280 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días tenemos que para los pruebas de resistencia a la compresión la muestra patrón ensayada nos da una resistencia de  $310 \text{ kg/cm}^2$ , para la dosificación de concreto con adición de 3% de

hebras de acero ondulado logrando un resultado de 307kg/cm<sup>2</sup> disminuyendo su resistencia en un 1% con referente al concreto patrón , para la dosificación de concreto con adición de 4.5% de hebras de acero ondulado tuvo un resultado de 302 kg/cm<sup>2</sup> disminuyendo su resistencia en un 3% con respecto al concreto patrón y para la dosificación de concreto con adición de 6% de hebras de acero ondulado teniendo un resultado de 327 kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia en un 6% con proporción al concreto patrón. Calificando como dosificación optima a 6%de fibra. También tenemos la resistencia a la tracción, para la dosificación de concreto con adición de 3% de hebras de acero ondulado tuvo un resultado de 39kg/cm<sup>2</sup> disminuyendo su resistencia en un 7% con relación al concreto patrón, para la dosificación de concreto con adición de 4.5% de hebras de acero ondulado teniéndose un resultado de 42 kg/cm<sup>2</sup> permanece su resistencia con respecto al concreto patrón y para la dosificación de concreto con adición de 6% de hebras de acero ondulado consiguió un resultado de 41 kg/cm<sup>2</sup> con un descenso de 2% con referente al concreto patrón. También tenemos la resistencia a la flexión con un módulo de rotura de 31kg/cm<sup>2</sup> , la muestra patrón ensayada nos da un módulo de rotura de 37.7kg/cm<sup>2</sup>, para la dosis de concreto con adición de 3% de hebras de acero ondulado teniendo un resultado de 44.8kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia en un 19 % con respecto al módulo de rotura del concreto patrón, para la dosificación de concreto con adición de 4.5% de hebras de acero ondulado se ha tenido un resultado de 47 kg/cm<sup>2</sup> permanece su resistencia con un crecimiento de 25% con respecto al concreto patrón y para la dosificación de concreto con adición de 6% de hebras de acero ondulado logrando un resultado de 43kg/cm<sup>2</sup> con un incremento de 14% con referente al concreto patrón.

En la investigación de CALLE (2020) la información obtenida en las propiedades mecánicas del concreto endurecido con incorporación de 0.5%, 1.0% y 1.5% de hebras de acero ondulado con respecto al peso unitario del concreto de acuerdo al f'c de diseño 175g/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días tenemos que para los ensayos de resistencia a la compresión de la muestra con incorporación de 0.50%. 1.00% 1.5% de residuos de alambre con respecto al peso unitario de concreto de acuerdo al fc de diseño 175kg/cm<sup>2</sup> en la edad de 28 días la muestra patrón ensayada nos da una resistencia de 207.2kg/cm<sup>2</sup> , para la dosificación de concreto con adición de 0.5% de residuo de alambre obtuvo un resultado de 211.40 kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia en un 2.03% con respecto al concreto patrón, para la dosificación de concreto con adición de

1.00% de residuo de alambre obtuvo un resultado de 219.90 kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia en un 6.13% con respecto al concreto patrón y para la dosificación de concreto con adición de 1.50% de residuo de alambre consiguió un resultado de 201.6 kg/cm<sup>2</sup> disminuyendo su resistencia en un -3% con respecto al concreto patrón. De la misma forma tenemos los resultados para el ensayo de resistencia a la tracción la muestra patrón ensayada nos da una resistencia de 15.03kg/cm<sup>2</sup> con respecto al concreto patrón y para la dosificación de concreto con adición de 1.50% de residuo de alambre obtuvo un resultado de 14.97 kg/cm<sup>2</sup> que comprende el concreto patrón.

En la investigación de BELLIDO (2021 ) la información arrojada en las propiedad mecánica del concreto en estado endurecido con incorporación de 15kg/m<sup>3</sup>(3.5%), 20kg/m<sup>3</sup>(4.5%) y 25kg/m<sup>3</sup>( 5.5%) F.A.R. con respecto al peso del cemento de acuerdo al f'c de diseño 300kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días tenemos que para los ensayos de resistencia a la compresión la muestra patrón ensayada nos da una resistencia de 244kg/cm<sup>2</sup>(81%) , para la dosificación de concreto con adición de 3.5% de fibras de alambre reciclado obtuvo un resultado de 359kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia en un 19% con respeto a la resistencia de diseño , para la dosificación de concreto con adición de 4.5% de fibras de acero reciclado obtuvo un resultado de 453 kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia en un 35% con respecto a la resistencia de diseño y para la dosificación de concreto con adición de 5.5% de fibras de acero reciclado logrando obtener un resultado de 479 kg/cm<sup>2</sup> incrementando su resistencia en un 45% con respecto a la resistencia de diseño.

También tenemos la resistencia a la flexión con un módulo de rotura diseño Mr =30kg/cm<sup>2</sup> , la muestra patrón ensayada nos da un módulo de rotura de 22.01kg/cm<sup>2</sup>(73%), para la dosificación de concreto con adición de 3.5% de fibras de acero reciclado obtuvo un resultado de 24.20kg/cm<sup>2</sup> disminuyendo su resistencia en un -9 % con respecto al módulo de rotura del diseño, para la dosificación de concreto con adición de 4.5% de fibras de acero reciclado obtuvo un resultado de 28.60 kg/cm<sup>2</sup> disminuyendo su módulo de rotura en -5% con respecto al módulo de rotura del diseño y para la dosificación de concreto con adición de 5.5% de fibras de acero reciclado obtuvo un resultado de 33.71kg/cm<sup>2</sup> con un aumento de 12% con respecto al módulo de rotura de diseño. En ambas investigaciones coinciden que mientras más incrementa

la adición del material incrementa también la resistencia teniendo resultados favorables en ambos estudios.

## VI. CONCLUSIONES

OG.- Se obtuvo que la incorporación de alambre reciclado influye en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  incorporando alambre reciclado en proporciones de 3% y 7% con relación al peso del cemento, teniendo un desempeño adecuado con incorporación de 3% de alambre reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto y con inclusión de 7% de alambre reciclado no se obtuvo resultados favorables.

OE1.- De acuerdo a los ensayos realizados se estableció las propiedades de tipo físicas del concreto fresco incorporando alambre reciclado de acuerdo a porcentajes de 3% y 7% para un concreto de  $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ , se obtiene como resultado para el concreto patrón con 0% de alambre reciclado una densidad de  $2382.26\text{ kg/m}^3$ , un asentamiento de  $3.22''$ ; con incorporación de 3% de alambre reciclado consiguió la densidad de  $2394.84\text{ kg/m}^3$ , un asentamiento de  $3.20''$ ; con 7% de incorporación de alambre reciclado se obtuvo una densidad de  $2403.37\text{ kg/m}^3$ , un asentamiento de  $3''$ .

OE2.- De acuerdo a los ensayos realizados se determinó las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido incorporando alambre reciclado en porcentajes de 3 y 7% con referente al peso del cemento de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  de concreto, a los 28 días de edad se tiene los ensayos de resistencia a la compresión de 0% de muestra patrón este llegó a un 109.8% al adicionar alambre reciclado, misma que superó la resistencia de diseño predispuesta, la muestra con la incorporación de 3% de alambre reciclado alcanzó una resistencia de 113.0% y con 7% de incorporación de alambre reciclado se obtuvo una resistencia de 115.9% con respecto a la resistencia de diseño predispuesta. Así mismo para los ensayos de resistencia a la tracción tenemos: la muestra patrón 0% de incorporación de alambre reciclado alcanzó una resistencia de  $29.9\text{ kg/cm}^2$ , la muestra con incorporación de 3% de alambre reciclado alcanzó una resistencia de  $31.3\text{kg/cm}^2$  presentando un aumento del 9.5% con referente a la muestra patrón de concreto y con 7% de adición de alambre reciclado se logró la resistencia de  $28.5\text{kg/cm}^2$  esta disminuye la capacidad de resistencia en 0.3% con referente al resultado de la muestra patrón. Los resultados alcanzados del ensayo de la resistencia a la flexión con un módulo de rotura de  $42.15\text{kg/cm}^2$ , el concreto patrón 0% alambre reciclado alcanzó un módulo de rotura de  $41.32\text{ kg/cm}^2$  no superando el módulo de rotura requerida en el diseño, la muestra con incorporación de 3% de alambre reciclado

alcanzo un módulo de rotura de 45.74 kg/cm<sup>2</sup> incrementando en 8.55% con referencia al módulo de rotura requerida en el diseño y con 7% de incorporación de alambre reciclado se obtuvo un módulo de rotura de 46.68 kg/cm<sup>2</sup> incrementando en un 10.77% con referencia al módulo de rotura requerida en el diseño.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se sugiere para futuras investigaciones eliminar la corrosión del alambre reciclado, para obtener un mayor resultado en las propiedades mecánicas del concreto.
- En situaciones donde se requiera el uso de fibras de acero y se quiera la obtención de mejores resultados en las propiedades físico mecánicas del concreto, se recomienda tomar el 3% de incorporación ya que con este porcentaje el desempeño es favorable.
- Se recomienda el uso de aditivos plastificantes para obtener una mezcla plástica, debido a que el alambre reciclado a en relación al aumento de su dosificación se disminuye su asentamiento, lo cual se convierte en un elemento no favorable en las propiedades físicas del concreto

## REFERENCIAS

**Abanto Castillo, Flavio . 2009. *Tecnología del concreto*. Lima : San Marcos E.I.R.L., 2009. ISBN 978-612-302-060-6.**

*Analisis de la prestacion mecanica del hormigon empleando virutas de acero como agregado fino.* **BRIONES PONCE, angie nicole, y otros. 2020.** 1, s.l. : REVISTA REIMAT, 2020, Vol. 5. 2588-0721.

**Andrea, Angarita Pinzon Paula y Jesney, Rincon Gaona Heyfa. 2016.** "*evaluacion de las propiedades mecanicas del concreto adicionado con viruta de acero en porcentajes de 10 y 12% respecto al agregado fino de la mezcla. colombia*": universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, 2016.

**Arequipa, Aceros. 2020.** konstrutecnia. [En línea] 2020. <https://www.konstrutecnia.com/>.

**ASOCRETO & ICONTEC. 2020.** GRUPO ARGOS. *360 EN CONCRETO*. [En línea] 2020.

**Bellido Prado, Jhony Vidal. 2021.** *Influencia de las fibras de alambre reciclado en el pavimento del concreto  $f_c=300$  kg/cm<sup>2</sup>, Av. Javier Perez de Cuellar ,Ayacucho - 2021.* AYACUCHO : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2021.

**Calle Gerrero, Elvis Anderson y Gonzales Montero , Julio Cesar. 2020.** *incorporacion de residuos de alambre para mejorar la resistencia del concreto para las lozas en viviendas - Piura 2019.* PIURA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2020.

**Cespedes Yalico, Oscar Manuel. 2019.** *dosificacion de concreto fibroreforzado con alambre ondulado para mejorar las propiedades del concreto  $f_c = 280$ kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2019.* LIMA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2019.

**Cevera , Miguel y Banco, Elena. 2015.** *Reciclado de concreto*. España : s.n., 2015. ISBN: 9788494424441.

*Concretos reciclados, posibilidades de investigación desde el pregrado.* **RIBERA , Emely, y otros. 2020.** 9, Nicaragua : arquitecturas +, 27 de marzo de 2020, Vol. 5. ISSN: 2518-2943.

**Constructor Civil. 2011.** concreto reforzado con fibras de acero. [En línea] 27 de enero de 2011. <https://www.elconstructorcivil.com/2011/01/concreto-reforzado-con-fibras-de-acero.html>.

**CURE, LINA. 2020.** GRUPO ARGOS. *360 EN CONCRETO*. [En línea] 2020. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ensayo-de-asentamiento-del-concreto#:~:text=El%20asentamiento%20es%20una%20medida%20de%20la%20con-sistencia,c%C3%B3mo%20se%20realiza%2C%20siguiendo%20la%20norma%20NTC%20396..>

**DIAZ, CARRASCO. 2018.** *Metodología de la investigación : las rutas cualitativas y mixtas* . s.l. : Mc Graw-HIL, 2018.

**Diaz, CARRASCO. 2018.** *Metodología de la investigación; las rutas cuantitativas ,cualitativas y mixtas* . s.l. : Mc Graw-Hill, 2018.

**EDDY. 2015.** peso unitario (densidad del concreto). *clubensayos*. [En línea] 20 de mayo de 2015. <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Peso-Unitario-Densidad-del-Concreto/2536160.html>.

*El proyecto de investigación* . **ARIAS ODON, Fideas Gerardo. 2012.** s.l. : Editorial Espisteme, 2012, Vol. 6 Edición . ISBN: 980-07-8529-9.

*ensayos a flexion de losas de concreto sobre terreno reforsadas con fibras de acero.*

**CARRILLO, julian y SILVA PARAMO, diego. 2016.** 3, Mexico : ingeniería , investigación y tecnología, 2016, Vol. 17. 1405-7743.

*Fibras de acero en la resistencia a la compresion del concreto.* **FARFAN CORDOVA, marlon, y otros. 2019.** 4-13, Venezuela : gaceta tecnica , 2019, Vol. 20. ISSN-e 1856-9560.

**Garcia Gallardo, Anders Felipe. 2018.** *Variación de la resistencia a la compresion del concreto convencional usando desechos metalicos* . Colombia : Universidad piloto de Colombia , 2018.

**HERNANDES SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES, Christian Paulina. 2018.** *metodología de la investigación la ruta cuantitativa , cualitativa y mixta*. MEXICO : Editorial Mc Graw Hill Education, 2018. ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p..

**HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES, Christian Pulina. 2018.** *Metodologia de la investigacion* . Mexico : Mc graw will, 2018.

**ISAN, Ana. 2017.** Definición de reciclaje. *Ecologia verde*. [En línea] 22 de noviembre de 2017. <https://www.ecologiaverde.com/definicion-de-reciclaje-240.html>.

*poblacion muestra y muestreo* . **LUIS LOPEZ, Pedro. 2004.** 08, cochabamba : punto cero, 2004, Vol. 09. ISSN 1815-0276.

*Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo.* **CARRILLO, Julian, ALCOCER , Sergio y APERADOR , William. 2013.** 2, Mexico : Ingeniería, investigación y tecnología, 2013, Vol. 14. ISSN 1405-7743.

**QUIROZ CRESCO, Mariela Vivian y SALAMANCA OSUNA, Lucas Esteban. 2006.** *APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN* . Bolivia : s.n., 2006.

**SALINAS, Anghelina. 2019.** tecnologia de Blogger. [En línea] 12 de julio de 2019. [Citado el: 29 de septiembre de 2021.]

**Sika PERU S.A. 2011.** *concreto reforsado con fibras*. Lima : s.n., 2011. SSN-0122-0594.

**VALDERRAMA MENDOZA, Santiago. 2012.** *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima : San Marcos, 2012. 9786123028787.

**Valencia Castro, Plenio Andres y Quintana Cruz, Cristian Dario. 2016.** *Analisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acer al 12% y 14%*. Bogota : aniversidad Calotica de Colombia , 2016.

**VASQUEZ GANZALES, Ivan. 2015.** *COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON* . CAJAMARCA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2015.

## **ANEXOS**

## Anexo 01 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

"Análisis de las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> incorporando alambre reciclado, distrito Quiquijana – cusco, 2021"						
Problemas generales	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
¿Cuánto influye la incorporación del alambre reciclado en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> , en porcentajes de 3% y 7% , distrito Quiquijana – cusco,2021?	Determinar la influencia del alambre reciclado en las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c = 210kg/cm <sup>2</sup> incorporando alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% , distrito Quiquijana – Cusco, 2021.	La incorporación del alambre reciclado mejora significativamente las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , distrito Quiquijana – cusco,2021	Alambre reciclado	Dosificación	0%	Balanza
					3%	Balanza
					7%	Balanza
Problemas específico	Objetivos específicos	Hipótesis específicos	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
¿Cuánto influye el alambre reciclado en las propiedades físicas del concreto en estado fresco incorporando alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% para un concreto de f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> , distrito Quiquijana – cusco,2021?	Determinar las propiedades físicas del concreto en estado fresco incorporando alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% para un concreto de f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> , distrito Quiquijana – cusco,2021.	La incorporación del alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% mejorara la densidad y el asentamiento disminuirá en las propiedades físicas del concreto f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> en estado fresco , distrito Quiquijana – Cusco, 2021.	Propiedades físico-mecánicas del concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Propiedades físicas del concreto f'c =210Kg/cm <sup>2</sup> en estado fresco	Densidad del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	Recipiente metálico de un tercio de pie cubico
					Asentamiento (slump)(pulgadas)	Cono de Abrams
¿Cuánto influye el alambre reciclado en las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido incorporando alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% para un concreto de f'c =210 Kg/cm <sup>2</sup> , distrito Quiquijana – cusco,2021?	Determinar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido incorporando alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% para un concreto de f'c =210 Kg/cm <sup>2</sup> , distrito Quiquijana – cusco,2021	La incorporación de alambre reciclado en porcentajes de 3% y 7% aumenta la resistencia a la compresión , tracción y flexión del concreto f'c =210 Kg/Cm <sup>2</sup> en las propiedades mecánicas del concreto, distrito Quiquijana – Cusco, 2021.	Propiedades físico-mecánicas del concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Propiedades mecánicas del concreto f'c =210Kg/cm <sup>2</sup> en estado endurecido	Resistencia a la compresión axial (kg/cm <sup>2</sup> )	Prensa hidráulica
					Resistencia a la compresión diametral (kg/cm <sup>2</sup> )	Prensa hidráulica
					Resistencia a la flexión en vigas (kg/cm <sup>2</sup> )	prensa hidráulica para el ensayo de flexión con carga a los tercios

## Anexo 02 – MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
VARIABLE INDEPENDIENTE	ALAMBRE RECICLADO	Es un alambre de acero de bajo carbono, obtenido por trefilación y con posterior tratamiento térmico de recosido, que le otorga excelente ductilidad y maleabilidad, conservando suficiente resistencia mecánica para trabajar óptimamente.	Esta investigación plantea incorporar alambre reciclado en diferentes porcentajes en la elaboración de mezcla del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .	DOSIFICACION	0%	razón	<b>Tipo de investigación:</b> aplicada  <b>Nivel de investigación:</b> explicativo  <b>Enfoque de investigación:</b> cuantitativo  <b>Diseño de investigación:</b> cuasi experimental  <b>Población:</b> producción de concreto para el estudio  <b>Muestra:</b> (54 probetas cilíndricas ,18 vigas)  <b>Muestreo:</b> no probabilístico  <b>Técnica de recolección de datos:</b> observación directa
					3%	razón	
					7%	razón	
VARIABLE DEPENDIENTE	PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c = 210\text{KG/CM}^2$	CARRILLO et al (2013) nos dice que las propiedades mecánicas del concreto son la resistencia a los esfuerzos a compresión, la resistencia al esfuerzo de tensión debido al flexión, resistencia a la tracción de manera indirecta.	Esta investigación determinara las propiedades físicas - mecánicas del concreto con los respectivos ensayos y comprobara su resistencia a la compresión tracción, flexión, asentamiento y densidad.	PROPIEDADES FISICAS	DENSIDAD	razón	
					ASENTAMIENTO	razón	
				PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION	razón	
					RESISTENCIA A LA TRACCION	razón	
	RESISTENCIA A LA FLEXION	razón					

# Anexo 03: INFORME TÉCNICO DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO.

	<b>INGENIERIA, GEOTECNIA &amp; CONSTRUCCION</b>	
	<b>ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS</b>	
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO (Cómite ACI 211) f'c - 210 kg/cm2	Revisión : 00 Página: 1 de 1

<b>Cemento</b> : YURA TIPO IP <b>Ag. Fino</b> : Arena Natural Cantera Huambugo <b>Ag. Grueso</b> : Grava 3/4" Cantera Huambugo <b>Aditivo 1</b> : Dosis : _____ P. Especific. _____ kg/lt <b>Aditivo 2</b> : Dosis : _____ P. Especific. _____ kg/lt <b>Asentamiento</b> : 2" - 4" <b>Concreto</b> : <b>sin</b> aire incorporado	Fecha: 20 de Setiembre de 2021 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Relación A/C Diseño</td> <td style="text-align: center;">0.53</td> </tr> <tr> <td>Factor Cemento</td> <td style="text-align: center;">8.3 bls/m3</td> </tr> <tr> <td>f'c</td> <td style="text-align: center;">210 kg/cm2</td> </tr> <tr> <td>f'cr (diseño)</td> <td style="text-align: center;">294 kg/cm2</td> </tr> </table>	Relación A/C Diseño	0.53	Factor Cemento	8.3 bls/m3	f'c	210 kg/cm2	f'cr (diseño)	294 kg/cm2
Relación A/C Diseño	0.53								
Factor Cemento	8.3 bls/m3								
f'c	210 kg/cm2								
f'cr (diseño)	294 kg/cm2								

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Características de los agregados</th> </tr> <tr> <th>Definición</th> <th>Fino</th> <th>Grueso</th> <th>Cemento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso Especifico kg/m<sup>3</sup></td> <td style="text-align: center;">2372.35</td> <td style="text-align: center;">2639.07</td> <td style="text-align: center;">2850</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario Suelto</td> <td style="text-align: center;">1449.3</td> <td style="text-align: center;">1353.19</td> <td style="text-align: center;">1500</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario Varillado</td> <td style="text-align: center;">1766.08</td> <td style="text-align: center;">1524.4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Módulo de fineza</td> <td style="text-align: center;">4.19</td> <td style="text-align: center;">5.96</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Humedad Natural</td> <td style="text-align: center;">5.06</td> <td style="text-align: center;">0.98</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Absorción</td> <td style="text-align: center;">5.07</td> <td style="text-align: center;">1.35</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tamaño Máximo Nominal</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Características de los agregados				Definición	Fino	Grueso	Cemento	Peso Especifico kg/m <sup>3</sup>	2372.35	2639.07	2850	Peso Unitario Suelto	1449.3	1353.19	1500	Peso Unitario Varillado	1766.08	1524.4		Módulo de fineza	4.19	5.96		% Humedad Natural	5.06	0.98		% Absorción	5.07	1.35		Tamaño Máximo Nominal				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Valores de diseño</th> </tr> <tr> <th>Agua</th> <th>R a/c (*)</th> <th>Cemento</th> <th>Aire atrapado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">205.0</td> <td style="text-align: center;">0.530</td> <td style="text-align: center;">352.9</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Volumen absolutos m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de mezcla</th> </tr> <tr> <th>Agua</th> <th>Cemento</th> <th>Aire</th> <th>pasta</th> <th>agregados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0.205</td> <td style="text-align: center;">0.124</td> <td style="text-align: center;">0.020</td> <td style="text-align: center;">0.349</td> <td style="text-align: center;">0.651</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.</td> <td style="text-align: center;">58%</td> <td style="text-align: center;">42%</td> </tr> </tbody> </table>	Valores de diseño				Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado	205.0	0.530	352.9	2	Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla					Agua	Cemento	Aire	pasta	agregados	0.205	0.124	0.020	0.349	0.651	Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			58%	42%
Características de los agregados																																																																					
Definición	Fino	Grueso	Cemento																																																																		
Peso Especifico kg/m <sup>3</sup>	2372.35	2639.07	2850																																																																		
Peso Unitario Suelto	1449.3	1353.19	1500																																																																		
Peso Unitario Varillado	1766.08	1524.4																																																																			
Módulo de fineza	4.19	5.96																																																																			
% Humedad Natural	5.06	0.98																																																																			
% Absorción	5.07	1.35																																																																			
Tamaño Máximo Nominal																																																																					
Valores de diseño																																																																					
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado																																																																		
205.0	0.530	352.9	2																																																																		
Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla																																																																					
Agua	Cemento	Aire	pasta	agregados																																																																	
0.205	0.124	0.020	0.349	0.651																																																																	
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			58%	42%																																																																	

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Volumen absoluto de agregados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0.651</td> <td style="text-align: center;">m3</td> </tr> </tbody> </table>	Volumen absoluto de agregados		0.651	m3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Fino</td> <td style="text-align: center;">58%</td> <td style="text-align: center;">0.378</td> <td style="text-align: center;">m3</td> <td style="text-align: center;">897.519</td> <td style="text-align: center;">kg/m3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Grueso</td> <td style="text-align: center;">42%</td> <td style="text-align: center;">0.273</td> <td style="text-align: center;">m3</td> <td style="text-align: center;">720.035</td> <td style="text-align: center;">kg/m3</td> </tr> </table>	Fino	58%	0.378	m3	897.519	kg/m3	Grueso	42%	0.273	m3	720.035	kg/m3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Pesos de los elementos kg/m3 de mezcla</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Secos</th> <th>Corregidos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento</td> <td style="text-align: center;">352.9</td> <td style="text-align: center;">352.9</td> </tr> <tr> <td>Agr. fino</td> <td style="text-align: center;">897.5</td> <td style="text-align: center;">897.4</td> </tr> <tr> <td>Agr. grueso</td> <td style="text-align: center;">720.0</td> <td style="text-align: center;">717.4</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td style="text-align: center;">205.0</td> <td style="text-align: center;">207.8</td> </tr> <tr> <td>Aditivo 1</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Aditivo 2</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">0.00</td> </tr> <tr> <td>Colada kg/m<sup>3</sup></td> <td style="text-align: center;">2175.5</td> <td style="text-align: center;">2175.5</td> </tr> </tbody> </table>	Pesos de los elementos kg/m3 de mezcla				Secos	Corregidos	Cemento	352.9	352.9	Agr. fino	897.5	897.4	Agr. grueso	720.0	717.4	Agua	205.0	207.8	Aditivo 1	0.00	0.00	Aditivo 2	0.00	0.00	Colada kg/m <sup>3</sup>	2175.5	2175.5
Volumen absoluto de agregados																																													
0.651	m3																																												
Fino	58%	0.378	m3	897.519	kg/m3																																								
Grueso	42%	0.273	m3	720.035	kg/m3																																								
Pesos de los elementos kg/m3 de mezcla																																													
	Secos	Corregidos																																											
Cemento	352.9	352.9																																											
Agr. fino	897.5	897.4																																											
Agr. grueso	720.0	717.4																																											
Agua	205.0	207.8																																											
Aditivo 1	0.00	0.00																																											
Aditivo 2	0.00	0.00																																											
Colada kg/m <sup>3</sup>	2175.5	2175.5																																											

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Aporte de agua en los agregados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ag. fino</td> <td style="text-align: center;">0.09</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ag. grueso</td> <td style="text-align: center;">2.66</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua libre</td> <td style="text-align: center;">2.75</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua efectiva</td> <td style="text-align: center;">207.8</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Aporte de agua en los agregados			Ag. fino	0.09		Ag. grueso	2.66		Agua libre	2.75		Agua efectiva	207.8		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="7">Volumenes aparentes con humedad natural de acopio</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Cemento</th> <th>Fino</th> <th>Grueso</th> <th>Agua (lt)</th> <th>Aditivo (lt)</th> <th>Aditivo (lt)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>En m3</td> <td style="text-align: center;">0.235</td> <td style="text-align: center;">0.619</td> <td style="text-align: center;">0.530</td> <td style="text-align: center;">207.8</td> <td style="text-align: center;">0.0</td> <td style="text-align: center;">0.0</td> </tr> <tr> <td>En pie3</td> <td style="text-align: center;">8.31</td> <td style="text-align: center;">21.87</td> <td style="text-align: center;">18.72</td> <td style="text-align: center;">207.8</td> <td style="text-align: center;">0.0</td> <td style="text-align: center;">0.0</td> </tr> </tbody> </table>	Volumenes aparentes con humedad natural de acopio								Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo (lt)	Aditivo (lt)	En m3	0.235	0.619	0.530	207.8	0.0	0.0	En pie3	8.31	21.87	18.72	207.8	0.0	0.0
Aporte de agua en los agregados																																												
Ag. fino	0.09																																											
Ag. grueso	2.66																																											
Agua libre	2.75																																											
Agua efectiva	207.8																																											
Volumenes aparentes con humedad natural de acopio																																												
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo (lt)	Aditivo (lt)																																						
En m3	0.235	0.619	0.530	207.8	0.0	0.0																																						
En pie3	8.31	21.87	18.72	207.8	0.0	0.0																																						

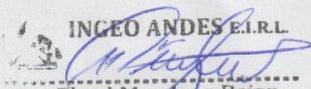
  

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio						
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)
	1	2.543	2.033	0.589	0	0
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie3)	Ag. Grueso (pie3)	Agua (lt)	Aditivo 1 (ml)	Aditivo 2 (ml)
	1	2.6	2.3	25.0	0.0	0.0

**Observaciones**

- Se recomienda seguir las especificaciones del ACI, respecto al control de calidad del concreto en obra.
- El diseño contiene un factor de seguridad recomendado por el ACI.
- De acuerdo a recomendaciones del ACI, el diseño se hizo por durabilidad.
- Se empleó : CEMENTO PORTLANT YURA TIPO IP ASTM C595

  
**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
 Ing. Elard Mendoza Bejar  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143365



# INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

## ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

### Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM² INCORPORANDO ALAMBRE RECICLADO, DISTRITO QUIQUIJANA-CUSCO 2021.

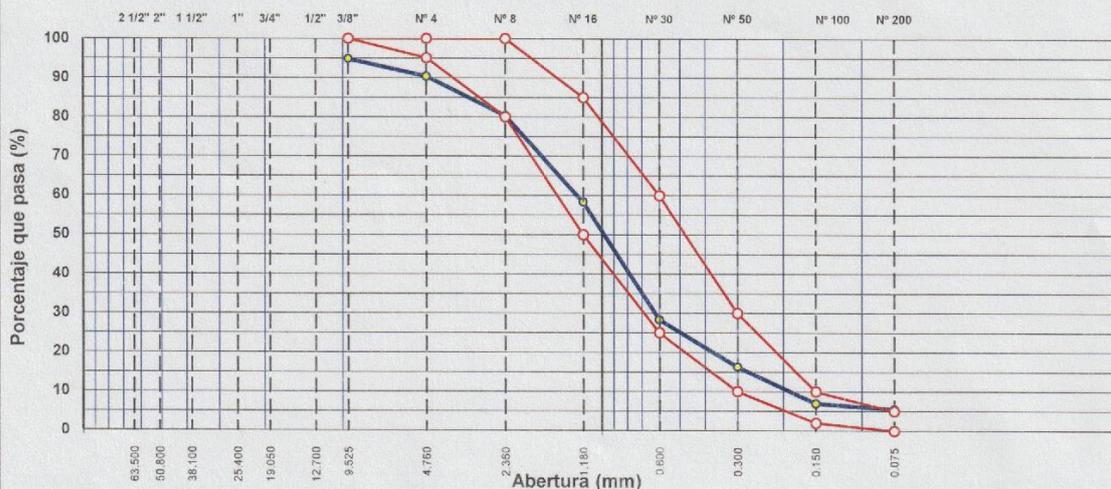
Distrito	QUIQUIJANA
Provincia	QUISPICANCHI
Departamento	CUSCO

#### DATOS DE LA MUESTRA

Tipo material:	Arena Natural	Fecha	20/09/2021
Ubicación de Muestra:	Cantera Huambutio	N° Muestra:	1

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,000.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 945.0 gr
2"	50.800						PESO FINO = 903.0 gr
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0		Ensayo Malla #200
3/8"	9.525	52.0	5.2	5.2	94.8	100	P.S. Seco. 1000.0
# 4	4.760	45.0	4.5	9.7	90.3	95 - 100	P.S. Lavado 945.0
# 8	2.360	100.0	10.0	19.7	80.3	80 - 100	% 200 5.50
# 16	1.180	220.0	22.0	41.7	58.3	50 - 85	MÓDULO DE FINURA = 4.19 %
# 30	0.600	300.0	30.0	71.7	28.3	25 - 60	
# 50	0.300	120.0	12.0	83.7	16.3	10 - 30	
# 100	0.150	93.0	9.3	93.0	7.0	2 - 10	
# 200	0.075	15.0	1.5	94.5	5.5	0 - 5	
< # 200	FONDO	55.0	5.5	100.0	0.0		
FINO		903.0					
TOTAL		1,000.0					

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



INGEO ANDES E.I.R.L.  
  
 Ing. Elard Mendoza Bejar  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 143395



## INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

### ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

## PESO UNITARIO DEL AGREGADO

**Proyecto:** ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM<sup>2</sup>  
INCORPORANDO ALAMBRE RECICLADO, DISTRITO QUIQUIJANA-CUSCO 2021.

**Certificado** : Ar - 01  
**Cantera** :Huambutio

**Fecha** :20/09/2021  
**Muestra** :Arena Natural

**Revisado** :E.M.B

### SUELTO

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE LA ARENA + MOLDE (gr.)	12876	12869	12860
PESO DEL MOLDE (gr.)	8515	8515	8515
PESO DE LA ARENA SUELTO	4361	4354	4345
VOLUMEN DEL MOLDE	3004	3004	3004
PESO UNITARIO SUELTO	1.452	1.449	1.446
PROMEDIO PONDERADO (Kg / M <sup>3</sup> )	1449		

### COMPACTADO

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE LA ARENA + MOLDE (gr.)	13865	13790	13810
PESO DEL MOLDE (gr.)	8515	8515	8515
PESO DE LA ARENA COMPACTADO	5350	5275	5295
VOLUMEN DEL MOLDE	3004	3004	3004
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.781	1.756	1.763
PROMEDIO PONDERADO (Kg / M <sup>3</sup> )	1767		

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

 **INGEO ANDES E.I.R.L.**  
*Ing. Elard Mendoza Bejar*  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 140365

**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**

**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**



**Proyecto:** ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ALAMBRE RECICLADO, DISTRITO QUIQUIJANA-CUSCO 2021.

**Certificado** : 1

**Cantera** : Huambutio

**Fecha** : 20/09/2021

**Muestra** : Arena Natural

**Hecho por** : H.P.C

**Revisado** : M.B.E

**GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCIÓN DE AGREGADOS**

AGREGADO GRUESO			
IDENTIFICACIÓN			
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Aire)		
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Agua)		
C	Vol. de Masas + Vol. de Vacíos = A-B		
D	Peso Mat. Seco en estufa (105°)		
E	Vol. de Masa = C - ( A-D )		
	Pe Bulk (Base seca) =D/C		
	Pe Bulk (Base Saturada) =A/C		
	Pe Aparente (Base seca) = D/E		
	% Absorción =(( A-D ) / D ) x 100		

AGREGADO FINO				
IDENTIFICACIÓN				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Aire)	300.0	300.0	
B	Peso Frasco + H2O	745.3	745.3	
C	Peso Frasco + H2O + A	1045.30	1045.30	
D	peso Mat. + H2O en el Frasco	918.5	919.1	
E	Vol. Masa + Vol. Vacíos = C - D	126.80	126.20	
F	Peso del Mat. Seco en Estufa (105°)	285.4	285.6	Promedio
G	Vol. de Masa = E - (A-F)	112.20	111.83	
	Pe Bulk (Base seca) = F/E	2.251	2.263	2.257
	Pe Bulk (Base Saturada) =A/E	2.366	2.377	2.372
	Pe Aparente (Base seca) = F/G	2.544	2.554	2.549
	% Absorción =(( A-F ) / F ) x 100	5.12	5.03	5.07


**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
  
**Ing. Elard Mendoza Bejar**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. N° 143365



# INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

## ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

### Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM² INCORPORANDO ALAMBRE RECICLADO, DISTRITO QUIQUIJANA-CUSCO 2021.

Distrito QUIQUIJANA

Provincia QUISPICANCHI

Departamento CUSCO

#### DATOS DE LA MUESTRA

Tipo material: Grava 3/4"

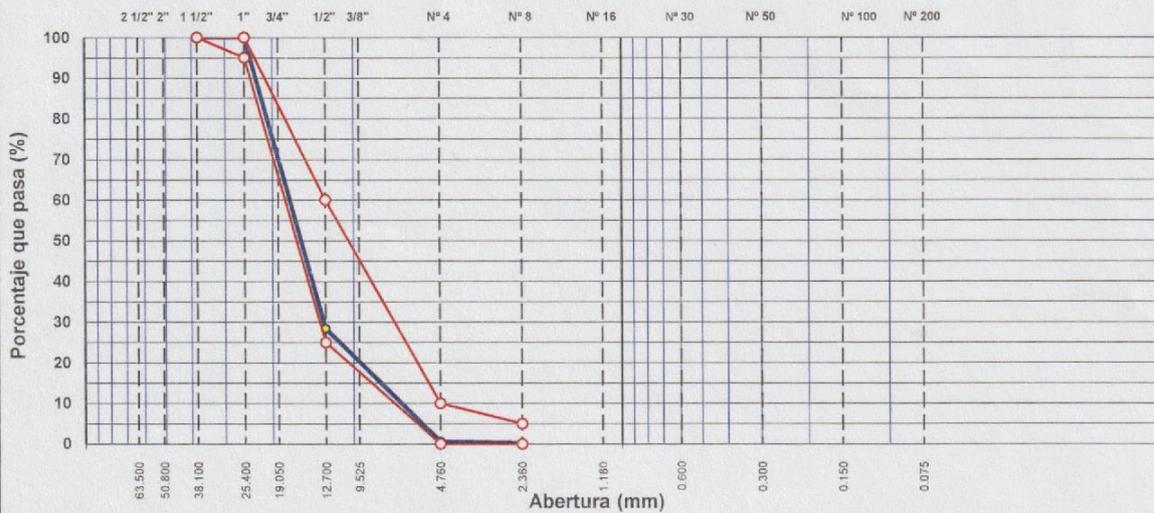
Fecha 20/09/2021

Ubicación de Muestra: Huambutio

N° Muestra: 1

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG-3	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,706.8 gr
2 1/2"	63.500						MÓDULO DE FINURA = 5.96 %
2"	50.800						
1 1/2"	38.100					100 - 100	
1"	25.400				100.0	95 - 100	
3/4"	19.050	198.0	11.6	11.6	88.4		
1/2"	12.700	1,023.0	59.9	71.5	28.5	25 - 60	
3/8"	9.525	243.0	14.2	85.8	14.2		
# 4	4.760	232.0	13.6	99.4	0.6	0 - 10	
# 8	2.360	5.8	0.3	99.7	0.3	0 - 5	
< # 8	FONDO	5.0	0.3	100.0	0.0		
TOTAL		1,706.8					

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



INGEO ANDES E.I.R.L.  
  
 Ing. Etard Mondaza Bejar  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP N° 148366



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO**

Proyecto : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM<sup>2</sup>  
INCORPORANDO ALAMBRE RECICLADO

Cantera  
Certificado : 01  
Fecha : 20/09/2021  
Muestra : Grava 3/4  
Revisado : M.B.E

**SUELTO**

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE LA GRAVA + MOLDE (gr.)	12535	12599	12600
PESO DEL MOLDE (gr.)	8515	8515	8515
PESO DE LA GRAVA SUELTA	4020	4084	4085
VOLUMEN DEL MOLDE	3004	3004	3004
PESO UNITARIO SUELTO	1.338	1.360	1.360
PROMEDIO PONDERADO (Kg / M <sup>3</sup> )	1353		

**COMPACTADO**

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE LA GRAVA + MOLDE (gr.)	13063	13104	13110
PESO DEL MOLDE (gr.)	8515	8515	8515
PESO DE LA GRAVA COMPACTADO	4548	4589	4595
VOLUMEN DEL MOLDE	3004	3004	3004
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.514	1.528	1.530
PROMEDIO PONDERADO (Kg / M <sup>3</sup> )	1524		

OBSERVACIONES:

.....  
.....  
.....

INGEO ANDES E.I.R.L.  
  
Ing. Einar Mendoza Bejar  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 143365

**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION**

**ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**



**Proyecto** : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM² INCORPORANDO ALAMBRE RECICLADO, DISTRITO QUIQUIJANA-CUSCO 2021.  
**Cantera** : Huambutio  
**Certificado** : 1  
**Fecha** : 20/09/2021  
**Muestra** : Grava Triturada 3/4  
**Hecho por** : C.H.P  
**Revisado** : M.B.E

**GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCIÓN DE AGREGADOS**

**AGREGADO GRUESO**

IDENTIFICACIÓN					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Aire)	1959.0	2183.0		
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Agua)	1215.0	1357.4		
C	Vol. de Masas + Vol. de Vacíos = A-B	744.0	825.6		
D	Peso Mat. Seco en estufa (105°)	1934	2152.5		Promedio
E	Vol. de Masa = C - ( A-D )	719.0	795.1		
	Pe Bulk (Base seca) =D/C	2.599	2.607		2.603
	Pe Bulk (Base Saturada) =A/C	2.633	2.644		2.639
	Pe Aparente (Base seca) = D/E	2.690	2.707		2.699
	% Absorción =(( A-D ) / D ) x 100	1.29	1.42		1.35

**AGREGADO FINO**

IDENTIFICACIÓN					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Aire)				
B	Peso Frasco + H2O				
C	Peso Frasco + H2O + A				
D	peso Mat. + H2O en el Frasco				
E	Vol. Masa + Vol. Vacíos = C - D				
F	Peso del Mat. Seco en Estufa (105°)				
G	Vol. .de Masa = E - (A-F)				
	Pe Bulk (Base seca) = F/E				
	Pe Bulk (Base Saturada) =A/E				
	Pe Aparente (Base seca) = F/G				
	% Absorción =(( A-F ) / F ) x 100				

  
**INGEO ANDES E.I.R.L.**  
 Ing. Elard Mendoza Rejar  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.I.F. N° 142368



# INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

## ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

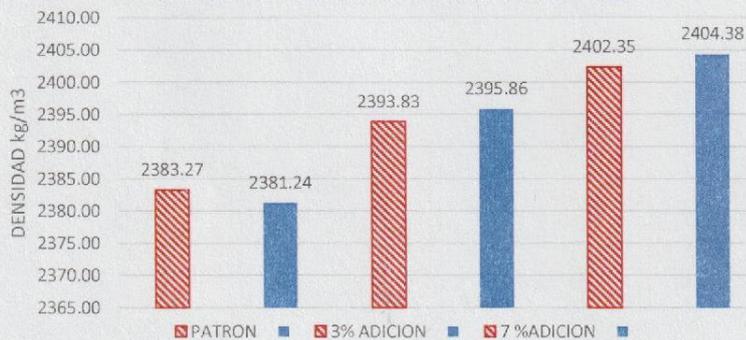


### ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTO

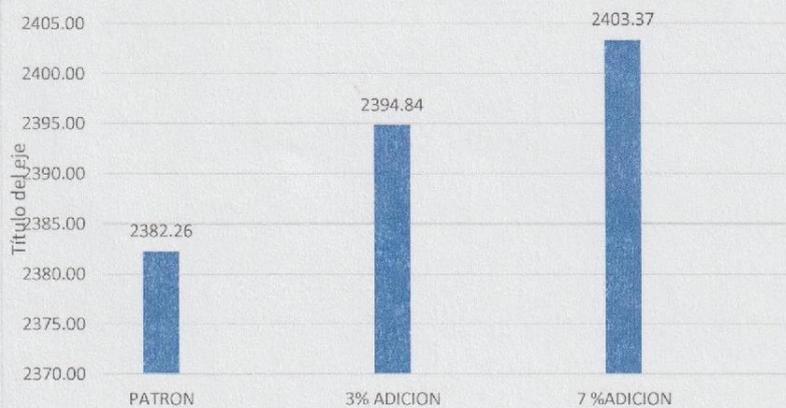
EL VOL. DE RE  
**0.00246** VOL. DE MOLDE M3

	ENSAYO	PESO MOLDE +MUESTRA (KG)	PESO MOLDE (KG)	Densidad (Masa Unitaria) kg/m3	PROMEDIO DENSIDAD kg/m3	
PATRON	1	7.11	1.24	2383.27	2382.26	0%
	2	7.105	1.24	2381.24		
3% ADICION	1	7.136	1.24	2393.83	2394.84	0.53%
	2	7.141	1.24	2395.86		
7%ADICION	1	7.157	1.24	2402.35	2403.37	0.90%
	2	7.162	1.24	2404.38		

#### DENSIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO



#### DENSIDAD DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO





INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

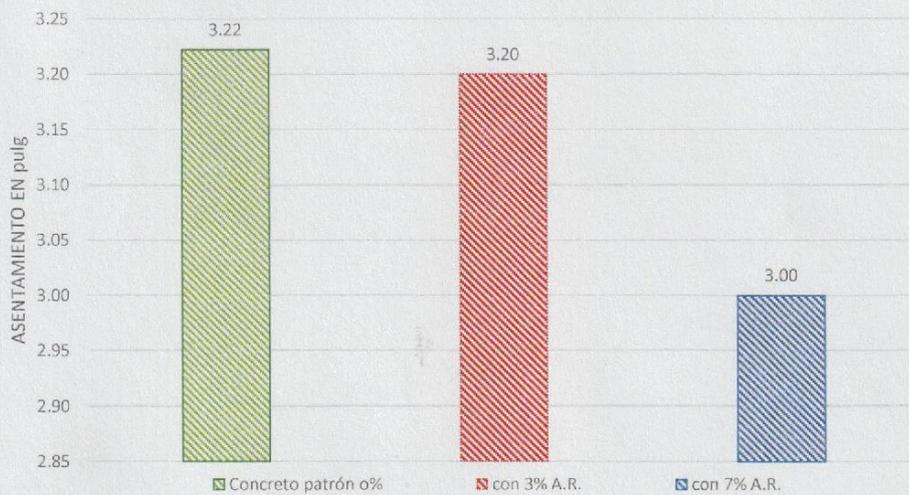


ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

ASENTAMIENTO, prueba de slump

Muestra	SLUMP REQUERIDO	SLUMP REAL (pulg.)	LUMP REAL (cm.)
Concreto patrón 0%	3" - 4"	3.22	8.2
con 3% A.R.	3" - 4"	3.20	8.15
con 7% A.R.	3" - 4"	3.00	7.8

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DE CONCRETO



INGEO ANDES E.I.R.L.

Ing. Elard Mendoza Rejar  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

CIP N° 143345









# INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

## ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS



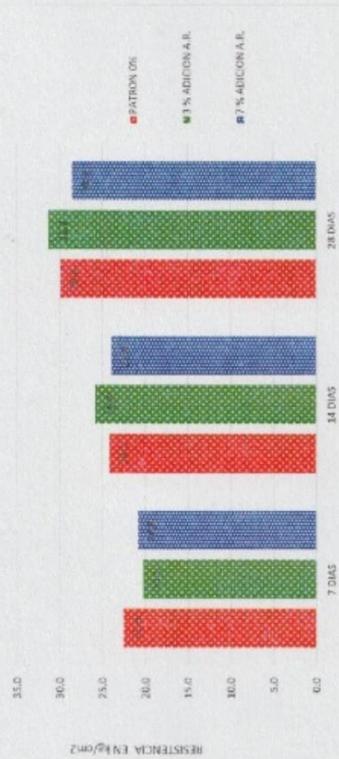
### RESUMEN - ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA

Muestra	Edad (días)	DIMENSIONES MUESTRA		LECT. DIAL PROMEDIO		RESIST. TRAC. INDIRECTA(kg/cm2)	RESISTENCIA (%)
		LARGO (cm)	DIAMETRO (cm)	PROMEDIO (KN)	PROMEDIO (kg)		
PATRON - 0%	7	30,40	15,24	161	16422	22,6	79,0%
	14	30,38	15,23	172	17550	24,1	84,6%
	28	30,40	15,23	213	21729	29,9	104,6%
3,0 % ADICION AR	7	30,40	15,24	144	14729	20,2	70,9%
	14	30,39	15,22	184	18767	25,8	90,5%
	28	30,38	15,24	223	22738	31,3	109,5%
7,0 % ADICION AR	7	30,37	15,22	146	15125	20,8	73,0%
	14	30,40	15,24	171	17401	23,9	82,7%
	28	30,40	15,24	203	20717	28,5	99,7%

2.8 Mpa promedio que recomienda la norma rtp  
28.552 kg/cm2

PATRON 0%	7 DIAS		14 DIAS		28 DIAS	
	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
22,6	79,0%	24,1	84,6%	29,9	104,6%	100
20,2	70,9%	25,8	90,5%	31,3	109,5%	105
20,8	73,0%	23,9	82,7%	28,5	99,7%	95

evolucion de la resistencia a traccion indirecta





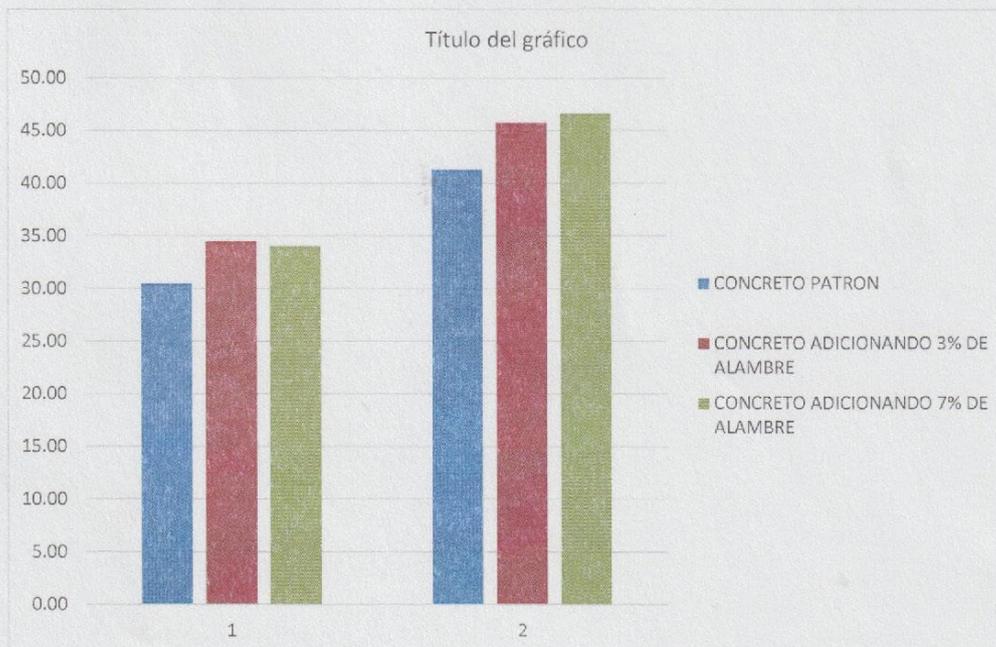
# INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

## ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS



### RESISTENCIA A LA FLEXION ( ASTM C - 78 / NTP 339.078:2012) Modulo de Rotura MR =42.15 Kg/cm<sup>2</sup>

N°	FECHA DE MOLDEO	DESCRIPCION - MUESTRA	EDAD		LONG. (cm)	DIST. (cm)	ALTO (cm)	ANCHO (cm)	CARGA (Kgf)	MR			
			7 DIAS	28 DIAS						(Kg/cm2)	Promedio	(%)	(Mpa)
1	24/09/2021	CONCRETO PATRON	1/10/2021		53.3	45	15.3	15.5	2447	30.35	30.50	72.36%	3.05
2	24/09/2021		1/10/2021		53.5	45	15.5	15.6	2294	27.55			
3	24/09/2021		1/10/2021		53.3	45	15.3	15.4	2692	33.60			
4	24/09/2021			22/10/2021	53.4	45	15.4	15.5	3579	43.82	41.32	98.03%	4.13
5	24/09/2021			22/10/2021	53.5	45	15.3	15.3	3416	42.92			
6	24/09/2021			22/10/2021	53.3	45	15.5	15.6	3100	37.22			
7	24/09/2021	CONCRETO ADICIONANDO 3% DE ALAMBRE	1/10/2021		53.4	45	15.3	15.4	2814	35.13	34.48	81.80%	3.45
8	24/09/2021		1/10/2021		53.5	45	15.4	15.4	2509	31.90			
9	24/09/2021		1/10/2021		53.3	45	15.3	15.5	3171	36.40			
10	24/09/2021			22/10/2021	53.3	45	15.3	15.5	3844	47.68	45.76	108.57%	4.58
11	24/09/2021			22/10/2021	53.5	45	15.5	15.6	3763	45.18			
12	24/09/2021			22/10/2021	53.3	45	15.3	15.4	3559	44.42			
13	24/09/2021	CONCRETO ADICIONANDO 7% DE ALAMBRE	1/10/2021		53.4	45	15.4	15.5	2927	32.60	34.05	80.77%	3.40
14	24/09/2021		1/10/2021		53.5	45	15.3	15.3	2733	34.34			
15	24/09/2021		1/10/2021		53.3	45	15.5	15.6	3059	35.20			
16	24/09/2021			22/10/2021	53.4	45	15.3	15.4	3763	46.97	46.69	110.77%	4.67
17	24/09/2021			22/10/2021	53.5	45	15.4	15.4	3651	44.98			
18	24/09/2021			22/10/2021	53.3	45	15.3	15.5	3880	48.12			



INGEO ANDES E.I.R.L.  
*Elard Mendoza*  
Ing. Elard Mendoza Bejar  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 142365

## Anexo 04: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-009-2021

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

**Expediente** 20165  
**Solicitante** INGEO ANDES E.I.R.L  
**Dirección** LOTE. B-17 OTR. ASOCIACION UBIMA 2 (PDRA HORACIO ZEVALLOS VIA EVIT C3P VERDE) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN  
**Instrumento de Medición** Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión  
**Equipo Calibrado** PRENSA DE CONCRETO  
**Marca (o Fabricante)** PYS EQUIPOS EIRL  
**Modelo** STYE – 2000  
**Número de Serie** 131122  
**Procedencia** CHINA  
**Indicador de Lectura** DIGITAL  
**Alcance de Indicación** 0 Kgf a 2000 Kgf  
**Resolución** 0,1 Kgf  
**Marca (o Fabricante)** ZHEJIANG GEOTECHNICAL INSTRUMENTS MANUFACTURING CO. LTD.  
**Modelo** LM -02  
**Número de Serie** NO INDICA  
**Transductor de Fuerza** NO INDICA  
**Marca (o Fabricante)** NO INDICA  
**Modelo** NO INDICA  
**Número de Serie** NO INDICA  
**Código** NO INDICA  
**Ubic. Del Instrumento** LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
**Lugar de Calibración** URB. SAN JUDAS GRANDE, B10, WANCHAQ  
**Fecha de Calibración** 2021-01-13

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2021-01-18

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.  
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial  
Mz. A, Lote 18; Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima  
• Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

**Método de Calibración**

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376 ,  
 Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión  
 Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

**Trazabilidad**

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú  
 Con Certificado N° INF-LE-N° 189-19

**Resultados de medición**

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	100	99,9	100,2	99,9	100,0	0,0	0,3	1,5
20	200	201,1	201,5	201,1	201,2	-0,6	0,2	0,8
30	300	301,2	301,6	301,2	301,3	-0,4	0,1	0,5
40	400	401,5	402,3	401,5	401,8	-0,4	0,2	0,5
50	500	502,3	503,4	502,3	502,7	-0,5	0,2	0,4
60	600	603,4	604,1	603,4	603,6	-0,6	0,1	0,3
70	700	703,6	704,5	703,6	703,9	-0,6	0,1	0,3
80	800	804,6	805,7	804,6	805,0	-0,6	0,1	0,3
90	1000	1005,2	1006,3	1005,2	1005,6	-0,6	0,1	0,3
100	1200	1206,3	1207,7	1206,3	1206,8	-0,6	0,1	0,3
Lectura máquina en cero		0	0	0	-----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 22.2 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

**Evaluación de los resultados**

Los errores encontrados entre el 10% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

**Observaciones**

- . Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- . 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.


**Fin del documento.**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LT-009-2021

Laboratorio de Temperatura

Pág. 1 de 4

**Expediente** 20165  
**Solicitante** INGENIO ANDES E.I.R.L  
**Dirección** LOTE. B-17 OTR. ASOCIACION UBIMA 2 (PDRA HORACIO ZEVALLOS VIA EVIT C3P VERDE) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN  
**Instrumento de medición** HORNO ELÉCTRICO  
**Marca (o Fabricante)** A&A INSTRUMENTS  
**Modelo** STHX – 1A  
**Número de Serie** 13013  
**Procedencia** CHINA  
**Identificación** NO INDICA  
**Instrumento de Medición** Termómetro con Indicación Digital  
**Marca / Modelo** AUTCOMP  
**Alcance de Indicación** 0 °C a 300 °C  
**Div. de escala (Resoluc.)** 0,1 °C  
**Identificación** NO INDICA  
**Selector** Controlador digital  
**Marca / Modelo** AUTCOMP  
**Alcance de Indicación** 0 °C a 300 °C  
**Div. de escala (Resoluc.)** 0,1 °C  
**Ubicación del equipo** LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
**Lugar de Calibración** URB. SAN JUDAS GRANDE, B10, WANCHAQ  
**Fecha de Calibración** 2021-01-13

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

### Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa según el PC-18, 2da. Ed., "Procedimiento Para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como medio Termostático".

### Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

**Patrones utilizados:** LT-196-2020; LT-197-2020; T-3308-2020.

### Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental : Inicial: 22,1 °C ; Final : 22,1 °C  
Humedad Relativa ambiental: Inicial: 40,0 HR% ; Final : 40,0 HR%

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2021-01-18

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.  
JEFE DE LABORATORIO

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5°C

Tiempo (min)	T. ind. (°C) (Termómetro del equipo)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN ( ° C )										T.prom °C	Tmax-Tmin °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	109,7	109,9	110,1	111,2	110,9	110,2	111,2	111,3	112,4	112,5	112,6	111,2	2,7
2	109,7	109,6	109,5	110,3	110,6	110,0	110,6	110,5	111,3	111,3	111,3	110,5	1,8
4	109,9	109,9	110,0	110,6	110,3	110,0	110,1	110,1	110,9	110,3	110,6	110,3	1,0
6	110,9	110,2	110,6	110,9	110,6	110,5	110,6	110,7	111,3	112,0	111,3	110,7	1,1
8	110,0	110,4	110,1	110,2	110,2	110,2	110,5	110,2	111,0	110,2	111,0	110,4	0,9
10	109,8	110,2	109,7	109,6	109,6	110,0	110,1	110,0	110,6	109,4	110,7	110,0	1,3
12	109,7	109,7	109,5	109,4	109,1	109,7	109,7	109,5	110,1	109,1	110,2	109,6	1,1
14	109,6	109,3	109,6	109,5	109,8	109,2	109,2	109,2	109,7	109,2	109,6	109,4	0,6
16	109,8	109,5	109,5	109,7	110,1	109,5	110,0	110,6	109,9	109,4	110,1	109,8	1,2
18	109,9	110,1	109,7	110,1	110,2	109,9	110,6	111,0	110,2	109,7	111,2	110,3	1,5
20	110,0	108,9	110,1	108,6	110,6	110,3	111,1	111,0	110,4	110,1	111,1	110,2	2,5
22	110,9	110,4	110,0	110,9	110,2	110,5	110,5	111,3	111,3	111,3	111,3	110,8	1,3
24	110,0	110,2	110,6	110,2	109,6	110,2	110,1	110,5	110,9	110,3	110,6	110,3	1,3
26	109,8	109,7	110,1	109,6	109,1	110,0	109,7	110,1	111,3	110,7	111,3	110,2	2,2
28	109,7	109,3	109,7	109,4	109,8	109,7	109,2	110,7	111,0	110,2	111,0	110,0	1,8
30	109,6	109,5	109,5	109,5	110,1	109,2	110,0	110,2	110,6	109,4	110,7	109,9	1,5
32	109,8	110,1	109,6	110,9	110,2	109,5	110,1	110,0	110,1	109,1	110,2	110,0	1,8
34	109,6	109,6	109,5	110,2	110,6	109,9	110,6	109,5	109,7	109,2	109,6	109,8	1,4
36	109,8	109,9	110,5	109,6	110,3	110,0	110,5	108,3	110,6	108,5	110,2	109,8	2,3
38	109,9	110,2	109,5	109,4	110,6	110,0	110,1	110,7	110,1	110,2	109,6	110,0	1,3
40	110,0	110,4	109,6	109,5	110,2	110,5	109,7	110,2	109,7	109,4	110,1	109,9	1,1
42	110,9	110,2	109,5	109,6	109,6	110,2	109,2	110,0	109,9	109,1	111,2	109,9	2,1
44	110,0	109,7	109,7	109,4	109,1	110,0	110,0	109,5	110,2	109,2	111,1	109,8	2,0
46	109,8	109,3	110,1	109,5	109,8	109,7	110,6	109,2	110,4	109,4	111,3	109,9	2,1
48	109,6	109,3	110,0	109,7	109,8	109,7	111,1	110,6	111,3	109,7	110,6	110,2	2,0
50	109,8	109,5	110,6	110,1	110,1	109,2	109,7	111,0	110,9	110,1	111,3	110,3	2,1
52	109,6	110,1	110,1	108,6	110,2	109,5	109,2	111,0	111,3	110,2	110,7	110,1	2,7
54	109,8	108,9	110,0	110,9	110,6	109,9	110,0	110,7	111,0	109,4	110,2	110,2	2,1
56	109,9	110,4	110,6	110,2	110,2	110,3	110,6	110,2	111,3	109,1	109,6	110,3	2,2
58	110,0	110,2	110,1	109,6	109,6	110,5	111,1	110,0	111,0	109,2	110,2	110,2	1,9
60	109,8	110,4	109,7	109,4	109,1	110,2	110,5	109,5	110,6	109,4	109,6	109,8	1,5
T.PROM	109,9	109,8	109,9	109,9	110,0	109,9	110,2	110,2	110,7	109,8	110,6	110,1	
T.MAX	110,9	110,4	110,6	111,2	110,9	110,5	111,2	111,3	112,4	112,5	112,6	112,6	
T.MIN	109,6	108,9	109,5	108,6	109,1	109,2	109,2	108,3	109,7	108,5	109,6	109,6	
DTT	1,3	1,5	1,1	2,6	1,8	1,3	2,0	3,0	2,7	4,0	3,0	3,0	

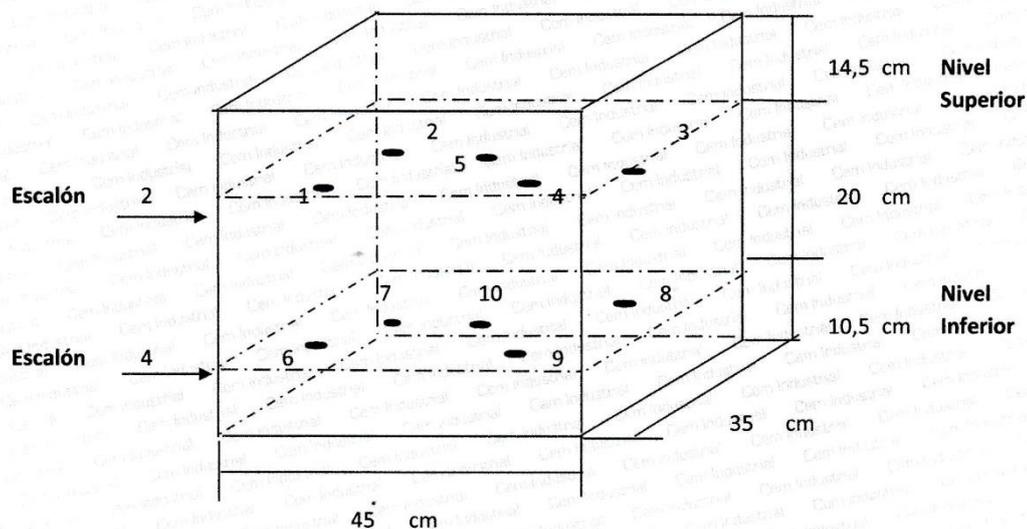
Parámetro	Valor ( ° C )	Incertidumbre expandida ( ° C )
Máxima Temperatura Medida	112,6	0,8
Mínima Temperatura Medida	108,3	0,8
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4,0	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,7	0,2
Estabilidad Medida ( ± )	0,2	0,1
Uniformidad Medida	2,7	0,1



- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T. prom : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura Máxima.  
T.MIN : Temperatura Mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

**MEDIO ISOTERMO - HORNO****Distribución de termopares en el equipo**

Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.

Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 1.5 cm por encima de la parrilla superior.

Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 1.5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4.5 cm de las paredes y a 5 cm del frente y fondo de la estufa.

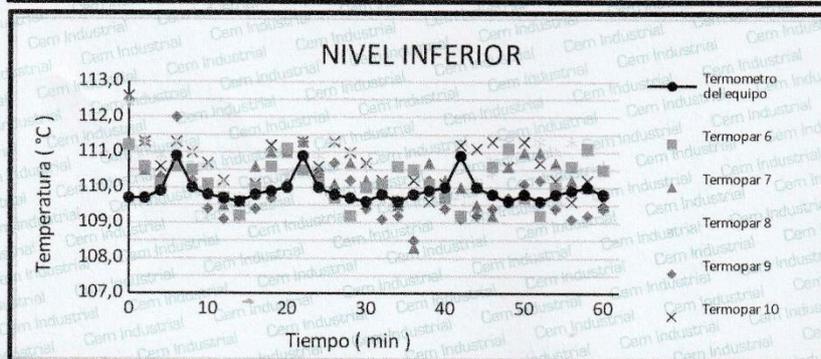
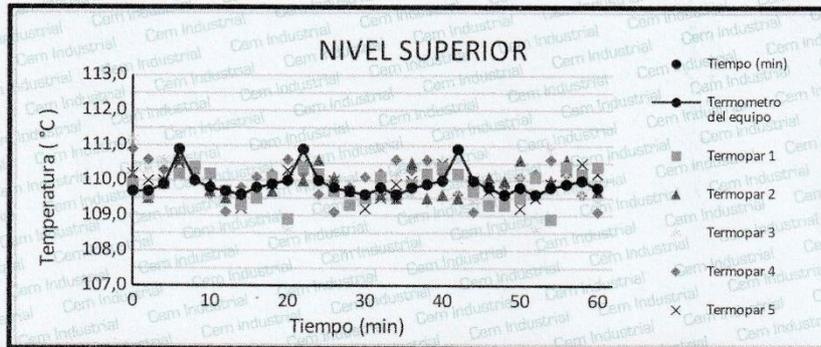
Los escalones indican las posiciones de las parrillas.

**Observación:**

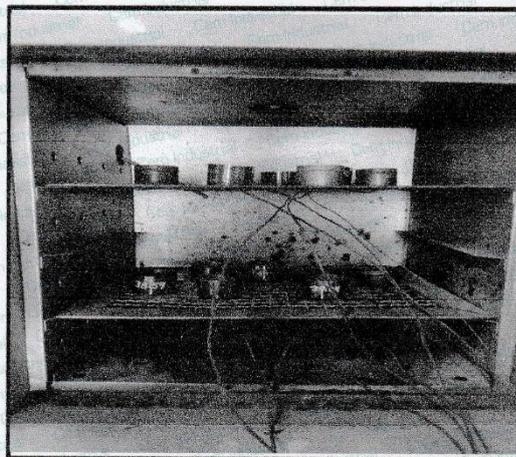
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal correspondiente a una probabilidad de aproximadamente 95 %.



Temperatura de trabajo 110 °C



Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura en el medio isoterma con carga.



Fin del documento.