



**UNIVERSIDAD CÉSAR  
VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

“Influencia de sustitución del agregado fino por relave mina Contonga,  
sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$   
– 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES**

Guillermo López, Efraín Moisés (ORCID: 0000-0002-3520-1457)

Santiago Trejo, Yustin Luciano (ORCID: 0000-0002-5220-2785)

**ASESOR**

Msc. Ing. Poma Gonzáles, Carla Griselle (ORCID: 0000-0001-5486-7302)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

HUARAZ – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

En primer a lugar a Dios, por ser el inspirador para obtener una de mis metas más deseados.

A mis padres, por su apoyo, sacrificio y consejos en todo momento de mi vida. A mis hermanos por la compañía, alegría y apoyo moral que han sido de suma importancia en la formación de mi personalidad. A mis docentes por su compromiso, tiempo y compartir de sus conocimientos que han sido de suma importancia en mi formación profesional.

Santiago Trejo, Yustin Luciano

## **Dedicatoria**

A mi esposa, mis hijos y padres, Quienes día a día me brindaban su apoyo, comprensión, y amor; por compartir alegrías y fracasos, ayudándome a cumplir mis metas, sueños y responsabilidades.

Guillermo López, Efraín Moisés

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer y expresar mi gratitud a Dios, por el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mi familia, por ser el pilar de inspiración para continuar ante las dificultades y adversidades que se presentaron en mi camino.

A mi centro de estudios y docentes por brindarme los conocimientos, lineamientos y consejos para desempeñar nuestra vida profesional de manera correcta en base a ética y procedimientos técnicos.

Santiago Trejo, Yustin Luciano

## **Agradecimiento**

Mi agradecimiento a Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida a lado de mi familia y amigos que forman y hacen de mis días importantes.

A mi esposa e hijos por ser el motor y motivación para perseguir y conseguir cada meta propuesta.

A mi centro de formación, compañeros y docentes quienes me ayudaron a obtener los conocimientos necesarios para culminar mi carrera profesional.

Guillermo López, Efraín Moisés

## **Página del jurado**

## Declaratoria de originalidad

Yo, SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad César Vallejo, identificado con D.N.I. N.º 43097704, con el trabajo de investigación titulada;

“Influencia de sustitución del agregado fino por relave mina Contonga, sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2 - 2021$ ”.

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es mi autoría propia.
2. Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
3. El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados, por lo tanto, los resultados que se presentan en el trabajo de investigación se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse el fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente la idea de otros); asumo las consecuencias y sanciones que de mí acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Huaraz, 17 de abril de 2021

## Declaratoria de originalidad

Yo, GUILLERMO LOPEZ EFRAÍN MOISES, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad César Vallejo, identificado con D.N.I. N.º 41738693, con el trabajo de investigación titulada;

“Influencia de sustitución del agregado fino por relave mina Contonga, sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  – 2021”.

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es mi autoría propia.
2. Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
3. El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados, por lo tanto, los resultados que se presentan en el trabajo de investigación se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse el fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente la idea de otros); asumo las consecuencias y sanciones que de mí acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Huaraz, 17 de abril de 2021

## Índice

<b>Dedicatoria</b> .....	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iii</b>
<b>Página del jurado</b> .....	<b>iv</b>
<b>Declaratoria de originalidad</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice</b> .....	<b>vii</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>9</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	9
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población, muestra y muestreo .....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.5. Procedimientos .....	16
3.6. Método de análisis de datos .....	18
3.7. Aspectos éticos .....	18
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
<b>V. DISCUSIÓN:</b> .....	<b>35</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.</b> .....	<b>38</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>39</b>
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>40</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>44</b>
ANEXO 1: Matriz de consistencia .....	45
ANEXO 2: Análisis de relave minero por FRXDE .....	48
ANEXO 3: Propiedades físicas del agregado fino y grueso .....	53
ANEXO 4: Diseño de mezclas .....	68
ANEXO 5: Resistencia a compresión del concreto patrón y experimental (5% y 10% de relave) .....	72

ANEXO 6: Determinación de Ph de los concretos .....	76
ANEXO 7: Solicitud y autorización para recojo y uso de relave .....	78
ANEXO 8: Panel fotográfico .....	81

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Requisitos para el agua de mezcla.....	7
<b>Tabla 2:</b> Población de investigación.....	14
<b>Tabla 3:</b> Composición elemental de relave minero % de masa .....	20
<b>Tabla 4:</b> Características de los materiales .....	21
<b>Tabla 5:</b> Valores de diseño para el concreto patrón y experimental.....	22
<b>Tabla 6:</b> Cantidad de materiales por m <sup>3</sup> de concreto .....	23
<b>Tabla 7:</b> Revenimientos sugeridos según tipo de construcción .....	24
<b>Tabla 8:</b> Determinación de Ph del material de concreto .....	26
<b>Tabla 9:</b> Resultados de resistencia a compresión – concreto patrón.....	27
<b>Tabla 10:</b> Resultados de resistencia a compresión – concreto dosificado 5% relave.....	28
<b>Tabla 11:</b> Resultados de resistencia a compresión – concreto dosificado 10% relave.....	29
<b>Tabla 12:</b> Prueba de normalidad según el test de Shapiro – Wilk.....	31
<b>Tabla 13:</b> Esquema del modelo estadístico.....	32
<b>Tabla 14:</b> Estadísticos descriptivos. Resistencia a compresión.....	32
<b>Tabla 15:</b> Correlación lineal (de Pearson). Resistencia a compresión.....	32
<b>Tabla 16:</b> Regresión lineal (de Pearson). Resistencia a compresión.....	33
<b>Tabla 17:</b> Análisis de varianza (ANOVA) de la investigación .....	34

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Ideograma de la investigación .....	10
<b>Figura 2:</b> Resultados de pH del concreto patrón y experimental .....	26
<b>Figura 3:</b> Resultados de resistencia a compresión del concreto patrón .....	28
<b>Figura 4:</b> Resistencia a compresión del concreto experimental (5% relave) .....	29
<b>Figura 5:</b> Resistencia a compresión del concreto experimental (10% relave) .....	30
<b>Figura 6:</b> Regresión lineal. resistencia a compresión .....	34

## RESUMEN

La investigación tiene como objetivo principal dar a conocer la influencia que tiene el relave de la minera Contonga sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> al sustituir el agregado fino en porcentajes de 5% y 10%.

La metodología utilizada ha sido de tipo aplicada y explicativa, con un diseño experimental en conjunto, íntegramente al azar, con un enfoque cuantitativo. Se ha realizado 03 ensayos en campo para conocer la consistencia del concreto patrón y experimental; 03 muestras para calcular el rango de Ph (alcalinidad) y 27 probetas para establecer la resistencia a comprensión.

Como resultado, el concreto patrón obtuvo un asentamiento de 2.5", mientras los concretos experimentales en 5% y 10% un asentamiento de 3" y 3.5" respectivamente.

En caso del pH, el concreto patrón alcanzó un valor de 10.26, con 5% de relave 10.25 y con 10% de relave 10.24, clasificados como extremadamente alcalinos.

Finalmente, la resistencia a compresión promedio se determinó en 07, 21 y 28 días de curado, alcanzando para el concreto patrón un  $f'c= 244.00, 272.33$  y  $307.00$  kg/cm<sup>2</sup>; con 5% de relave un  $f'c= 241, 266.67$  y  $296.67$  kg/cm<sup>2</sup>; con 10% de relave un  $f'c= 233.33, 260.00$  y  $287.67$  kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Palabras claves:** Concreto, relave minero, comportamiento físico, comportamiento mecánico.

## ABSTRACT

The main objective of the research is to show the influence that the tailings from the Contonga mine have on the physical-mechanical properties of a concrete  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  by substituting the fine aggregate in percentages of 5% and 10%.

The methodology used has been applied and explanatory, with a joint experimental design, entirely at random, with a quantitative approach. 03 field trials have been carried out to know the consistency of the concrete and experimental pattern; 03 samples to calculate the range of Ph (alkalinity) and 27 specimens to establish the resistance to compression.

As a result, the concrete pattern obtained a 2.5 "slump, while the experimental concretes in 5% and 10% a 3" and 3.5 "slump respectively.

In the case of pH, the standard concrete reached a value of 10.26, with 5% tailings 10.25 and 10% tailings 10.24, classified as extremely alkaline.

Finally, the average compressive strength was determined in 07, 21 and 28 days of curing, reaching for the specific pattern an  $f'c = 244.00, 272.33$  and  $307.00 \text{ kg / cm}^2$ ; with 5% tailings an  $f'c = 241, 266.67$  and  $296.67 \text{ kg / cm}^2$ ; with 10% tailings an  $f'c = 233.33, 260.00$  and  $287.67 \text{ kg / cm}^2$  respectively.

**Keywords:** Concrete, mining tailings, physical behavior, mechanical behavior.

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, sobre todo en la región los Andes se concentra el mayor número de minas y 08 de los principales ríos presentan altos índices de contaminación de metales como plomo, zinc, cobre, níquel y mercurio (Dirección General de Asuntos Ambientales-DGAS, 1992). Sin embargo, la actividad minera representa un soporte esencial en el desarrollo de la economía, ya que mitad de las utilidades se destinan a impuestos, referidos a impuesto a la renta, canon, regalías y gravamen especial a la minería, desembolsando en los últimos 10 años una suma de 85,000.00 millones en impuestos.

El distrito de San marcos, cuenta esencialmente con 02 unidades mineras Antamina y Contonga. La presente investigación ha tomado como muestra el relave de la Minera Contonga, ubicada a una altitud promedio de 4,300 m.s.n.m., cuya explotación y operación es de forma subterránea el cual abarca un yacimiento polimetálico de cobre, plata y zinc.

La unidad minera Contonga, genera grandes cantidades de relave que exige espacios considerables para su disposición y almacenamiento; el relave representa el residuo o desecho del proceso que se requiere para la obtención de ciertos minerales; es decir, el material que contiene el mineral pasa por un proceso de chancado y molienda, para luego, a través de procesos físico y químicos se extraen los minerales de interés para su comercialización en la industria. Finalizado el proceso, se obtiene el elemento de interés denominado concentrado y por otra parte los residuos llamados relave minero, un material sólido de tamaño muy pequeño parecido a la arena cuyo contenido de agua forma un material similar al lodo.

Una de las causas para la existencia de conflictos socioambientales en el distrito de San Marcos y de manera específica en la comunidad campesina de Huaripampa ha sido el almacenamiento y el tratamiento del relave minero, cuyo temor por parte de la población es sufrir y afrontar la contaminación de sus aguas, cuyas fuentes sirven de insumo para la agricultura y ganadería.

La investigación se desarrolló con el propósito de manifestar y plantear una opción de término a la problemática ambiental existente en el distrito de San Marcos, aplicando el uso de relave de manera directa como insumo en la dosificación y preparación de concreto para la construcción de pavimentos, cimientos, losas, veredas y similares; llegándose a obtener propiedades mecánicas requeridas por los reglamentos y normas técnicas peruanas vigentes.

Por lo expuesto, nace la formulación del problema general ¿Cómo va influir al sustituir el agregado fino por relave de la minera Contonga, en las propiedades físicas mecánicas de un concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ?

La justificación de la investigación va direccionado a mitigar los impactos ambientales negativos que causan los pasivos mineros existentes en el distrito, causando impresiones visuales negativas, constante contaminación del medio ambiente y posible recursos hídricos.

Es necesario que las operaciones mineras, conlleven a un desarrollo sostenible, siendo una alternativa de uso el relave minero a beneficio de la población.

Por esta razón, una opción es emplear el relave como insumo en la dosificación y preparación del concreto conservando sus propiedades físicas y mecánicas convencionales; al aplicar esta alternativa conseguiremos optimizar el uso del relave y costos en la fabricación del concreto.

“Influencia de sustitución del agregado fino por relave mina Contonga, sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2 - 2021$ ”

Los objetivos previstos en la investigación son; objetivo general, determinar cómo influye en la propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  al sustituir el agregado fino por relave minero. Y como objetivos específicos

OE1: Caracterizar químicamente el relave de la unidad minera Contonga.

OE2: Elaborar el diseño de mezcla de un concreto patrón  $f'c = 280 \text{ kg/ cm}^2$  y concreto con adición del 5% y 10% de relave de la minera Contonga.

OE3: Analizar la variación en la prueba Slump y determinar la alcalinidad del concreto patrón y concreto con adición del 5% y 10% de relave de la minera Contonga.

OE4: Analizar la variación de la resistencia a compresión del concreto patrón y concreto con adición del 5% y 10% de relave de la minera Contonga.

Enunciado del problema, ¿al sustituir el agregado fino en 5% y 10% de relave minero influye de manera propicia en las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ?

Hipótesis, al sustituir el agregado fino por relave minero en 5% y 10% el concreto alcanzará propiedades física mecánicas mayores e iguales al diseño requerido.

## II. MARCO TEÓRICO

Para la formulación de la presente investigación, se revisó referencias bibliográficas que contienen investigaciones de uso del relave en la preparación del concreto u otros materiales de construcción, encontrándose, en el plano internacional a (Sunil, 2015 pág. 55), en su proyecto de investigación **“Potential use of mine tailings and fly ash in concrete”** **“Posible uso de relaves mineros y cenizas volantes en hormigón”**, del cual, estableció como objetivo fundamental determinar la resistencia y comportamiento de un concreto patrón dosificados con relave y cenizas volantes, su modelo de investigación fue aplicativa con un diseño experimental. en cuanto a la población se tuvo un total de 75 unidades, cuya muestra conformada por 15 unidades (9 cubos de 150x150 mm, para la resistencia a compresión, 3 probetas de 150x300 mm, para la resistencia a tracción dividida y 03 vigas de vigas de 100x100x500 mm, para flexión) en dosificaciones de 0%. 30%, 40%, 50% y 60%; la recopilación de datos se hizo mediante la técnica de la observación. Como conclusión se estableció que, el concreto dosificado en 30% y 40% reemplazando relave por arena tiene una mayor resistencia a compresión en 28 días de curado; las adiciones restantes provocaron una disminución en la fuerza de hormigón; además, la resistencia a compresión óptima de 53 Mpa se obtiene al 35% de remplazo de relave por arena. Las mezclas con 50% y 60% de relave resultaron tener la resistencia a compresión mas baja (45 Mpa) que resulta ser un 8% menor a la mezcla de control. En cuanto a los concretos con ceniza volante al incrementar el material, se alcanzó un aumento en su resistencia a compresión posterior a 90 días de curado. finalmente, la resistencia en la mezcla TM35/F20 se encuentra un 4% más alto que el concreto de control. Por tanto, parece ser el sustituto óptimo en la investigación

Asimismo; (Shettima, 2016 pág. 72-80) en su investigación **“Evaluation of iron ore tailings as replacement for fine aggregate in concrete”** **“Evaluación de los relaves de mineral de hierro como reemplazo de agregado fino en concreto”**, planteó como objetivo fundamental evaluar el comportamiento del concreto al sustituir arena por mineral de hierro, su investigación tuvo un enfoque de tipo aplicada y diseño experimental. su población y muestra conformada por 15 unidades para dosificaciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, con un curado de 07, 14 y 28 días. La recopilación de información se hizo por medio de la técnica de observación; llegando a concluir que la mezcla cuyo contenido de 25% de RMH alcanzó superior resistencia al comparar con el concreto patrón (0% RMH) en todos los días de curado. Al hacer uso del RMH la mezcla presentó un aumento en su módulo de elasticidad en comparación a la mezcla de control; la cuantía de absorción de agua y penetración de cloruros del concreto aumenta

a medida que la tasa de sustitución incrementa; finalmente, la incorporación de RMH podría usarse en concreto como reemplazo de arena que minimizaría los problemas ambientales, costos y agotamiento de recursos.

Como antecedentes **nacionales** tenemos a **(Curo y Rashuamán; (2015))**, con su investigación **“Diseño de mezcla de concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> adicionado relave minero de la relavera N.º 09 – Acchilla – Ccochaccasa, para tránsito ligero (Método ACI), en el distrito de Lircay, provincia de Angaraes – Huancavelica”**, tuvo como objetivo determinar la manera o forma de agregar relave al preparar un concreto de  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> en tránsito ligero haciendo uso del método ACI, y a la vez, obtener los efectos producidos en los concretos trabajados. su población y muestra se constituyó de 24 probetas en dosificaciones de 0%, 15%, 16.08% y 20%; la recopilación de información se realizó mediante el método de observación; llegándose a concluir que, el concreto modelo logró a los 28 días una resistencia de 179.69 kg/cm<sup>2</sup> haciendo uso de 7.306 bolsas de cemento tipo I; mientras que la muestra más óptima adicionando relave minero llegó a alcanzar una resistencia de 173.95 kg/cm<sup>2</sup> haciendo uso de 6.131 bolsas de cemento, encontrándose dentro de los límites de diseño.

Como segundo antecedente nacional, tenemos a **(Saavedra y Beingolea; (2019))**, con su investigación **“Diseño y elaboración de concretos de alta resistencia usando relaves mineros y material de socavón de mina para diseños de 280 kg/cm<sup>2</sup>, 350 kg/cm<sup>2</sup> y 450 kg/cm<sup>2</sup>”**; quienes plantearon como objetivo general reutilizar el material relave y mina de socavón en la construcción de estructuras de sostenimiento. Como objetivos específicos plantearon, conocer la composición química y contenido de pH del relave, los agentes químicos en el concreto y conocer las características físicas y mecánicas tales como la resistencia a compresión y tracción para edades en 07, 14, 21 y 28 días de curado.

Se empleó una investigación de tipo aplicada con un método experimental; la población y muestra estuvo conformada por 288 probetas, divididas en 144 para calcular la resistencia a compresión y 144 para tracción; llegándose a concluir que es factible hacer uso del relave y mina de socavón en la preparación de un hormigón con  $f'c=280$  y  $350$  kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, no es recomendable hacer uso en un hormigón con  $f'c=450$  kg/cm<sup>2</sup>, porque no alcanzó a tener la resistencia requeridas para el diseño. En las mezclas se incorporó un aditivo super plastificante, resultando una mejora en trabajabilidad, colocación y crecimiento en la resistencia de 20 a 30% en comparación a un concreto convencional. En términos de costo es factible y rentable la preparación de hormigones con  $f'c=280$  y  $350$  kg/cm<sup>2</sup>.

Rojas L. y Ventura, L (2017). En su tesis titulada **“Evaluación De Concretos Geo Poliméricos Mediante Activación Alcalina De Residuos Mineros (Relave) Y Zeolita Natural”**; cuya elaboración se realizó en la universidad nacional de Huancavelica, quienes plantearon como finalidad fundamental, conocer y evaluar la repercusión del relave en la fabricación de bloques de hormigón tipo ensamblaje; el estudio lo realizaron en diferentes proporciones, metodológicamente utilizaron el tipo aplicada, nivel de investigación explicativo y método experimental. de los estudios, ensayos y análisis llegaron a concluir que la resistencia a compresión con 50%RM es de 79.43 kg/cm<sup>2</sup>, encontrándose en los límites mínimos que fija la N.T.P. 399.602 denominada “Unidades de albañilería. Bloques de concreto para uso estructural. Requisitos”.

Aguilar V y Lama J (2020). Los investigadores realizaron el estudio en la mina Santa Luisa del distrito de Huallanca, con el título **“Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina, Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto - 2020”** quienes plantearon como objetivo, establecer y hacer de conocimiento la influencia del relave al sustituir el agregado fino en la preparación de un hormigón con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Su población y muestra se constituyó por 36 muestras analizadas en 07, 14 y 28 días de curado; para lo cual, emplearon un modelo de investigación aplicada y diseño no experimental, correlacional y transversal; llegándose a concluir que, al sustituir el agregado fino por relave en 5%, se obtienen resistencias mayores al diseño patrón, llegándose a tener  $f'c = 173 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 249 \text{ kg/cm}^2$  en edades de 07, 14 y 28 días de curado.

En referencia a las **teorías relacionadas** previa búsqueda e indagación se encontró lo siguiente:

Según (RNE, 2019), menciona que, el Concreto es la combinación de insumos como cemento, agregado fino, grueso y agua. y si las especificaciones técnicas o condiciones requieren, aditivos.

(Rivva, 2014 pág. 30), indica que, el concreto posee propiedades físicas tales como; Trabajabilidad, el cual determina el esfuerzo que se requiere para manipular, transportar, colocar y consolidar de manera correcta y manteniendo la homogeneidad de la mezcla; Consistencia, explica la cantidad de agua en el concreto, es decir el nivel para deformarse y como consecuencia ocupar los espacios vacíos del molde; Asentamiento, viene a ser la dimensión de consistencia en el concreto, indicando que tal fluida o seca se encuentra; Exudación; cuyo fenómeno se presenta por el ascenso del agua y descenso de materiales más pesados como los agregados y cemento, siendo la exudación un forma de segregación; Contracción y expansión, representa un cambio

de volumen o deformación del concreto, contraéndose cuando se seca y expandiéndose cuando se humedece, todo concreto expuesto a la humedad de manera constante, tiende a expandirse por varios años; Resistencia; viene a ser la propiedad física fundamental del hormigón, definiéndose como la facultad de sostener cargas por unidad de área, se manifiesta en modo de esfuerzo; Durabilidad, definimos como la capacidad que tiene una estructura de concreto reforzado de mantener o conservar sus condiciones físicas y químicas durante su vida útil sin presentar alteraciones.

Según Brunke (2005), menciona que, el relave minero es el desperdicio mineral de dimensiones similares a la arena y limo, resulta del desarrollo de concentración que son originados, llevados y almacenados en modo de lodo.

(Abanto, 2003 pág. 15), señala, el Cemento Portland, es un conglomerante hidráulico, que al mezclarse con agua adopta un aspecto de masa que fragua, endurece y conserva su resistencia y estabilidad. Es fabricado por cocción a temperaturas altas, contiene cal (óxido cálcico - CaO), alúmina (óxido aluminio - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), fierro (óxido férrico - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y sílice (anhidrido silícico - SiO<sub>2</sub>) dosificadas de manera proporcional; Compuesto Químicos; el Clinker contiene materias primas como el Calcio (Ca), Sílice (Si), Aluminio (Al) y Hierro (Fe). Se presentan en modo de óxidos en las sustancias primas siendo, cal (CaO), silicato (SiO<sub>2</sub>), aluminato (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), químicamente se emplea una abreviatura basada en óxidos, alterados en insumos de mayor dimensión en el proceso de clinkerización, resultando el Silicato Tricálcico (C<sub>3</sub>S), Silicato Dicálcico (C<sub>2</sub>S), Silicato Tricálcico (C<sub>3</sub>S) y Aluminio Ferrita Tetracálcico (C<sub>4</sub>AF).

(Rivva, 2015 pág. 75), nos dice que el Agregado Grueso, son partículas de procedencia natural o artificiales, que durante el proceso de granulometría se retiene en el tamiz N.º 04 (4.75mm), influyen fuertemente en las características física mecánicas del concreto, para ello es necesario adoptar procedimientos técnicos para el transporte y almacenamiento, manteniendo sus características granulométricas hasta la incorporación en la mezcla. Debe evitarse la contaminación del material con materia orgánica, partículas blandas, tierra, limo u otras sustancias perjudiciales.

(Rivva, 2015 pág. 73), Agregado Fino, se considera al material o fracción que durante el ensayo granulométrico pasa la malla de 4.75 mm (N.º 04), resulta ser un material producida por descomposición artificial o natural de las rocas, cuyos límites para utilizar lo establece la N.T.P. 400.037 o ASTM C 33. Se recomienda que el material conserve su granulometría continua con valor retenido en los tamices N.º 04 a N.º 100, evitando tener más del 45% de retención en dos tamices consecutivos. Durante su adquisición,

transporte, almacenamiento y mezclado debe evitarse la contaminación por materiales y sustancias perjudiciales.

Según (Abanto, 2003 pág. 21), El Agua, viene a ser un insumo fundamental para la producción del hormigón, incide de forma directa en las particularidades físico mecánicas del hormigón. El agua debe estar clara y limpia, libre de material perjudicial como aceites, álcalis y material orgánico. Debe tenerse en cuenta que, de contener sustancias que causen mal olor o sabores inusuales debe evitarse su uso a menos que existan registros de concretos preparados y que hayan cumplido satisfactoriamente con los diseños requeridos.

los valores límites tolerables de las materias existentes en el agua que se desea utilizar, se indica a continuación.

**Tabla 1:**

*Requisitos para el agua de mezclado, basado a la NTP 339.088*

<b>Sustancias diluidas</b>	<b>Valor máximo permisible</b>
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
<i>Materia orgánica</i>	<i>10 ppm</i>

*Fuente: Abanto F. (2003)*

(Rivva, 2014 pág. 90), señala que; el comité 211 ACI ha establecido un método que conlleva a determinar el diseño de mezcla de manera fácil, práctica y segura; apoyándose en cuadros, tenemos como resultado valores de los insumos que forman parte de una unidad cubica de concreto; siendo necesario seguir una secuencia lógica, iniciando con la determinación de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión requerida, paso siguiente se elige el tamaño máximo nominal del agregado grueso, elección del Slump, determinación del volumen unitario de agua, contenido de aire, relación agua/cemento puede ser por resistencia y durabilidad, determinación del factor cemento, agregado grueso, obtención de volumen absoluto y peso seco del agregado fino, obtención de valores de diseño del cemento, agua, aire y agregados; posterior a todos los pasos en

mención se realiza la corrección de valores de diseño por humedad del agregado, finalmente se obtiene la porción en peso y volumen.

### **III. METODOLOGÍA**

El presente trabajo de investigación ha sido realizado en base a una metodología cuantitativa; porque se ha estudiado las variables y sus indicadores de manera objetiva, haciendo las mediciones y registro de valores de manera observacional.

La metodología cuantitativa se distingue por emplear procedimientos y técnicas que conllevan a observar, medir y analizar el muestreo y tratamiento estadístico, con ello conocer la realidad de la investigación. (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p. 140).

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

##### **Tipo de investigación**

Una investigación de tipo aplicada se enfoca en indagar y analizar un problema destinado a la acción, enfocándose en buscar y consolidar el conocimiento para su utilidad, por consiguiente, generar un desarrollo en la sociedad (Baena, 2017, p. 33).

De lo descrito en el párrafo anterior, la investigación es de tipo aplicada, puesto que los resultados logrados serán de utilidad para determinar la influencia del relave de la mina Contonga en las propiedades físico mecánicas del concreto, tales como, consistencia, alcalinidad y resistencia a compresión axial.

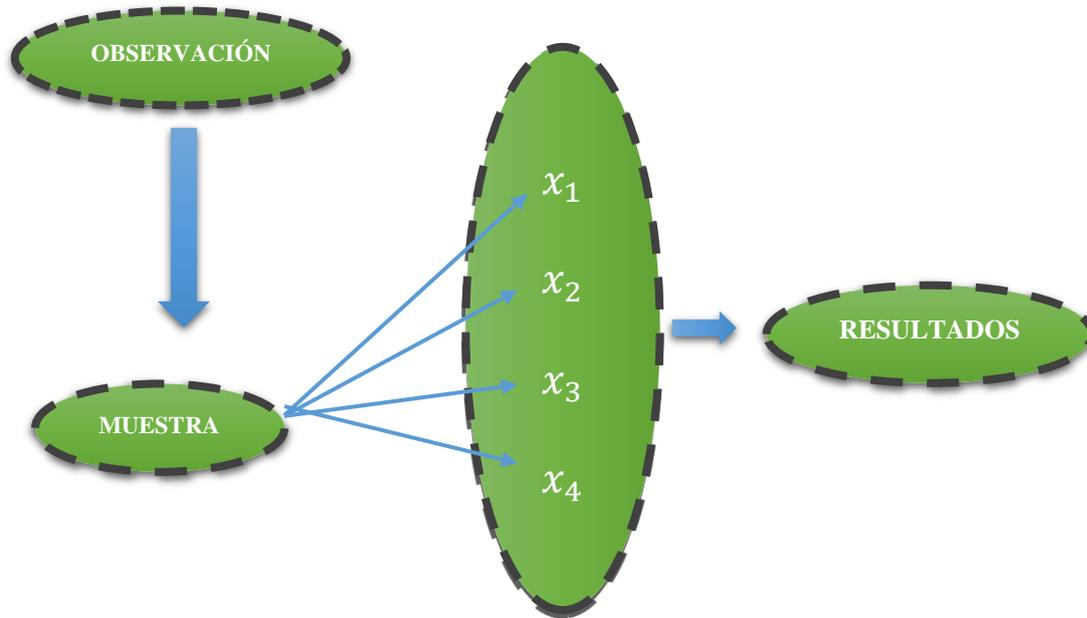
##### **Diseño de investigación**

Una investigación tiene un diseño pre experimental, que es cuando se compara un grupo de elementos al que se aplica un tratamiento experimental con otro grupo al que no se le aplica el tratamiento (Bernal, 2010, p. 145). Por lo que la presente investigación ha tenido un diseño pre experimental, porque se ha manipulado de manera intencional la dosificación del agregado fino por relave en la preparación del concreto y con ello se determinó el efecto alcanzado en el comportamiento físico mecánicas de un concreto con  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.

A continuación, se mostrará el ideograma correspondiente al diseño de estudio.

**Figura 1**

*Ideograma de la investigación*



Donde:

- ✓ **Observación:** Se realizó ensayos en campo y la observación de cada uno de los componentes de las propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .
- ✓ **Muestra:** Se elaboró 33 muestras, divididas en 03 ensayos de consistencia, 03 análisis de Ph y 27 probetas, para su posterior diagnóstico.
- ✓  $x_1$ : Porcentaje de relave minero.
- ✓  $x_2$ : Ensayo estándar para revenimiento o asentamiento de concreto de cemento hidráulico.
- ✓  $x_3$ : Ensayo de análisis de Ph del concreto modelo y experimental.
- ✓  $x_4$ : Resistencia a compresión adicionando relave en 0%, 5% y 10%.
- ✓ **Resultados:** Es la información obtenida mediante los ensayos de cada una de las dimensiones anteriormente mencionadas, y la evaluación de las propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con sustitución de agregado fino en 5% y 10% de relave minero, de las cuales ayudará a tomar decisiones muy importantes para el conocimiento de la influencia del relave de la mina Contonga en las propiedades físico mecánicas del concreto, tales como consistencia, alcalinidad y resistencia a compresión axial.

### 3.2. Variables y operacionalización

**V1:** comportamiento físico mecánicas del concreto (**dependiente**)

**V2:** agregado fino por relave (**independiente**)

#### **Variable independiente**

Es el motivo o razón para determinar los efectos alcanzados en la variable dependiente, es decir, es la variable que se va a manipular y controlar por el investigador (Murillo, 2010, p. 09).

Por lo tanto; en nuestra investigación la variable independiente viene a ser:

**Vi:** agregado fino sustituido por relave minero.

#### **Variable dependiente**

Viene a ser la consecuencia, efecto o resultado producido a causa de la variable independiente (Bernal 2010, p. 139).

Por ello, la variable dependiente de la presente investigación viene a ser:

**Vd.:** comportamiento físico mecánicas del concreto.

#### **Definición conceptual**

Se basa en establecer el sentido o concepto de la variable, haciendo uso de las bases teóricas y términos que conlleven a la medición de la variable. (Arias, 2012, p. 63).

En base a lo descrito, definimos de manera conceptual nuestras variables.

**Agregado fino por relave minero;** ante una revisión bibliográfica para esta definición conceptual, los autores consideramos que, es la aplicación y sustitución de un porcentaje (%) del agregado fino por relave minero y con ello determinar el comportamiento físico mecánica del concreto.

**Comportamiento físico mecánicas del concreto;** está relacionado directamente con las propiedades del concreto, tomando como consideración el nivel de consistencia, apariencia, durabilidad y en estado endurecido como la resistencia (Tecnología del concreto – tomo I, 2010, p.99).

La presente investigación está enfocada principalmente en establecer y comparar la consistencia, durabilidad y resistencia a compresión del concreto modelo y experimental.

Consistencia del concreto, describe el mayor o menor grado que presenta al deformarse en su estado plástico, es decir, hace referencia al nivel o índice de humedad que adquiere la mezcla (Sánchez, 1993, p. 111).

Durabilidad, describe la cualidad del concreto que tiene de soportar o resistir ambientes o condiciones de servicio que causen daños en su estructura (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi, 2004, P. 343).

Resistencia a compresión axial, describe al concreto como la propiedad o característica mecánica de soportar un esfuerzo máximo sin llegar a la rotura (Rivva, 2014, p. 33).

### **Definición operacional**

Esta conformado por un conjunto de procedimientos que señalan los trabajos o tareas que todo investigador debe realizar para obtener los resultados que muestran la presencia de un concepto teórico en mayor o menor grado. (Reynolds, 1971, p. 52).

Para nuestra variable independiente; el relave minero se recolectó de manera aleatoria, porque la relavera contiene material homogéneo en toda su extensión, posteriormente, se realizó el análisis del material por medio de la prueba de fluorescencia de rayos X dispersa en energía (FRXDE), paso siguiente se efectuó el tamizado con la malla N.º 200, seleccionando el material retenido y eliminándose el material pasante, finalmente; cumpliendo lo establecido en el diseño de mezcla se llevó a cabo la sustitución de agregado fino por relave llegándose a dosificar en porcentajes de 5% y 10% para un concreto de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

Respecto a la variable dependiente; el comportamiento físico mecánica está relacionado de manera directa a las propiedades del concreto. la investigación está enfocada en determinar y comparar la consistencia, contenido de Ph (durabilidad) y resistencia a compresión del concreto modelo y experimental.

Consistencia, con el fin de calcular el índice de fluidez del concreto se realizó el ensayo indicado en la norma ASTM C143, titulado "método de ensayo estándar para revenimiento o asentamiento de concreto de cemento hidráulico (cono de Abrams)". Se elaboró un total de 03 muestras, asignándose 01 para el concreto modelo, y 02 muestras para los concretos experimentales con 5% y 10% de relave respectivamente.

Durabilidad, para establecer el valor de pH y nivel de alcalinidad del concreto, se preparó en total 03 probetas, distribuidas de manera unitaria para el concreto patrón y experimental (5% y 10%). Cada una de ellas fue expuesta al análisis de pH basado en la norma ASTM D4262 denominado “Método de prueba estándar para pH de superficies de concreto químicamente limpiadas o grabadas”.

Resistencia a compresión, se elaboró 27 muestras cilíndricas de concreto (probetas), divididas en 09 para concreto patrón, 09 con 5% de relave y 09 con 10% de relave, con un tiempo de curado en 07, 21 y 28 días calendarios. El ensayo se realizó respetando los procedimientos establecidos por la N.T.P. 229.034 denominado “método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas”

**Indicadores:** son referentes concretos, empíricos y tangibles que muestran una evidencia o prueba que nos permite analizar y cuantificar la variable o sus dimensiones (Pineda, Alvarado y Canales, 1994, p. 23).

Para nuestra variable independiente, el indicador está relacionado al diseño de mezcla, tanto para el concreto modelo y experimental.

La variable dependiente, en caso de la consistencia se realizó el ensayo estándar para revenimiento de concreto de cemento hidráulico (cono de Abrams). Para la durabilidad se llevó acabo el análisis de pH y finalmente para conocer la resistencia se realizó el método de ensayo normalizado para establecer la resistencia a compresión en muestras cilíndricas.

#### **Escala de medición:**

Escala ordinal, es cuando los valores de la variable se diferencian, priorizando y considerando un rango para lograr determinar un orden entre uno y otro valor de la escala. La escala de intervalo, se caracteriza porque la separación entre las variables tiene sentido, los datos siempre son numéricos (Gómez, 2012, p.63).

Para nuestra investigación la escala de medición ha sido de tipo ordinal e intervalo.

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

#### **Población**

La población viene a ser un grupo de personas o elementos que se desea conocer en una investigación (Ríos, 2017, p. 89).

Nuestra investigación estuvo conformada por una población de 33 muestras; distribuidas de la siguiente manera, 03 muestras para determinar la consistencia

del concreto, 03 muestras para determinar la alcalinidad del concreto mediante el análisis de Ph y 27 probetas cilíndricas de concreto para conocer la resistencia a compresión, siendo 09 de concreto patrón, 09 de concreto dosificado con 5% de relave y 09 con 10% de relave; con días de curado en 07, 21 y 28 días.

**Tabla 2**

*Población de investigación para determinar el comportamiento físico mecánica del concreto*

Adición de relave minero	Propiedades Físicas y mecánicas del concreto				Parcial
	Consistencia	Durabilidad	Resistencia a compresión	Días de curado	
0%	1 u	1 u	3 u	7 días	11 u
			3 u	21 días	
			3 u	28 días	
5%	1 u	1 u	3 u	7 días	11 u
			3 u	21 días	
			3 u	28 días	
10%	1 u	1 u	3 u	7 días	11 u
			3 u	21 días	
			3 u	28 días	
<b>Total</b>					<b>33 u</b>

*Fuente:* Elaboración propia de los tesisistas

### **Muestra**

Es un subconjunto o parte de la población elegidos por procedimientos o métodos variados, manteniendo siempre la representatividad de la población (Ñaupás, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014, p. 150).

Para el desarrollo de la investigación, se elaboró 33 muestras, divididas en 03 ensayos de consistencia, 03 análisis de Ph y 27 probetas para determinar la resistencia a compresión.

## **Muestreo**

Es el camino que adopta el investigador para seleccionar las unidades de representación, el cual permitan obtener datos e información de la población materia de estudio (Gómez, 2012, p. 34).

Para nuestra investigación, se utilizó el método de muestreo no probabilístico por conveniencia; debido al criterio de los tesisistas, asimismo los elementos de la población han sido tomadas en su totalidad como muestra a estudiar.

## **Unidad de análisis**

Son elementos definidos de manera clara, de donde se consiguen los datos de la investigación, a consecuencia de la aplicación de herramientas de medición (Anglas, 2017, p. 44).

Como unidad de análisis para la investigación se estudió y analizó cada muestra y probeta realizada.

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

#### **Técnicas**

Se comprende por técnica al conjunto de procesos que atribuyen al investigador determinar la relación con el objetivo de la investigación (Pineda, Alvarado y Canales, 1994, p. 125).

Para recopilar la información en la tesis se utilizó la técnica de la observación directa y análisis documentario.

Observación directa, se realizó sin la necesidad de intervenir o alterar el comportamiento de la muestra u objeto.

Análisis documentario, ha sido necesario verificar e informarse sobre los procedimientos y normativas para hacer una adecuada toma de datos.

#### **Instrumentos**

Son dispositivos o mecanismos que sirven para la recopilación y almacenamiento de información de forma precisa (Arias, 2012, p. 67).

Para obtener los datos, se hizo uso de instrumentos como ensayos de laboratorio, con el fin de obtener el diseño de mezcla basado al método ACI 211; análisis de Ph de los concretos basado a la normativa ASTM D 4262 denominada (Método de prueba estándar para pH de superficies de concreto químicamente limpiadas o

grabadas); resistencia a compresión basado en la NTP 339.034 titulada (Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas); finalmente, se realizó el ensayo en campo para determinar la consistencia o asentamiento del hormigón basado en la NTP 339.035 denominada (Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el Cono de Abrams). Durante la elaboración de cada ensayo se empleó formatos de registro y hojas de cálculo.

### **3.5. Procedimientos**

Consiste en describir el modo de recolección de información y la manipulación o control de variables. Al respecto, la presente investigación consta de 03 etapas, las cuales se describe a continuación:

#### **Primera etapa**

Identificación, visita y recojo de relave en las instalaciones de la mina Contonga; ubicada en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Ancash, presenta una altitud promedio de 4,300 m.s.n.m., abarca una mina polimetálica con mineral de cobre, zinc, plomo y plata. La selección de relave se realizó de manera aleatoria porque la relavera contiene material homogéneo en toda su extensión; haciendo uso de dos recipientes herméticos se recolectó 40 kilos de relave, sin alterar ninguna característica fisicoquímica se trasladó a la ciudad de Huaraz.

Identificación y adquisición de agregados, para lo cual se optó por hacer uso de las canteras ubicadas en la localidad de Catac, durante la adquisición se verificó que los materiales de agregado grueso y fino no presenten en su contenido material orgánico e inorgánico, tal como señala la N.T.P. 400.037 denominada (Agregados para concretos. Requisitos).

#### **Segunda etapa**

Posterior al recojo y almacenamiento del relave minero, se realizó el análisis químico por el método de fluorescencia de rayos-X dispersa en energía (FRXDE) en la universidad nacional mayor de San Marcos ubicada en la ciudad de Lima.

Los agregados adquiridos se trasladaron al laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUCT, con el propósito de realizar los ensayos de análisis granulométrico por tamizado basado en la N.T.P. 400.012 denominada (Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global);

Contenido de humedad según la N.T.P. 339.185 denominado (Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado); peso unitario de los agregados según la N.T.P. 400.017 titulado (Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad y los vacíos en los agregados); peso específico y porcentaje de absorción basado en la N.T.P. 400.022 titulada (Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa y absorción del agregado fino).

Con los datos obtenidos de la descripción anterior, se llevó a cabo el diseño de mezcla mediante el método del comité ACI 211, para el concreto patrón y experimental en 5% y 10%.

### **Tercera etapa**

Para el colocado de concretos se utilizó moldes cilíndricos de 15cm x 30 cm, basadas en la N.T.P. 339.209 titulada (Concreto. Requisitos de moldes para garantizar la verticalidad de los especímenes para los ensayos de compresión).

En cumplimiento al diseño de mezcla, se desarrolló la dosificación, mezclado, colocado, compactado y curado del concreto patrón y experimental, teniendo en consideración los días de rotura en 07, 21 y 28 días. El curado de las muestras se realizó en cumplimiento a lo señalado en la N.T.P. 339.183 denominada (práctica denominada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio).

con el propósito de determinar el comportamiento físico del concreto patrón y experimental (agregado fino sustituido por relave minero en 5% y 10%), se realizó en total 03 ensayos en campo, divididas de manera unitaria para cada concreto, el ensayo se desarrolló en base a la N.T.P. 339.035 denominada (Hormigón. Método de ensayo para la medición de asentamiento del Hormigón con el cono de Abrams).

Para determinar el valor de pH del concreto patrón y experimental se realizaron 03 muestras (probetas cilíndricas), distribuidas de manera unitaria para cada tipo de concreto.

Para conocer el comportamiento mecánico de los concretos, se elaboró 27 probetas, distribuidas de la siguiente manera, 09 de concreto patrón, 09 de concreto dosificado en 5% y 09 dosificado en 10% de relave minero; curados en 07, 21 y 28 días. el ensayo de resistencia a compresión axial se desarrolló en

cumplimiento a los procedimientos establecidos en la N.T.P. 339.034 denominada (Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas).

Los datos obtenidos se registraron en programas computacionales como cuadros, tablas, gráficos; para su posterior discusión y obtención de resultados.

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

Habiéndose ejecutado los ensayos y la obtención de resultados, como trabajo de gabinete se procedió hacer uso del programa computacional Excel y el IBM SPSS estadístico para el proceso de información.

En el programa computacional Excel se ingresó los valores de las resistencias a compresión, hallando de esta manera las resistencias promedio del hormigón modelo y experimental, con estos valores y haciendo uso del programa IBM SPSS, se determinó la prueba de normalidad verificando la aceptación de la hipótesis, como siguiente paso, se determinó la correlación y regresión entre la variable dependiente e independiente, llegándose a determinar la ecuación de la recta, para nuestro caso se presenta una relación inversa ya que, a medida que se acrecienta la cantidad de relave la resistencia a compresión disminuye.

La presentación de nuestra investigación se realizará haciendo uso de tablas, cuadros y gráficos.

### **3.7. Aspectos éticos**

**Beneficencia**, la investigación se ha elaborado con el fin de generar un beneficio y aporte a la población del centro poblado de Huaripampa del distrito de San Marcos; sin la necesidad de esperar nada a cambio.

**No maleficencia**, está enfocado al principio de no generar daño o minimizar el daño, con el trabajo realizado se busca dar alternativas de uso del relave en el sector construcción y con ello mitigar impactos ambientales generados por la explotación minera.

**Autonomía**, el trabajo de investigación se ha realizado de manera voluntaria, libre y consciente, por lo tanto, asumimos las consecuencias que se pueda generar.

**Justicia**, ante la problemática y vulnerabilidad existente, el trabajo de investigación es un aporte para generar un desarrollo sostenible y evitar los

conflictos sociales existentes. Por tanto, se ha sido respetuoso en cumplir procedimientos y normativas vigentes para producir un material autentico y veraz.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados de nuestra investigación están acorde a los objetivos planteados inicialmente, definidos de la siguiente manera.

**RESULTADO 01:** Caracterizar químicamente el relave de la unidad minera Contonga.

Para determinar su composición, se llevó a cabo el análisis por Fluorescencia de rayos X dispersa en energía (FRXDE) en las instalaciones del laboratorio de arqueometría de la facultad de ciencias físicas de la universidad mayor de San Marcos, tal como señala el informe N.º 127-LAQ/2019 (*Ver anexo 1: Análisis de relave minero por FRXDE*).

**Tabla 3**

*Composición elemental de relave minero en % de masa*

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.636	10.286
SiO <sub>2</sub>	51.878	50.171
SO <sub>2</sub>	1.942	1.878
ClO <sub>2</sub>	0.116	0.112
K <sub>2</sub> O	1.781	1.722
CaO	31.631	30.571
TiO <sub>2</sub>	0.388	0.382
MnO	0.240	0.232
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.883	3.755
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.011	0.011
CuO	0.610	0.590
ZnO	0.340	0.329
BrO <sub>2</sub>	0.006	0.005
SrO	0.018	0.017
ZrO <sub>3</sub>	0.015	0.014
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.006	0.006
MoO <sub>2</sub>	0.007	0.006
BaO	0.093	0.090
PbO	0.023	0.022
<b>Total</b>	<b>103.401</b>	<b>100.00</b>

*Fuente:* Resultado del ensayo realizado

## Interpretación

Tabla 3, se visualiza los resultados del análisis elemental del relave minero, la concentración está dada en % de masa total en términos de los óxidos más estables que se puedan formar en un proceso de calcinación.

Se puede visualizar que los óxidos con mayor % de concentración de masa son el SiO<sub>2</sub> (óxido de silicio) con 50.171%, CaO (óxido de calcio) con 30.571%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (óxido de aluminio) con 10.286% y el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (óxido de hierro) con 3.755%, Los óxidos descritos también se encuentran en la composición química de los agregados y el cemento, ya que el óxido de silicio (sílice) y calcio (cal) conforman un grupo alrededor del 70% al 75% del total del Clinker, en modo de silicatos cálcicos de distinta base. El óxido de aluminio (alúmina) y el óxido férrico adoptan la denominación de fundentes ya que simultáneamente con el magnesio y los álcalis, conforman la etapa líquida del Clinker y permiten las reacciones entre la sílice y la cal, formando los aluminatos.

De lo cual, se puede decir que el relave de la unidad minera Contonga es un material que puede mantener y mejorar las propiedades físicas mecánicas del concreto.

**RESULTADO 02:** Elaboración del diseño de mezcla de un concreto patrón  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y concreto con adición del 5% y 10% de relave de la minera Contonga.

**Tabla 4**

*Características de los materiales (Agregados)*

Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
<b>Agregado Fino (0% de relave)</b>			
Módulo de Finura	2.88	Peso específico (ton/m <sup>3</sup> )	2.65
Contenido de Humedad (%)	3.06	Peso seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1471
Absorción (%)	2.16	Peso seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1616
<b>Agregado Fino con 5% de relave</b>			
Módulo de Finura	2.90	Peso específico (ton/m <sup>3</sup> )	2.63
Contenido de Humedad (%)	3.06	Peso seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1475
Absorción (%)	2.14	Peso seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1621
<b>Agregado Fino 10% de relave</b>			
Módulo de Fineza	2.90	Peso específico (ton/m <sup>3</sup> )	2.61
Contenido de Humedad (%)	3.06	Peso seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1466
Absorción (%)	2.11	Peso seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1612

<b>Agregado Grueso para concreto patrón y experimental (5% y 10% de RM)</b>			
Contenido de Humedad (%)	1.01	Peso específico (ton/m <sup>3</sup> )	2.67
Absorción (%)	1.18	Peso seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1624
		Peso seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1764

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUC-Huaraz

Según la N.T.P. 400.037 titulada Agregados para concretos, requisitos., recomienda que los valores para el módulo de fineza del agregado fino no deberán ser menor a 2.30 ni mayor a 3.10. según la tabla 4, podemos verificar que el agregado empleado en las mezclas de concreto tiene un módulo de fineza de 2.88 y 2.90, el cual cumple con la recomendación y garantiza la producción de un concreto con las características deseadas.

Los valores obtenidos de contenido de humedad, absorción, peso específico, peso seco suelto y compactado, son valores relativos que han ayudado a conseguir o conocer la cantidad de material según el diseño de mezcla.

#### **Tabla 5**

*Valores de diseño para el concreto patrón y experimental*

<b>Descripción</b>	<b>valor</b>	<b>Descripción</b>	<b>valor</b>
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	280	P.E Cemento (tipo I)	3.11
Tamaño máximo nominal (pulg)	½"	Revenimiento (pulg)	3" – 4"
Agua de mezcla (lts)	216	Aire atrapado (%)	2.50
Relación a/c	0.51	Vol. Agregado grueso	0.54

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUC-Huaraz

#### **Interpretación**

Se propuso realizar un diseño para un concreto con resistencia a compresión de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, con un tamaño máximo nominal de ½" de agregado grueso y un revenimiento de 3" a 4", buscando obtener una consistencia plástica y una consolidación por vibrado. Haciendo uso de los procedimientos y recomendaciones del método del comité 211 del ACI se llegó a obtener los valores del agua de mezcla, la relación a/c, contenido de aire atrapado y volumen de agregado grueso.

Un factor resaltante es la relación a/c, cuyo valor está en función a la resistencia a compresión promedio ( $f'_{cr}$ ) a los 28 días, en donde a menor relación a/c mayor resistencia a compresión ( $f'_c$ ).

**Tabla 6**

*Cantidad de insumos por m3 de concreto*

<b>Proporción de insumos para el concreto patrón (0% relave)</b>				
<b>Materiales</b>	<b>kg/m3</b>	<b>Dosificación</b>	<b>Proporción unitaria</b>	
			<b>Peso</b>	<b>Volumen</b>
Cemento (9.98 bls/m <sup>3</sup> )	424.00	0.282 m3	1	1
Arena	726.00	0.473 m3	1.71	1.69
Piedra	962.00	0.580 m3	2.27	2.08
Agua	211.28	0.211 m3	0.5	21.18
<b>Proporción de materiales para el concreto experimental (5% relave)</b>				
<b>Materiales</b>	<b>kg/m3</b>	<b>Dosificación</b>	<b>Proporción unitaria</b>	
			<b>Peso</b>	<b>Volumen</b>
Cemento (9.98 bls/m <sup>3</sup> )	424.00	0.282	1	1
Arena	721.00	0.469	1.70	1.68
Piedra	962.00	0.580	2.27	2.08
Agua	211.19	0.211	0.5	21.17
<b>Proporción de materiales para el concreto experimental (10% relave)</b>				
<b>Materiales</b>	<b>kg/m3</b>	<b>Dosificación</b>	<b>Proporción unitaria</b>	
			<b>Peso</b>	<b>Volumen</b>
Cemento (9.98 bls/m <sup>3</sup> )	424.00	0.282	1	1
Arena	715.00	0.469	1.69	1.68
Piedra	962.00	0.580	2.27	2.08
Agua	211.03	0.211	0.5	21.15

*Fuente:* Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUC-Huaraz

### **Interpretación**

La tabla 6, contiene las fracciones de materiales en peso y volumen para la dosificación del concreto patrón (0% relave), y dosificados con relave (5% y 10%); cuyos valores han sido extraídos del diseño de mezcla elaborado por el método del comité 211 del ACI.

Para el diseño requerido ( $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ ) la cantidad de cemento es de  $9.98 \text{ bol/m}^3$ , cuya cantidad es menor en comparación a lo señalado por la Cámara Peruana de la construcción (CAPECO), donde menciona que, la proporción usualmente utilizada en construcción es de  $13.34 \text{ bol/m}^3$ .

De los resultados alcanzados en el diseño de mezcla, es factible técnica y económica su producción.

**RESULTADO 03:** Analizar la variación en la prueba Slump y determinar la alcalinidad del concreto patrón y concreto dosificado con relave en 5% y 10%.

- **Analizar la variación en la prueba Slump para el concreto patrón y concreto sustituyendo el agregado fino por relave en porcentajes de 5% y 10%, para un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .**

Con el fin de obtener la consistencia de los concretos, se adoptó hacer uso del ensayo de campo conocido como cono de Abrams, teniendo en cuenta que a mayor cantidad de agua en la mezcla mayor será el revenimiento siempre que, la relación cemento y agregado se mantengan constante. En mezclas parecidas, determinar el asentamiento sirve para contrastar o conocer la trabajabilidad, el valor depende del tipo de construcción que se desea ejecutar. La ASTM C94 señala las tolerancias que se debe tener al determinar los asentamientos; en situaciones que no esté especificado el ACI 211.1 proporciona un cuadro de valores recomendados.

**Tabla 7**

*Revenimientos sugeridos según tipo de construcción*

Construcción de concreto	Revenimiento mm (pulg.)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzada	75 (3)	25 (1)
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

*Fuente: ACI 211.1*

Para determinar la consistencia en la investigación, se ha tenido en consideración los procedimientos y recomendaciones señaladas en la Norma Técnica Peruana 339.035:1999 titulado (Hormigón. Método de ensayo para la medición del

asentamiento del hormigón en el cono de Abrams), llegándose a utilizar un molde con forma de tronco de cono abierto en sus extremos. Sus dos bases son paralelas entre sí, de 20 cm de diámetro en la base inferior y 10 cm en la base superior formando un ángulo recto con el eje del cono; la altura del cono ha sido de 30 cm y ha sido previsto de agarraderas de aleta de pie. Parte del procedimiento es la compactación, para lo cual se utilizó una barra de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro, con una longitud de 60 cm y punta terminada en forma semiesférica.

### **PROCESO DE ENSAYO**

- como primer paso, se humedeció el molde, posteriormente se ubicó sobre un terreno plano no absorbente (plancha de acero), se conservó inmóvil sujetando firmemente las aletas. Como paso siguiente se colocó el concreto en 03 capas, verificando que cada una ocupe la tercera parte del volumen total.
- haciendo uso de la barra de acero, cada nivel se compactó con 25 golpes distribuidos y aplicados de manera homogéneo en toda la sección, durante la compactación se tuvo cuidado de no penetrar ligeramente la capa inmediata inferior.
- la muestra se colocó por exceso en el molde antes de ser compactada la última capa, llegándose a enrasar con la barra compactadora; luego se retiró el molde con cuidado manteniendo una dirección vertical, el tiempo para esta operación se llevó a cabo entre 5 a 10 segundos evitando movimientos laterales y torsionales. Por último, se determinó el valor del asentamiento, cuyo resultado es la diferencia entre la altura del molde y centro de la cara superior del cono deformado.

### **INTERPRETACIÓN**

En las muestras realizadas se llegó a obtener un asentamiento de 2" a 3", encontrándose dentro de los márgenes establecidos en la tabla 7. Los concretos en estado plástico han presentado una adecuada trabajabilidad y cohesión, asentándose lento y de manera uniforme el cual es un indicador de buen comportamiento.

- **Determinar la alcalinidad de un concreto patrón y un concreto sustituyendo el agregado fino por relave en porcentajes de 5% y 10%, para un  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.**

La alcalinidad del concreto se puede conocer a través del análisis de pH, cuyos valores oscilan entre 0 y 14, señalando que, valores debajo de 7 unidades son disoluciones ácidas y por encima del valor alcalinas o básicas.

Para determinar o conocer el valor de pH del concreto patrón y experimental se realizó el ensayo y análisis en laboratorio bajo los procedimientos de la norma ASTM D 4262, denominado “Método de prueba estándar para Ph de superficies de concreto químicamente limpiadas o grabadas”; para lo cual, se elaboró 03 probetas de concreto, asignadas de manera unitaria para el concreto patrón y experimental. los resultados se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 8**

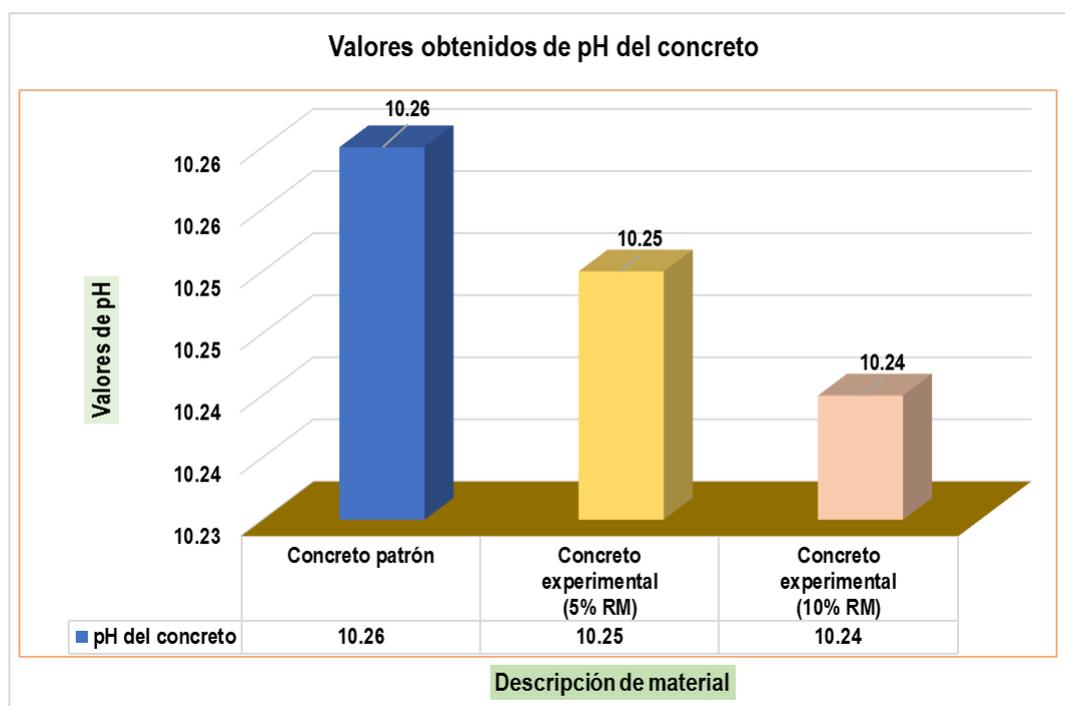
*Determinación de Ph del material de concreto*

Muestra N.º	Descripción de material	pH	Observación
01	Concreto patrón (0% de relave)	10.26	Clasificado como extremadamente alcalino
02	Concreto patrón (5% de relave)	10.25	Clasificado como extremadamente alcalino
03	Concreto patrón (10% de relave)	10.24	Clasificado como extremadamente alcalino

*Fuente: Laboratorio NH NICOLES HYDGEOSTRUCTS S.A.C. - Huaraz*

**Figura 2**

*Resultados de pH del concreto patrón y experimental*



*Fuente: Elaboración propia de los tesisistas*

## INTERPRETACIÓN

De los ensayos realizados para determinar el Ph del concreto patrón y experimental, se obtuvo valores mayores a 10, clasificados como extremadamente alcalino; es decir; el concreto en su estado alcalino protege el acero de refuerzo contra la corrosión. esta defensa es factible a causa de la formación de una capa de oxido pasivo sobre la zona del acero que se mantiene firme en el ambiente altamente alcalino.

**RESULTADO 04:** Analizar la variación de la resistencia a compresión del concreto patrón y experimental

- **Resistencia a compresión de un concreto patrón y un concreto sustituyendo el agregado fino por relave en porcentajes de 5% y 10%, para un  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.**

Para conocer la resistencia del concreto patrón y experimental se ha realizado el ensayo según lo establecido por la N.T.P. 339.034 titulada “Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Para lo cual, se realizó un total de 27 probetas, curados en 07, 21 y 28 días.

**a. Resistencia a compresión del concreto patrón con un  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>**

**Tabla 9**

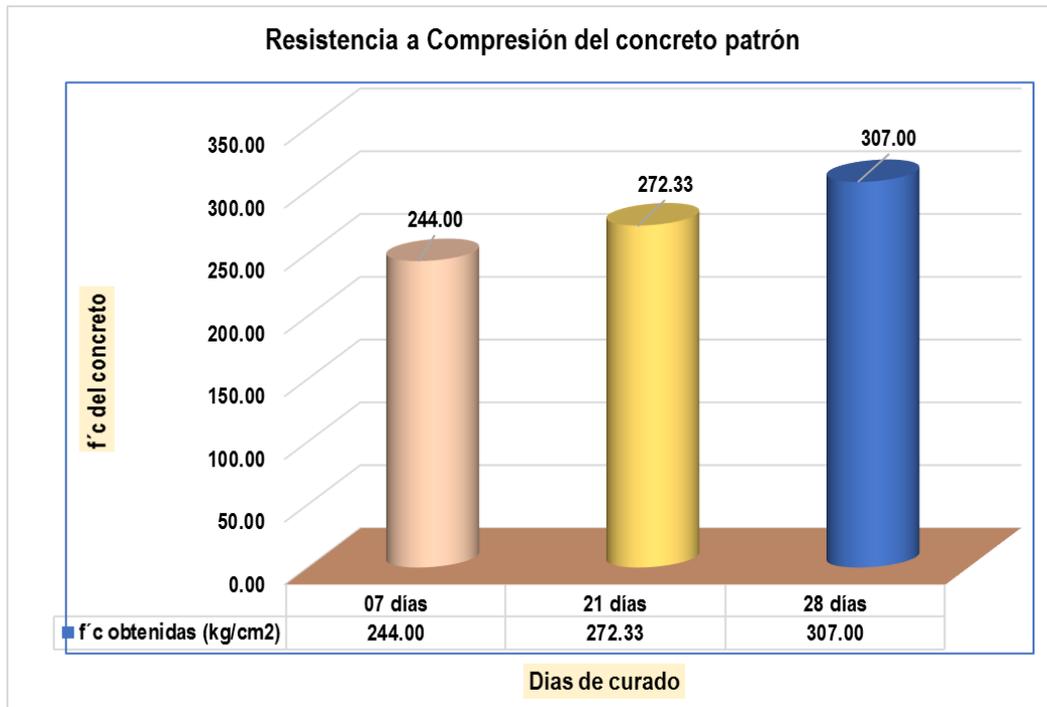
*Resultados de resistencia a compresión – concreto patrón*

N.º	Descripción	Diseño Kg/cm2	Fecha		Edad Días	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c/f'cd	Promedio f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
			Moldeo	Rotura				
01	Probeta Patrón	280	05/06/2021	12/06/2021	07	247.00	88.21	
02	Probeta Patrón	280	05/06/2021	12/06/2021	07	244.00	87.14	<b>244.00</b>
03	Probeta Patrón	280	05/06/2021	12/06/2021	07	241.00	86.07	
04	Probeta Patrón	280	06/06/2021	27/06/2021	21	275.00	98.21	
05	Probeta Patrón	280	06/06/2021	27/06/2021	21	273.00	97.50	<b>272.33</b>
06	Probeta Patrón	280	06/06/2021	27/06/2021	21	269.00	96.07	
07	Probeta Patrón	280	07/06/2021	05/07/2021	28	308.00	110.00	
08	Probeta Patrón	280	07/06/2021	05/07/2021	28	307.00	109.64	<b>307.00</b>
09	Probeta Patrón	280	07/06/2021	05/07/2021	28	306.00	109.29	

*Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUC-Huaraz*

**Figura 3**

*Resultados de resistencia a compresión del concreto patrón*



*Fuente: Elaboración propia de los tesis*

**b. Resistencia a compresión del concreto sustituyendo el agregado fino por relave en porcentajes en 5% para un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .**

**Tabla 10**

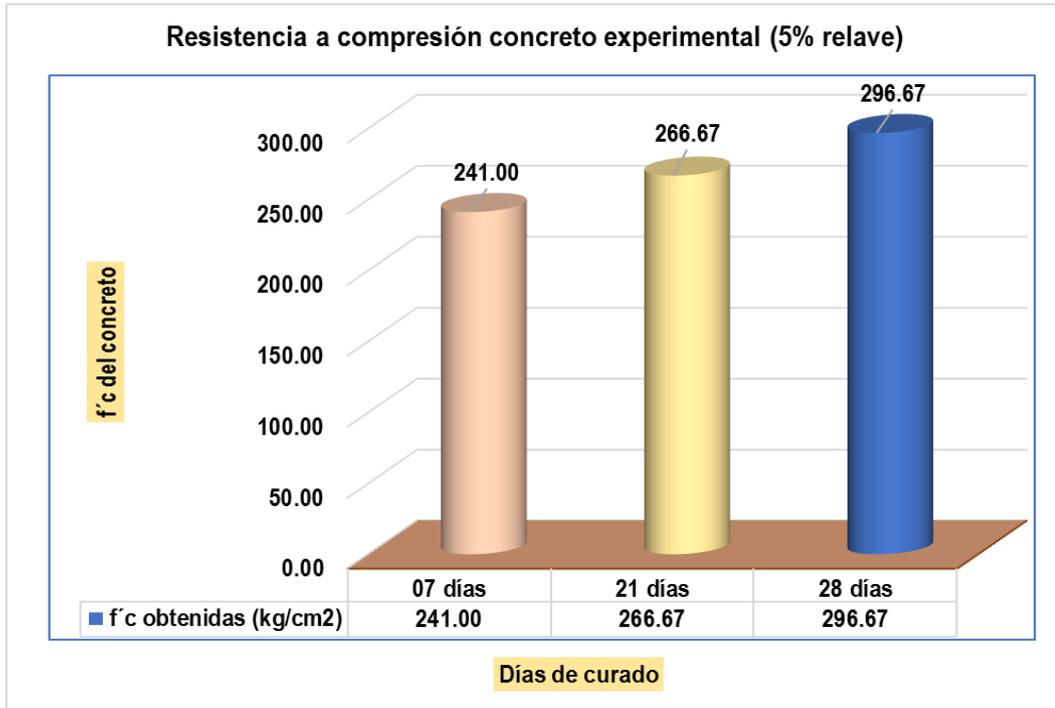
*Resultados de resistencia a compresión – concreto dosificado con 5% relave*

N.º	Descripción	Diseño Kg/cm2	Fecha		Edad Días	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c/f'cd	Promedio f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
			Moldeo	Rotura				
01	Probeta (5% RM)	280	05/06/2021	12/06/2021	07	241.00	86.07	
02	Probeta (5% RM)	280	05/06/2021	12/06/2021	07	240.00	85.71	<b>241.00</b>
03	Probeta (5% RM)	280	05/06/2021	12/06/2021	07	242.00	86.43	
04	Probeta (5% RM)	280	06/06/2021	27/06/2021	21	266.00	95.00	
05	Probeta (5% RM)	280	06/06/2021	27/06/2021	21	265.00	94.64	<b>266.67</b>
06	Probeta (5% RM)	280	06/06/2021	27/06/2021	21	269.00	96.07	
07	Probeta (5% RM)	280	07/06/2021	05/07/2021	28	297.00	106.07	
08	Probeta (5% RM)	280	07/06/2021	05/07/2021	28	294.00	105.00	<b>296.67</b>
09	Probeta (5% RM)	280	07/06/2021	05/07/2021	28	299.00	106.79	

*Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUC-Huaraz*

**Figura 4**

*Resultados de resistencia a compresión del concreto experimental (5% relave)*



*Fuente: Elaboración propia de los tesis*

**c. Resistencia a compresión del concreto sustituyendo el agregado fino por relave en porcentajes de 10%, para un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .**

**Tabla 11**

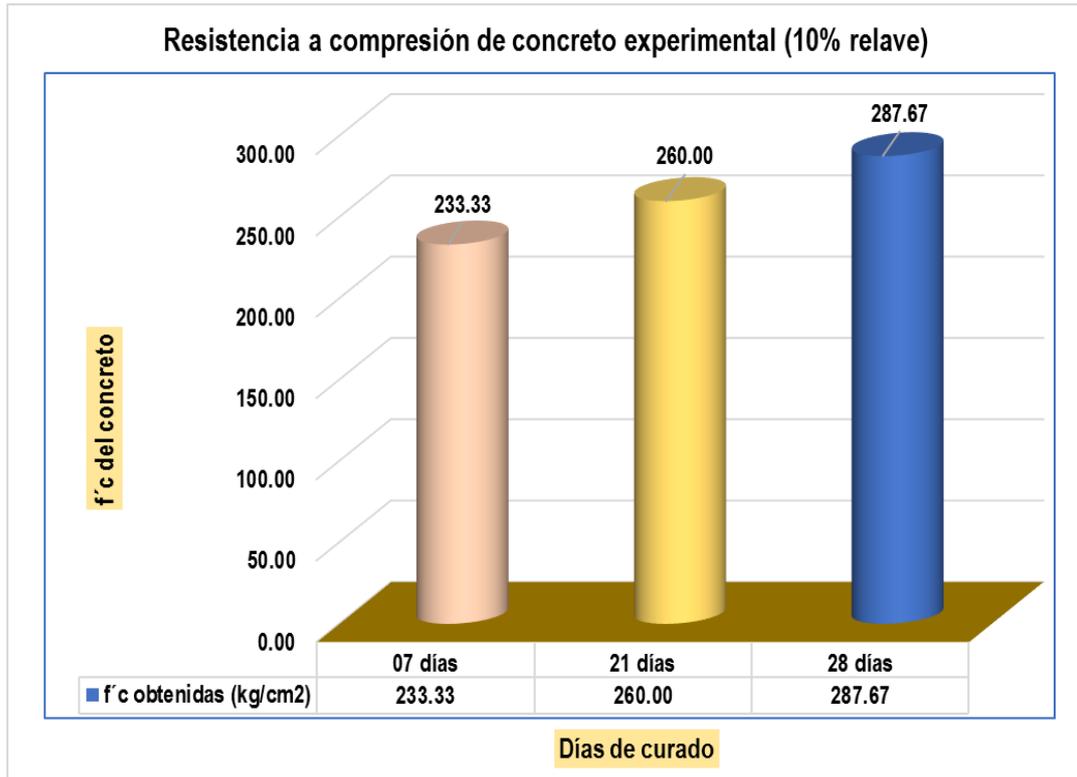
*Resultados de resistencia a compresión – concreto dosificado 10% relave*

N.º	Descripción	Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha		Edad Días	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c/f'cd	Promedio f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
			Moldeo	Rotura				
01	Probeta (10% RM)	280	05/06/2021	12/06/2021	07	235.00	83.93	
02	Probeta (10% RM)	280	05/06/2021	12/06/2021	07	233.00	83.21	<b>233.33</b>
03	Probeta (10% RM)	280	05/06/2021	12/06/2021	07	232.00	82.86	
04	Probeta (10% RM)	280	06/06/2021	27/06/2021	21	261.00	93.21	
05	Probeta (10% RM)	280	06/06/2021	27/06/2021	21	260.00	92.86	<b>260.00</b>
06	Probeta (10% RM)	280	06/06/2021	27/06/2021	21	259.00	92.50	
07	Probeta (10% RM)	280	07/06/2021	05/07/2021	28	286.00	102.14	
08	Probeta (10% RM)	280	07/06/2021	05/07/2021	28	288.00	102.86	<b>287.67</b>
09	Probeta (10% RM)	280	07/06/2021	05/07/2021	28	289.00	103.21	

*Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales GEOSTRUC-Huaraz*

**Figura 5**

*Resultados de resistencia a compresión del concreto experimental (10% relave)*



Fuente: *Elaboración propia de los tesisistas*

### **INTERPRETACIÓN**

Las muestras para el concreto patrón llegaron a obtener una mayor resistencia a compresión respecto a las muestras experimentales (5% y 10% RM) en un margen mínimo; sin embargo todas las muestras superan las especificaciones de diseño requeridas ( $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ), esto demuestra que al sustituir el agregado fino por relave de la unidad minera Contonga en (5% y 10%) son factibles para su uso ya que garantizan la producción de un concreto con características similares al concreto convencional.

### **VALIDACIÓN DE HIPOTESIS**

Para llevar a cabo la validación de la hipótesis se hizo uso de la formula de regresión lineal con el fin de estimar la variable dependiente.

$$Y = b_0 + b_1 * X$$

Donde:

Y: Resistencia a compresión

X: Concreto con relave minero

$b_0$ : Intercepto

$b_1$ : Pendiente

Del enunciado señalamos que, la variable (Y) viene a ser nuestra variable dependiente, es decir es la variable que deseamos predecir o estimar, la variable (X) viene a ser la variable independiente porque nos va a ayudar a explicar a (Y); ( $b_0$ ) es el intercepto cuya función es ayudar a calcular los valores estimados de acuerdo a la relación de las variables en el sistema cuantitativo, ( $b_1$ ) es la pendiente que intercepta los puntos en el plano con el fin de obtener los grados de correspondencia entre la hipótesis.

### Prueba de normalidad

Haciendo uso de programa estadístico IBM SPSS, se llegó a calcular la prueba de normalidad con el fin de admitir o desestimar la hipótesis nula, para ello, si el valor de significancia es menor a 0.01 se rechaza y si es mayor o igual a 0.01 se acepta la hipótesis nula, entonces tenemos:

**Tabla 12**

*Prueba de normalidad según el test de Shapiro – Wilk*

	Kolmogorov–Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro–Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concreto con relave	0.175	3	.	1.000	3	1.000
Resistencia a compresión	0.185	3	.	0.998	3	0.924

Fuente: *Elaboración propia de los tesisistas*

De la tabla 12, tomaremos los datos estadísticos de Shapiro – Wilk, donde podemos observar que el nivel de significancia es mayor a 0.01, llegando a obtener valores de 1.00 y 0.924, es decir, se admite la hipótesis nula el cual significa que los datos de las variables siguen una distribución normal.

**Tabla 13***Esquema del modelo estadístico*

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error estándar de estim.	Estadística de cambios				
					Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	df1	df2	Sig. Cambio en F
1	0,999 <sup>a</sup>	0,998	0,997	0,54297	0,998	633,697	1	1	0,025

Fuente: *Elaboración propia de los tesisistas*

En la tabla 13, R<sup>2</sup> conocida como coeficiente de determinación, tiene un valor de 0.998, el cual expresa el porcentaje en el cual una variable llega a explicar a la otra, cuyo valor máximo es 1. para nuestro caso tenemos que el 99.8% de la resistencia obtenida en la investigación esta explicada o depende de la adición del relave en el concreto.

**Correlación**

Nos ayuda a determinar el grado de correlación de las variables, haremos uso de la correlación de Pearson y determinar la relación entre las variables (Nivel de significación).

**Tabla 14***Estadísticos descriptivos. Resistencia a compresión*

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Concreto con relave minero	3	0.00	10.00	5.00	5.00
Resistencia a compresión	3	287.67	307.00	297.1133	9.67262

Fuente: *Elaboración propia de los tesisistas***Tabla 15***Correlación lineal (de Pearson). Resistencia a compresión*

Correlaciones			
		Concreto con relave minero	Resistencia a compresión
Concreto con relave minero	Correlación de Pearson	1	-0.999
	(Sig. Bilateral)		0.025
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	50.00	-96.650
	Covarianza	25.00	-48.325

	N	3	3
	Correlación de Pearson (Sig. Bilateral)	-0.999 0.025	1
Resistencia a compresión	Suma de cuadrados y productos vectoriales	-96.650	187.119
	Covarianza	-48.325	93.560
	N	3	3

Fuente: *Elaboración propia de los tesisistas*

La tabla 15, muestra el nivel de significancia (sig. Bilateral) cuyo valor es de 0.025, cuyo valor es menor a 0.05 el cual significa que existe relación entre variables denominada como relación significativa con un nivel de confianza al 95%.

En cuanto a la relación, tenemos de tipo inversa, se dice que varía de -1 a +1, cuanto más se acerca al valor de  $\pm 1$  se asume mayor correlación; en nuestro caso tenemos un valor de -0.999 existiendo un alto grado de correlación negativa muy fuerte.

### Regresión

Es una técnica estadística que ayuda a estimar o predecir la variable dependiente (Y) en función de otra variable (X), es decir ayuda a explicar a la variable (Y).

### Tabla 16

*Regresión lineal (de Pearson). Resistencia a compresión*

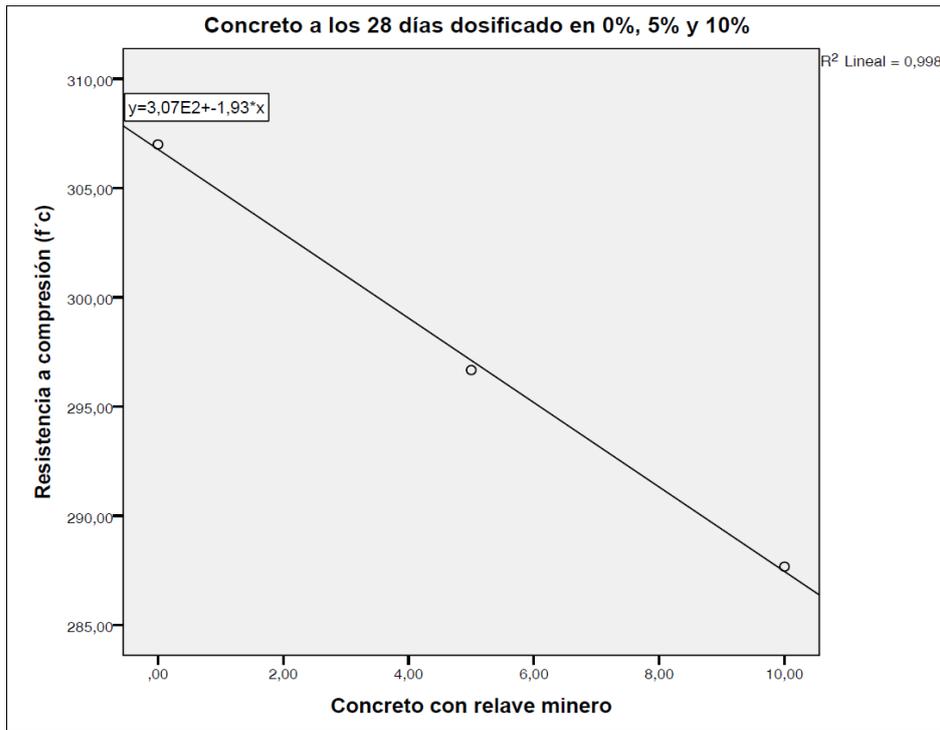
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
(Constante)	306,778	0,496		618,927	0,001
Concreto con relave	-1,933	,077	-,999	-25,173	0,025

Fuente: *Elaboración propia de los tesisistas*

La tabla 16, muestra el grado de significancia cuyo valor es 0.025 el cual es menor a 0.05, por lo tanto, se desestima la hipótesis nula llegándose a la conclusión que las variables están linealmente relacionadas.

**Figura 6**

*Regresión lineal. Resistencia a compresión*



*Fuente:* Elaboración propia de los tesistas

### **CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS**

Para lo cual hicimos un análisis de varianza (ANOVA), con el fin de realizar la prueba de hipótesis.

**Tabla 17**

*Análisis de varianza (ANOVA) de la investigación*

<b>Modelo</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Regresión	186,824	1	186,824	633,697	0,025 <sup>b</sup>
Residual	0,295	1	0,295		
Total	187,119	2			

*Fuente:* Elaboración propia de los tesistas

Aquí corroboramos, que el nivel de significancia es 0.025 siendo menor a 0.05, de lo cual se desestima la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador con una variación inversa; es decir, a medida que se aumenta la adición del relave mineral en la dosificación del concreto la resistencia a compresión disminuye.

## V. DISCUSIÓN:

- 01.** Se estableció como objetivo específico, Caracterizar químicamente el relave de la unidad minera Contonga.

Para determinar la composición elemental del relave minero se llevo acabo el ensayo de análisis por Fluorescencia de rayos X dispersa en energía (FRXDE), obteniendo como resultado en mayor cantidad el  $\text{SiO}_2$  (óxido de silicio) con 50.171%,  $\text{CaO}$  (óxido de calcio) con 30.571%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (óxido de aluminio) con 10.286% y el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (óxido de hierro) con 3.755%. Los óxidos descritos también se encuentran en la composición química de los agregados y el cemento, resultando ser una opción como insumo en la preparación del concreto ya que influye en forma positiva obteniéndose resistencias mayores al diseño requerido.

Los resultados y análisis se complementan con los señalado por Saavedra R. y Beingolea R. en su tesis "Diseño y elaboración de concretos de alta resistencia usando relaves mineros y material de socavón mina para diseños de 280  $\text{kg/cm}^2$ , 350  $\text{kg/cm}^2$  y 450  $\text{kg/cm}^2$ ". Haciendo uso del manual de mineralogía – cuarta edición, el cual contiene en sus escritos la conformación química del relave San Juan de Chorunga, obtuvieron los valores del  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (óxido de aluminio) con 13.68%,  $\text{SiO}_2$  (óxido de silicio) con 75.51%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (óxido de hierro) con 4.00%. cuya composición no ha alterado negativamente en la fabricación del concreto experimental, al contrario, se concluyó que los concreto dosificados con relave llegaron a obtener resultados favorables, señalando que para un diseño de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  dosificado con relave se obtuvo 210.83  $\text{kg/cm}^2$  en 07 días, 251.62  $\text{kg/cm}^2$  en 14 días, 254.34  $\text{kg/cm}^2$  en 21 días y 298.68  $\text{kg/cm}^2$  en 28 días. Para un diseño de  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvo 259.62  $\text{kg/cm}^2$  en 07 días, 282.59  $\text{kg/cm}^2$  en 14 días, 325.68  $\text{kg/cm}^2$  en 21 días y 351.12  $\text{kg/cm}^2$  en 28 días.

- 02.** Se estableció como objetivo elaborar el diseño de mezcla de un concreto patrón  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y concreto con adición del 5% y 10% de relave de la minera Contonga.

Los valores obtenidos en el diseño de mezcla se encuentran descritos en la tabla 5 y 6, el cual muestra una variación en la cantidad de agregado fino para la fabricación de concreto, debido a la diferencia mínima que existe en el peso específico, siendo 2.65 para el concreto patrón, 2.63 y 2.61 para el concreto experimental con 5% y 10 % de relave respectivamente. Para la dosificación de materiales como el cemento, agregado grueso y agua son iguales para todas las muestras, sin embargo, el agregado fino varia siendo 726  $\text{kg/m}^3$  para el concreto patrón, 721  $\text{kg/m}^3$  y 715  $\text{kg/m}^3$  para los concretos

dosificados en 5% y 10% respectivamente. A pesar de la diferencia existente, los concretos producidos han presentado un buen comportamiento físico mecánico según las normas vigentes, alcanzando resistencias a compresión según el diseño requerido.

Cabe señalar que se obtuvo un módulo de fineza de 2.88 para el concreto patrón y 2.90 para los concretos experimentales, cuyos valores no resultan ser menor a 2.30 ni mayor a 3.10 según las recomendaciones señaladas en la N.T.P. 400.037

En complemento a lo señalado, Aguilar J. y Lama J. (2020), en su tesis "Influencia de sustitución del agregado fino por relave, mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto – 2020", muestra en su diseño de mezcla un valor de 2.51 como peso específico del agregado fino siendo este valor constante para el concreto patrón y experimental. La dosificación en peso para 1 m<sup>3</sup> de concreto requiere 9.3 bolsas de cemento, 750.9 kg de agregado grueso, 1043.6 kg de agregado fino y 178.8 litros de agua de mezcla. Habiéndose dosificado según la cantidad de materiales descritos en el diseño de mezcla se llegó a obtener resistencias a compresión mayores al diseño requerido (210 kg/cm<sup>2</sup>), donde se obtuvo para un concreto con 5% de relave un  $f'c = 173 \text{ kg/cm}^2$  en 07 días, 200 kg/cm<sup>2</sup> en 14 días y 249 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días; con 10% de relave un  $f'c = 158 \text{ kg/cm}^2$ , 202 kg/cm<sup>2</sup> y 259 kg/cm<sup>2</sup>; con 15% de relave un  $f'c = 158 \text{ kg/cm}^2$ , 206 kg/cm<sup>2</sup> y 281 kg/cm<sup>2</sup>.

**03.** Analizar la variación en la prueba Slump y determinar la alcalinidad del concreto patrón y concreto con adición del 5% y 10% de relave de la minera Contonga.

Se determinó el Ph del concreto patrón y concreto dosificado en 5% y 10% con relave minero, alcanzando valores de 10.26, 10.25 y 10.24 respectivamente, el cual están clasificados como extremadamente alcalinos.

Al cuanto al Slump se obtuvo para el concreto patrón un valor de 2.5", para el concreto dosificado con 5% de relave se obtuvo 2.70" y para el concreto dosificado con 10% un valor de 2.50", considerados con un estado plástico que presenta una adecuada trabajabilidad y cohesión siendo un indicador de buen comportamiento.

En complemento a lo señalado, Rojas L. y Ventura L. (2017), en su tesis "Utilización del relave minero para la elaboración de bloques de concreto tipo ensamblable", para un Slump de 3", en una mezcla patrón y concretos dosificados con 25% RM, 50%, 75% y 100%RM, concluyeron que al añadir relave minero presenta una variación de aumento en el contenido de agua.

En nuestro caso por ser porcentajes menores (5% y 10%) no se presentó mayor variación en el contenido de agua pasando desapercibido.

**04.** Analizar la variación de la resistencia a compresión del concreto patrón y con adición del 5% y 10% de relave de la minera Contonga.

La resistencia a compresión se detalla en las tablas 10, 11 y 12, llegándose a tener para el concreto patrón un  $f'c = 244 \text{ kg/cm}^2$ ,  $272.33 \text{ kg/cm}^2$  y  $307 \text{ kg/cm}^2$  en 07, 21 y 28 días de curado respectivamente; para el concreto con 5% de relave se obtuvo un  $f'c = 241 \text{ kg/cm}^2$ ,  $266.33 \text{ kg/cm}^2$  y  $296 \text{ kg/cm}^2$ , finalmente para el concreto con 10% de relave se obtuvo un  $f'c = 233.33 \text{ kg/cm}^2$ ,  $260. \text{ kg/cm}^2$  y  $287.67 \text{ kg/cm}^2$ , a pesar que el concreto patrón presenta una ventaja mínima en las resistencias obtenidas, los concretos experimentales sobrepasan los valores de diseño. Por lo tanto, es favorable y recomendable el uso del relave de la unidad minera Contonga en dosificaciones de 5% y 10% para la fabricación de concreto.

El uso del relave como insumo viene adoptando mayor interés e importancia en el sector construcción, tal como complementa Melgarejo Y. (2018), en su tesis "Resistencia del concreto  $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución del cemento en 4% y 8% por relave de la mina Potosí", donde obtuvo 3" a 4", resultando un concreto trabajable y consistente, llegando a determinar que al aumentar la sustitución del relave asciende la trabajabilidad.

En cuanto a la resistencia para el concreto patrón con un diseño de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  obtuvo  $172.95 \text{ kg/cm}^2$ ,  $193.19 \text{ kg/cm}^2$  y  $211.84 \text{ kg/cm}^2$  en 07, 14 y 28 días de curado; para el concreto adicionando 4% de relave se obtuvo  $170.72 \text{ kg/cm}^2$ ,  $200.08 \text{ kg/cm}^2$  y  $209.24 \text{ kg/cm}^2$ ; finalmente concreto con 8% de relave se obtuvo  $157.31 \text{ kg/cm}^2$ ,  $187.31 \text{ kg/cm}^2$  y  $207.03 \text{ kg/cm}^2$ . De los resultados, a pesar de obtener menores resultados con respecto al concreto patrón, se encuentran dentro de los límites admisibles según las normas técnicas establecidas.

## VI. CONCLUSIONES.

- 01.** Las características químicas y físicas de los materiales utilizados en la elaboración del concreto, cumplen con las especificaciones técnicas que se requiere y establecen las normas técnicas vigentes; dentro de ello, el relave de la unidad minera Contonga incide de manera favorable en las propiedades físicas mecánicas del concreto, llegando alcanzar los diseños requeridos.
- 02.** Se concluye que los diseños de mezcla para el concreto patrón y experimental (5% y 10% RM) tienen características y valores similares, que conllevan a la fabricación de un concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  cumpliendo con las especificaciones técnicas. además, el diseño de mezcla de los concretos experimentales optimiza el uso del agregado fino en  $5 \text{ kg/m}^3$  y  $11 \text{ kg/m}^3$  respecto al concreto patrón.
- 03.** Se concluye que el relave en los porcentajes adicionados no modifica la consistencia respecto al concreto patrón. Se obtuvo asentamientos de 2" a 3" generando en el concreto una trabajabilidad y cohesión óptima.

Habiéndose determinado la alcalinidad de los concretos, se obtuvo valores de Ph en 10.26, 10.25 y 10.24 correspondiente al concreto patrón, concreto experimental (5% y 10% RM) respectivamente; clasificándose como extremadamente alcalino, por lo tanto, su utilización no compromete la conservación y desenvolvimiento estructural del concreto.

- 04.** Se concluye que las resistencias a compresión obtenidas para el concreto patrón fueron de  $f'c = 244.00 \text{ kg/cm}^2$ ,  $272.33 \text{ kg/cm}^2$  y  $307.00 \text{ kg/cm}^2$  en curados de 07, 21 y 28 días; del concreto experimental con 5% RM fue de  $241.00 \text{ kg/cm}^2$ ,  $266.67 \text{ kg/cm}^2$  y  $296.67 \text{ kg/cm}^2$ , finalmente para el concreto experimental con 10% RM fue de  $233.33 \text{ kg/cm}^2$ ,  $260.00 \text{ kg/cm}^2$  y  $287.67 \text{ kg/cm}^2$ ; llegándose a concluir que efectivamente la sustitución del agregado fino por relave proporciona resistencias a compresión superiores a los diseños establecidos

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 01.** Se recomienda a los futuros tesisistas caracterizar químicamente el material o insumo nuevo involucrado en la elaboración del concreto, ya que los materiales presentan variaciones en su composición según el lugar de exploración o cantera.
- 02.** Se recomienda elaborar cuidadosamente y respetar los procedimientos técnicos al momento de realizar el diseño de mezcla, ya que representa y contiene los valores que ayudaran a contrastar la hipótesis de la investigación.
- 03.** Se recomienda seguir con la línea de investigación, haciendo uso del relave minero y determinar la influencia física mecánica en los distintos concretos tales como, ciclópeo, estructural y dosificados con aditivos.
- 04.** Se recomienda a los futuros tesisistas aplicar dosificaciones similares en concretos clasificados por su resistencia tales como baja, moderada y normal.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Duggal, Suresh K. 2017. *Building materials*. Tercera edición. 2017.
- Foster, Morris. 2014. *Integrating ethics and science in the international HapMap project. nature reviews genetics*. 2014. Pág. 467. Vol. 05.
- Shettima, Ali Umara. 2016. *Evaluation of iron ore tailings as replacement for fine aggregate in concrete*. 2016. Pág. 72-79.
- Zhao, Fan y Sujing, Junjiang. 2014. *Utilization of iron ore tailings as fine aggregate in ultra-high-performance concrete. construction and building materials*. 2014. Pág. 540 - 548.
- Sunil, B. M. 2015. *Potential use of mine tailings and fly ash in concrete*. 2015. Pág. 55. vol. 3.
- Boltakova, N., et al. "Utilization of inorganic industrial wastes in producing construction ceramics. Review of Russian experience for the years" 2000–2015, vol 60, p. 230-246.
- Choi, W.-H.; Lee, S.-R.; Park, J.-Y. *Cement based solidification/stabilization of arsenic-contaminated mine tailings. Waste management*, 2009, vol. 29, no 5, p. 1766-1771.
- Brito, J y Evangelista, L. *Mechanical behaviour of concrete made with fine recycled concrete aggregates. (Artículo Científico). Advances in Materials Science and Engineering*. 2016. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946507000030>
- ASTM C-33. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. Estados Unidos. 2011. Disponible en: [https://kupdf.net/download/astm-c33\\_5bfe4414e2b6f56d57dd6d46\\_pdf](https://kupdf.net/download/astm-c33_5bfe4414e2b6f56d57dd6d46_pdf)
- ASTM D4262 - 05(2018) *Standard Test Method for pH of Chemically Cleaned or Etched Concrete Surfaces*. Disponible en: <https://www.astm.org/Standards/D4262.htm>
- ASTM C143 *Standard Test Method for Slumping of Hydraulic Cement Concrete*. Disponible en: <https://www.astm.org/Standards/C143C143M-SP.htm>
- Bledzki, A; Reihmane S y Gassan. *Properties and modification methods for vegetable fibers for natural fiber composites. (Artículo Científico). Journal of Applied Polymer Science*. 2015: 59 (8). [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2021]. Disponible en: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1097-4628\(19960222\)59:8%3C1329::AID-APP17%3E3.0.CO;2-0](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1097-4628(19960222)59:8%3C1329::AID-APP17%3E3.0.CO;2-0)

- Chandra, Bikasha y Kumar, Ashok. *Srucliiri.il Behavior of Concrete Block Paving. I: Sand in Bedand Joints*. (Revista indexada). Revista de ingeniería de transporte. 2002: 128 (2). [Fecha de consulta: 02 de junio de 2021]. Disponible en: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2002\)128:2\(123\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-947X(2002)128:2(123))
- Chen, How; Yen, Tsong y Chen, Kuan. *Use of building rubbles as recycled aggregates*. (Artículo Científico). *Cement and Concrete Research*. 2017. [Fecha de consulta: 04 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884602009389>
- Wtxeberria, M y et al. *Influence of amount of recycled coarse aggregates and production process on properties of recycled aggregate concrete*. (Artículo Científico). *Transportation Research Record*. 2007: 37(5). [Fecha de consulta: 04 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884607000415>
- Xu, Wenbin; LI, Qianlong y HSRUNA, Sada. *The Effect of Calcium Formate, Sodium Sulfate, and Cement Clinker on Engineering Properties of Fly Ash-Based Cemented Tailings Backfill*. (Artículo Científico). *Advances in Materials 46 Science and Engineering*. 2019. [Fecha de consulta: 05 de junio de 2021].
- Aguilar V y Lama J (2020). "Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto - 2020", de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo. Huaraz. Perú <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58168>
- Calderón, V y Umiña Y (2015). "Evaluación De Concretos Geo Poliméricos Mediante Activación Alcalina De Residuos Mineros (Relave) Y Zeolita Natural". Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa Perú. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2901>
- Rojas L. y Ventura, L (2017). "Utilización del relave minero para la elaboración de bloques de concreto tipo ensamblable", Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1326>
- Cáceres I. y Larico J. (2017). "Evaluación de mezclas de concreto  $f'c=175, 210$  y  $245$  kg/cm<sup>2</sup> con relave minero del distrito de Ananea - Putina - Puno, 2017". Tesis de pre grado). Universidad nacional del Altiplano, Puno, Perú. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6692>

- Curo E. y Rashuamán P. (2015). *“Diseño de mezcla de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  adicionando relave minero de la relavera N.º 09 - Achilla- Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de urca y provincia de Angaraes - Huancavelica”*. (Tesis de pre grado). Universidad nacional de Huancavelica, Perú. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/261?show=full>
- Quichca J. (2016). *“Diseño de mezcla de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  adicionando relave minero para tránsito ligero relavera Pacococha – P Virreyna–Castrovirreyna- Huancavelica”*. (Tesis de pre grado). Universidad nacional de Huancavelica, Perú. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/261>
- Saavedra R. y Beingolea R. (2019). *“Diseño y elaboración de concretos de alta resistencia usando relaves mineros y material de socavón mina para diseños de  $280 \text{ kg/cm}^2$ ,  $350 \text{ kg/cm}^2$  Y  $450 \text{ kg/cm}^2$ ”*. (Tesis de pre grado). Universidad católica de Santa María, Arequipa, Perú. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/270113373.pdf>
- Melgarejo Y. (2018). *“Resistencia del concreto  $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución del cemento en 4% y 8% por relave de la mina Potosí”*. (Tesis de pre grado). Universidad privada San Pedro, Huaraz, Perú. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5397>
- Romero A. y Flores S. (2010). *“Reuso de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas”*. Pág. 75-82. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/6193>
- Oyarzun I. (2013). *“Influencia de las escorias de cobre en la fabricación de hormigón”*. (Tesis de pre grado). Universidad austral de Chile, Chile. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmficio.97i/doc/bmficio.97i.pdf>
- ministerio de energía y minas. 2020. *Guía ambiental para el manejo de relaves mineros -*. lima: S.N., 2020. Pág. 93, guía.
- Rivva, E. (2014). *Diseño de mezclas*, Lima, Perú: fondo editorial ICG
- Rivva, E. (2014). *Materiales para el concreto*, Lima, Perú: fondo editorial ICG
- Abanto, F. (2003). *Tecnología del Concreto*. Perú: Editorial San Marcos
- Pasquel, E. (1993). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Padilla, J. 2015. *Guías de laboratorio materiales de construcción*. Lima: S.N., 2015.

*Reglamento nacional de edificaciones. 2019. Lima: S.N., 2019*

Norma Técnica Peruana 339.035.2009. *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.*

Norma Técnica Peruana 339.036.2017. *CONCRETO. Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco.*

Norma Técnica Peruana 339.034.2015. *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.*

Norma Técnica Peruana 339.033.2015. *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.*

Minería Chilena información confiable y oportuna (2012). *¿El fin de los relaves?* Disponible en: <https://www.mch.cl/reportajes/el-fin-de-los-relaves/#>

Moreno E. (2006). "Determinación del pH de la solución de los poros de concreto después de un proceso acelerado de carbonatación". Pág. 5-12. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46710301>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Pilar, L. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición.

Ríos Ramírez, R. (2017). *Metodología para la investigación y redacción*. Universidad de Málaga, España.

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1: Matriz de consistencia**

## Anexo 1

### Matriz de operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
(Variable independiente) Agregado fino por relave minero	Ante una revisión bibliográfica para esta definición conceptual, los autores consideramos que, es la aplicación y sustitución de un porcentaje (%) del agregado fino por relave minero y con ello determinar la influencia en el comportamiento físico mecánicas del concreto.	El relave minero se recolectó de manera aleatoria, porque la relavera contiene material homogéneo. Se procedió a determinar su módulo de finura, contenido de humedad y su absorción, finalmente se preparó el concreto patrón y experimental con la participación del relave en 5% y 10%.	Peso	Porcentaje de relave minero	Ordinal
(Variable dependiente) Comportamiento físico mecánicas del concreto	Está relacionado directamente con las propiedades del concreto, tomando en consideración el grado de consistencia, apariencia, durabilidad y en estado endurecido como la resistencia a compresión (Tecnología del concreto – tomo I, 2010, p.99).	El comportamiento físico mecánico del concreto ha sido verificado con los ensayos realizados en laboratorio, determinando la consistencia, alcalinidad y resistencia a compresión del concreto patrón y experimental.	Diseño de mezcla	Ensayo estándar para revenimiento o asentamiento de concreto de cemento hidráulico.	Intervalo
				Ensayo de análisis de Ph del concreto patrón y experimental	Intervalo
				Resistencia a compresión del concreto adicionando relave en 0%, 5% y 10%	Ordinal

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

## Anexo 2

### Matriz de consistencia

Problema general	Objetivos	Hipótesis	Variable	Técnicas e instrumentos	metodología
¿De qué manera influirá la sustitución del agregado fino por relave de la minera Contonga, sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> ?	<p><b>Objetivo general:</b> determinar la influencia al sustituir el agregado fino por relave de la minera Contonga, sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto <math>f'c=280</math>kg/cm<sup>2</sup></p> <p><b>Objetivos específicos:</b> OE1: Caracterizar químicamente y físicamente el relave de la unidad minera Contonga. OE2: Elaborar el diseño de mezcla de un concreto patrón <math>f'c = 280</math> kg/ cm<sup>2</sup> y concreto con adición del 5% y 10% de relave de la minera Contonga. OE3: Analizar la variación de la prueba Slump con respecto al relave minero. OE4: Analizar la variación de la resistencia a la comprensión con respecto al relave.</p>	Hipótesis General, al sustituir el agregado fino por relave minero en 5% y 10% el concreto alcanzará propiedades física mecánicas mayores e iguales al diseño requerido	<p>(Variable independiente) Agregado fino por relave minero</p> <p>(Variable dependiente) Comportamiento físico y mecánico del concreto</p>	<p>Fichas, ensayo de laboratorio, tablas y análisis estadísticos</p> <p>Ensayo estándar para revenimiento o asentamiento de concreto de cemento hidráulico. Ensayo de análisis de Ph del concreto patrón y experimental, Resistencia a compresión del concreto adicionando relave en 0%, 5% y 10%. tablas y análisis estadísticos</p>	<p>Diseño de Investigación El estudio corresponde a la investigación cuantitativa, aplicada diseño experimental puro</p> <p><b>Población</b> Conformada por 33 probetas</p> <p><b>Muestra.</b> Conformada por 33 probetas</p>

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

## **ANEXO 2: Análisis de relave minero por FRXDE**



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°127-LAQ/2019**

**Análisis de relave minero por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de relave minero a pedido del Sr. **Yustin Luciano, Santiago Trejo**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Influencia de sustitución del agregado fino por relave Mina Contonga, sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - 2019”**

La muestra proviene de la Unidad Minera Contonga, San Marcos, Huaraz, Ancash., y está en la forma de grano fino grumoso de color plomo,

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu\text{A}$ . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.5 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 8260 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico  $Z$  igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de  $Z$  y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na ( $Z=11$ ) y Mg ( $Z=12$ ) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Laboratorio de Arqueometría

componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

### **Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de relave minero. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra de relave minero. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma de estas concentraciones es



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

ligeramente mayor que 100%, que se puede deber a que los elementos estén formando compuestos diferentes de óxidos y/o a una ligera deficiencia en la calibración instrumental. Luego, estos porcentajes son normalizados a 100%, Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de relave minero en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.636	10.286
SiO <sub>2</sub>	51.878	50.171
SO <sub>2</sub>	1.942	1.878
ClO <sub>2</sub>	0.116	0.112
K <sub>2</sub> O	1.781	1.722
CaO	31.631	30.571
TiO <sub>2</sub>	0.388	0.382
MnO	0.240	0.232
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.883	3.755
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.011	0.011
CuO	0.610	0.590
ZnO	0.340	0.329
BrO <sub>2</sub>	0.006	0.005
SrO	0.018	0.017
ZrO <sub>3</sub>	0.015	0.014
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.006	0.006
MoO <sub>2</sub>	0.007	0.006
BaO	0.093	0.090
PbO	0.023	0.022
Total	103.401	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

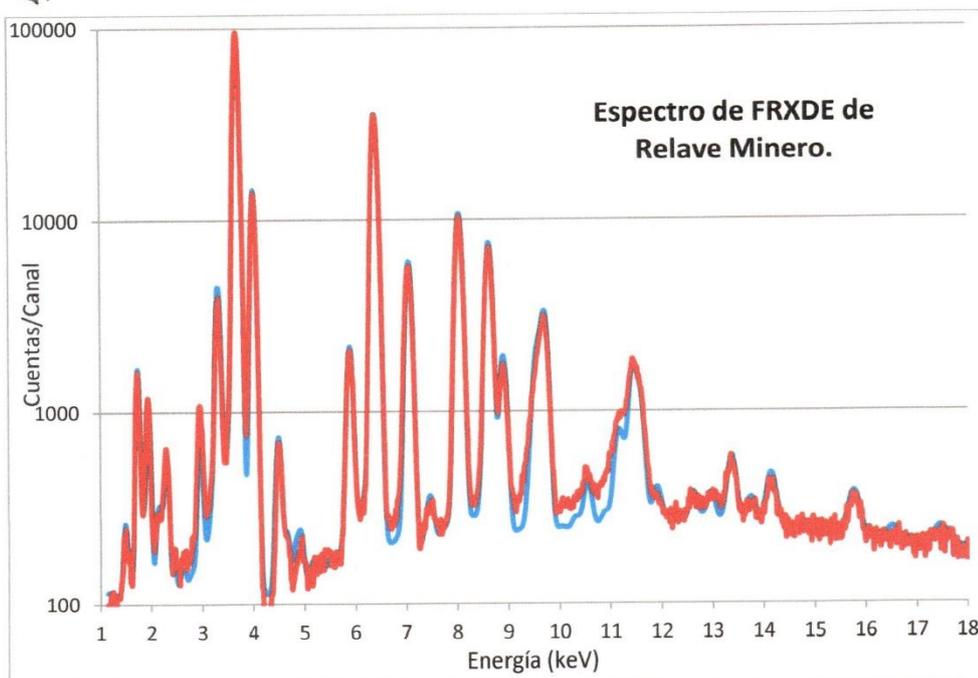


Figura 1. Espectro de FRXDE de relave minero en escala semilogarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 21 de diciembre del 2019

## **ANEXO 3: Propiedades físicas del agregado fino y grueso**

### 3.1. Concreto patrón con 0% de relave



Página 3 de 6

PROYECTO: COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DE UN CONCRETO  $F_c = 280$ , CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 5% Y 10 % DE RELAVE, DISTRITO SAN MARCOS - ANCASH, 2021

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SNA MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAK

UBIC. CANTERA CATAK

FECHA: 28/05/2021

CERT: 21-0458

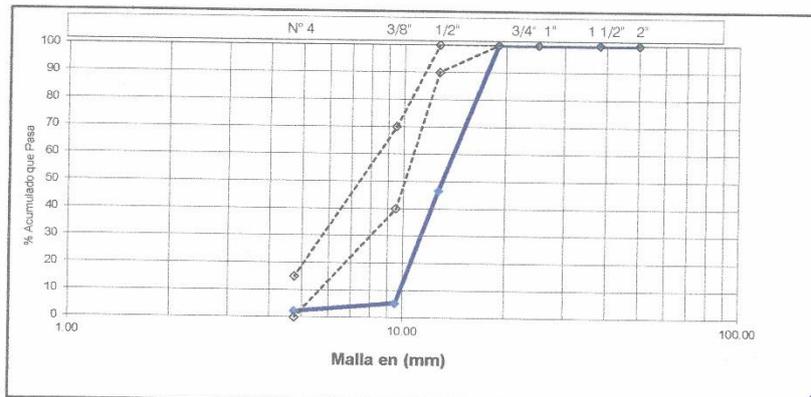
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM C136 (NTP 400.012)

PESO INICIAL SECO : 2010.00 grs  
PESO LAVADO SECO: 1965.00 grs

AGREGADO: GRUESO  
% Pasa N° 4 : 2.24  
Peso Retenido 2" (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	1072.30	53.35	53.35	46.65
3/8"	9.500	832.40	41.41	94.76	5.24
N° 4	4.760	60.30	3.00	97.76	2.24

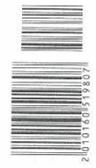
1965.00



OBSERVACION: El agregado grueso esta compuesto por piedra chancada



JOHN FRAY LUIS BARRETO PALLMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. Cof. N° 4726  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 4 de 6

PROYECTO: COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DE UN CONCRETO  $F_c = 280$ , CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 5% Y 10 % DE RELAVE, DISTRITO SAN MARCOS - ANCASH, 2021

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO JUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SNA MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAK

UBIC. CANTERA CATAK

FECHA: 28/05/2021

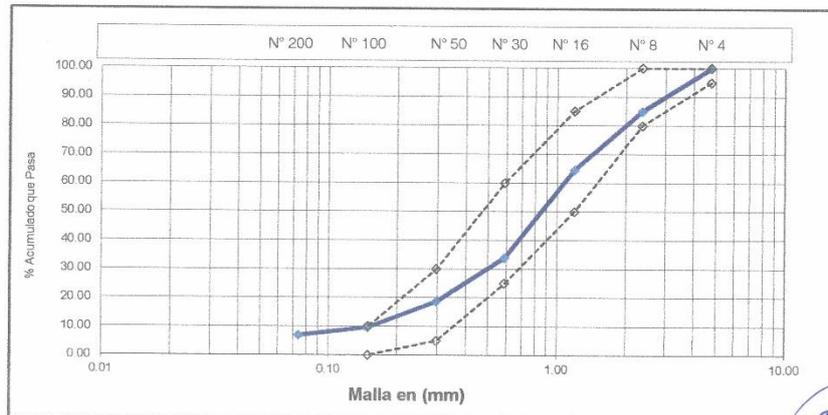
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM C 136 (NTP 400.012)

AGREGADO: A. FINO  
PESO INICIAL SECO : 2360.00 grs % Pasa N° 200: 6.92  
PESO LAVADO SECO: 2196.70 grs Peso Retenido N° 4 (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
N° 4	4.780	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	354.90	15.04	15.04	84.96
N° 16	1.190	482.60	20.45	35.49	64.51
N° 30	0.590	720.50	30.53	66.02	33.98
N° 50	0.297	361.10	15.30	81.32	18.68
N° 100	0.149	212.40	9.00	90.32	9.68
N° 200	0.074	65.20	2.76	93.08	6.92

2196.70

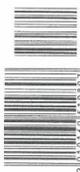


Módulo de finura : 2.88

OBSERVACION: -



JOHN FRAYLUS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 17265  
Materiales de Ingeniería Estructural y Geotécnica



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe

Hualcan, 28/05/2021





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 6 de 6

PROYECTO: COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DE UN CONCRETO  $F_c = 280$ , CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 5% Y 10 % DE RELAVE, DISTRITO SAN MARCOS - ANCASH, 2021

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SNA MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAK

UBIC. CANTERA CATAK

FECHA: 28/05/2021

CERT: 21-0458

PESO ESPECIFICO  
ASTM C127-C128 ( NTP 400.021-400.022)

AGREGADO	FINO	GRUESO
Tamaño Maximo de la muestra	Malla N° 4	1/2"
Tipo de Frasco Utilizado	Fiola 500 ml	Prob. 1000 ml
Peso Frasco+ Agua	654.70	1567.40
Peso Material Sup Seca al aire	200.00	500.00
Peso Material Saturado+ Agua +Frasco	854.70	2067.40
Peso Global con desp. de Volumen	779.30	1880.00
Peso Vol. Masa + Vol Vacios	75.40	187.40
Peso Especifico	2.65	2.67

PORCENTAJE DE ABSORCION  
ASTM C127-C128 ( NTP 400.021-400.022)

AGREGADO	FINO	GRUESO
N° Recipiente	2	6
Peso Recipiente + Material Sup. Seca en Aire	140.20	143.90
Peso Recip. + Material Secado en Estufa	137.90	142.60
Peso del Agua	2.30	1.30
Peso del Recipiente	31.20	32.20
Peso Material Secado en estufa	106.70	110.40
Porcentaje de absorción	2.16	1.18



JOHN FRAY LUIS BARRERO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 4298  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
[www.geostruct.com.pe](http://www.geostruct.com.pe)

Vertical barcode on the right margin.

### 3.2. concreto con 5% de relave minero



Página 2 de 6

PROYECTO: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE UN CONCRETO  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - 2021

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAO: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

UBIC. CANTERA: CATAO: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

FECHA: 28/05/2021

CERT: 21-0683

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM C 566 (NTP 339.185)

AGREGADO: FINO

Muestra	M-01	
	6	11
Recipiente N°	6	11
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	214.20	217.30
Peso Seco + Recipiente (gr)	210.50	210.50
Peso recipiente	40.00	38.20
Peso del agua (gr)	3.70	6.80
Peso Suelo Seco (gr)	170.50	172.30
Contenido de Humedad (%)	2.17	3.95

Humedad Promedio (%)	3.06
----------------------	------

AGREGADO: GRUESO

Muestra	M-01	
	4	7
Recipiente N°	4	7
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	195.20	197.30
Peso Seco + Recipiente (gr)	193.40	196.00
Peso recipiente	40.00	40.40
Peso del agua (gr)	1.80	1.30
Peso Suelo Seco (gr)	153.40	155.60
Contenido de Humedad (%)	1.17	0.84

Humedad Promedio (%)	1.01
----------------------	------





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 3 de 6

PROYECTO: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE UN CONCRETO F<sub>ic</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup> - 2021

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

UBIC. CANTERA CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

FECHA: 28/05/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM C136 (NTP 400.012)

AGREGADO: GRUESO

PESO INICIAL SECO : 2010.00 grs

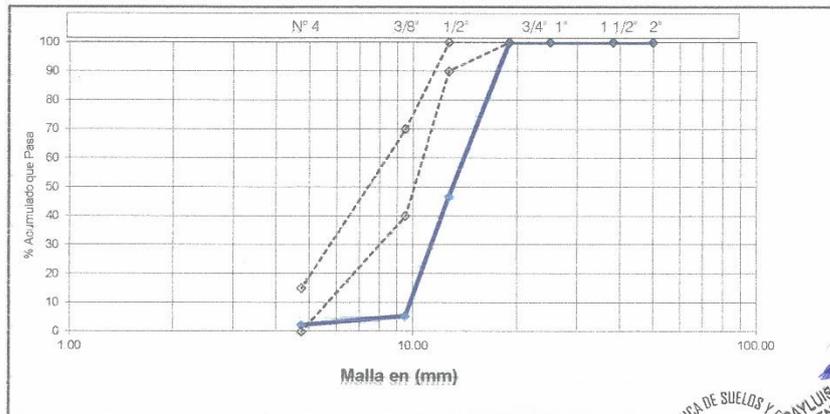
% Pasa N° 4 : 2.24

PESO LAVADO SECO: 1965.00 grs

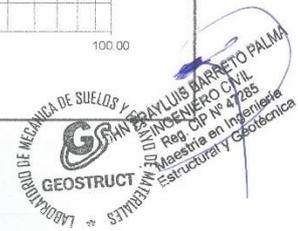
Peso Retenido 2" (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	1072.30	53.35	53.35	46.65
3/8"	9.500	832.40	41.41	94.76	5.24
N° 4	4.760	60.30	3.00	97.76	2.24

1965.00



OBSERVACION: El agregado grueso esta compuesto por piedra chancada



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarreto@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316299652 RNP: C7390 SO386686

PROYECTO: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE UN CONCRETO Fc = 280 kg/cm2 - 2021

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO JUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

UBIC. CANTERA CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

FECHA: 28/05/2021

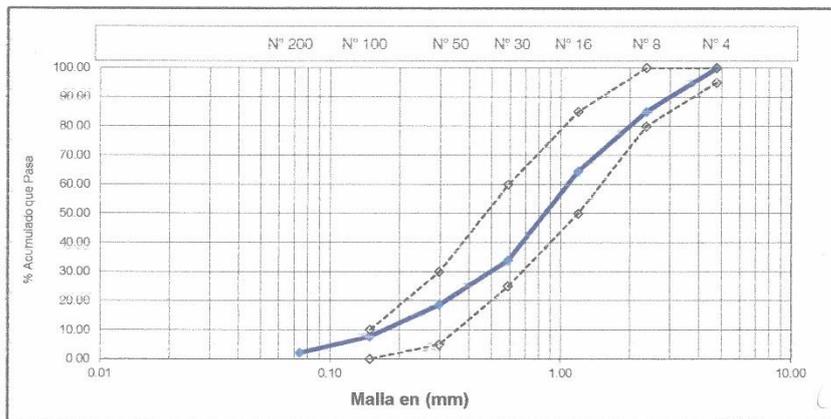
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM C 136 (NTP 400.012)

AGREGADO: A. FINO

PESO INICIAL SECO : 2360.00 grs % Pasa N° 200: 2.13  
PESO LAVADO SECO: 2309.70 grs Peso Retenido N° 4 (gr): 0.00

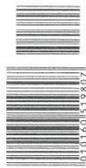
TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
N° 4	4.780	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	354.90	15.04	15.04	84.96
N° 16	1.190	482.60	20.45	35.49	64.51
N° 30	0.590	720.50	30.53	66.02	33.98
N° 50	0.297	361.10	15.30	81.32	18.68
N° 100	0.149	259.80	11.01	92.33	7.67
N° 200	0.074	130.80	5.54	97.87	2.13

2309.70



Módulo de finura : 2.90

OBSERVACION:



FRAYLIS BARRETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47285  
Especialista en Ingeniería Estructural y Geotécnica



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 5 de 6

PROYECTO: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA,  
SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE UN CONCRETO  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - 2021

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO JUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

UBIC. CANTERA CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

FECHA: 28/05/2021

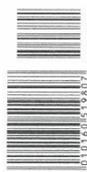
CERT: 21-0683

PESO UNITARIO AGREGADO FINO  
ASTM C29 (NTP 400.017)

TIPO DE PESO UNITARIO	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
Peso Material + Molde	9840.00	9810.00	9850.00	10170.00	10120.00	10140.00
Peso del Molde	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00
Peso del Material	3140.00	3110.00	3150.00	3470.00	3420.00	3440.00
Volumen del Molde	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Peso Unitario(Ton/m3)	1.478	1.464	1.483	1.634	1.61	1.62
Peso Unitario Promedio (Ton/m3)	1.475			1.621		

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO  
ASTM C29 (NTP 400.017)

TIPO DE PESO UNITARIO	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
Peso Material + Molde	10120.00	10150.00	10180.00	10450.00	10470.00	10420.00
Peso del Molde	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00	6700.00
Peso del Material	3420.00	3450.00	3480.00	3750.00	3770.00	3720.00
Volumen del Molde	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Peso Unitario(Ton/m3)	1.610	1.624	1.638	1.766	1.775	1.751
Peso Unitario Promedio (Ton/m3)	1.624			1.764		





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad in campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 6 de 6

PROYECTO: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA,  
SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2 - 2021$

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO JUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

UBIC. CANTERA CATAAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

FECHA: 28/05/2021

CERT: 21-0683

PESO ESPECIFICO  
ASTM C127-C128 ( NTP 400.021-400.022)

AGREGADO	FINO	GRUESO
Tamaño Maximo de la muestra	Malla N° 4	1/2"
Tipo de Frasco Utilizado	Fiola 500 ml	Prob. 1000 ml
Peso Frasco+ Agua	654.70	1567.40
Peso Material Sup Seca al aire	200.00	500.00
Peso Material Saturado+ Agua +Frasco	854.70	2067.40
Peso Global con desp. de Volumen	778.60	1880.00
Peso Vol. Masa + Vol Vacios	76.10	187.40
Peso Especifico	2.63	2.67

PORCENTAJE DE ABSORCION  
ASTM C127-C128 ( NTP 400.021-400.022)

AGREGADO	FINO	GRUESO
N° Recipiente	2	6
Peso Recipiente + Material Sup. Seca en Aire	140.20	143.90
Peso Recip. + Material Secado en Estufa	137.92	142.60
Peso del Agua	2.28	1.30
Peso del Recipiente	31.20	32.20
Peso Material Secado en estufa	106.72	110.40
Porcentaje de absorción	2.14	1.18



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe

Vertical barcode on the right edge of the page.

### 3.3. concreto con 10% de relave minero



Página 2 de 6

PROYECTO: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE UN CONCRETO  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - 2021

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 90 % + MINA CONTONGA: RELAVE 10 %

UBIC. CANTERA: CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 90 % + MINA CONTONGA: RELAVE 10 %

FECHA: 28/05/2021

CERT: 21-0684

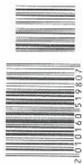
#### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C 566 (NIP 339.185)

AGREGADO: FINO

Muestra	M-01	
	6	11
Recipiente N°	6	11
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	214.20	217.30
Peso Seco + Recipiente (gr)	210.50	210.50
Peso recipiente	40.00	38.20
Peso del agua (gr)	3.70	6.80
Peso Suelo Seco (gr)	170.50	172.30
Contenido de Humedad (%)	2.17	3.95
Humedad Promedio (%)	3.06	

AGREGADO: GRUESO

Muestra	M-01	
	4	7
Recipiente N°	4	7
Peso Húmedo + Recipiente (gr)	195.20	197.30
Peso Seco + Recipiente (gr)	193.40	196.00
Peso recipiente	40.00	40.40
Peso del agua (gr)	1.80	1.30
Peso Suelo Seco (gr)	153.40	155.60
Contenido de Humedad (%)	1.17	0.84
Humedad Promedio (%)	1.01	





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 3 de 6

PROYECTO: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA,  
SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE UN CONCRETO  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2 - 2021$

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 90% + MINA CONTONGA: RELAVE 10%

UBIC. CANTERA CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 90% + MINA CONTONGA: RELAVE 10%

FECHA: 28/05/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM C136 (NTP 400.012)

AGREGADO: GRUESO

PESO INICIAL SECO : 2010.00 grs

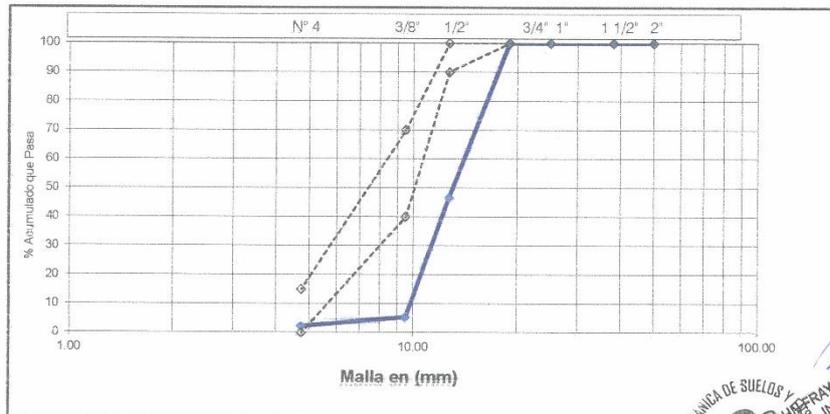
% Pasa N° 4 : 2.24

PESO LAVADO SECO: 1965.00 grs

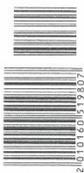
Peso Retenido 2" (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	1072.30	53.35	53.35	46.65
3/8"	9.500	832.40	41.41	94.76	5.24
N° 4	4.760	60.30	3.00	97.76	2.24

1965.00



OBSERVACION: El agregado grueso esta compuesto por piedra chancada



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe

www.geostruct.com.pe



**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 4 de 6

PROYECTO: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA,  
SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE UN CONCRETO  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2 - 2021$

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 90% + MINA CONTONGA: RELAVE 10%

UBIC. CANTERA CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 90% + MINA CONTONGA: RELAVE 10%

FECHA: 28/05/2021

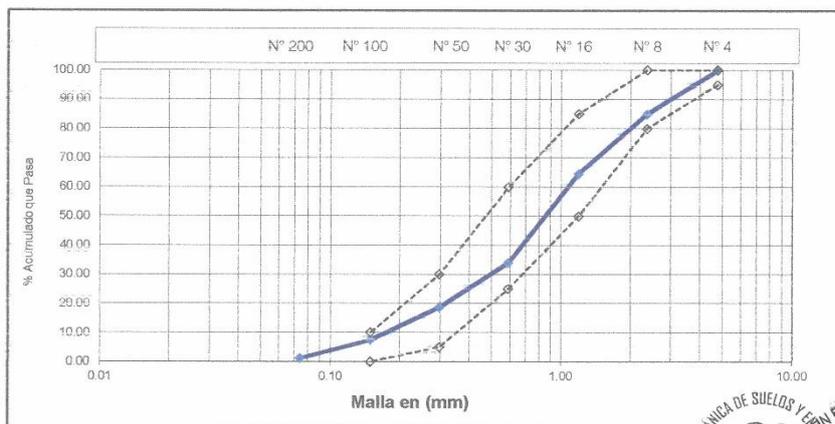
CERT: 21-0684

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM C 136 (NTP 400.012)

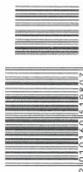
AGREGADO: A. FINO  
PESO INICIAL SECO : 2360.00 grs % Pasa N° 200: 1.16  
PESO LAVADO SECO: 0.00 grs Peso Retenido N° 4 (gr): 0.00

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
N° 4	4.780	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	354.90	15.04	15.04	84.96
N° 16	1.190	482.60	20.45	35.49	64.51
N° 30	0.590	720.50	30.53	66.02	33.98
N° 50	0.297	361.10	15.30	81.32	18.68
N° 100	0.149	265.20	11.24	92.56	7.44
N° 200	0.074	148.40	6.29	98.84	1.16



Módulo de finura : 2.90

OBSERVACION: -



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geostruct.com.pe  
www.geostruct.com.pe





**GEOSTRUCT**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYO DE MATERIALES

Estudios de Mecánica de Suelos  
Control de calidad en campo  
Consultoría en Ingeniería Estructural  
Consultoría en Ingeniería Geotécnica

INDECOPI REGISTRO N° 00078368  
RUC N° 10316289652 RNP: C7390 SO386686

Página 6 de 6

PROYECTO: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA,  
SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2 - 2021$

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAO: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 90 % + MINA CONTONGA: RELAVE 10 %

UBIC. CANTERA CATAO: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 90 % + MINA CONTONGA: RELAVE 10 %

FECHA: 28/05/2021

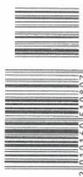
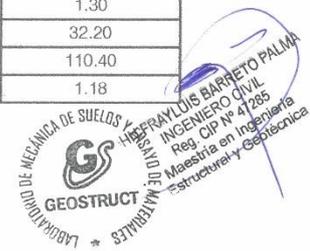
CERT: 21-0684

PESO ESPECIFICO  
ASTM C127-C128 ( NTP 400.021-400.022)

AGREGADO	FINO	GRUESO
Tamaño Maximo de la muestra	Malla N° 4	1/2"
Tipo de Frasco Utilizado	Fiola 500 ml	Prob. 1000 ml
Peso Frasco+ Agua	654.70	1567.40
Peso Material Sup Seca al aire	200.00	500.00
Peso Material Saturado+ Agua +Frasco	854.70	2067.40
Peso Global con desp. de Volumen	778.00	1880.00
Peso Vol. Masa + Vol Vacios	76.70	187.40
Peso Especifico	2.61	2.67

PORCENTAJE DE ABSORCION  
ASTM C127-C128 ( NTP 400.021-400.022)

AGREGADO	FINO	GRUESO
N° Recipiente	2	6
Peso Recipiente + Material Sup. Seca en Aire	140.20	143.90
Peso Recip. + Material Secado en Estufa	137.95	142.60
Peso del Agua	2.25	1.30
Peso del Recipiente	31.20	32.20
Peso Material Secado en estufa	106.75	110.40
Porcentaje de absorción	2.11	1.18



Oficina: Jr. Hualcan N° 240 - Huaraz - Telf.: 043509230 - 943048865 - 942918776 - WhatsApp: 943048865 - 942918776  
Email: geoestructura@gmail.com - jbarretop@gmail.com - informes@geoestruct.com.pe  
[www.geoestruct.com.pe](http://www.geoestruct.com.pe)

|||||

## **ANEXO 4: Diseño de mezclas**

## 4.1. Diseño de mezcla del concreto patrón (0% de relave)



Página 1 de 6

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO ACI 211

PROYECTO: COMPORTAMIENTO FISICO - MECANICO DE UN CONCRETO  $F_c = 280$ , CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 5% Y 10 % DE RELAVE, DISTRITO SAN MARCOS - ANCASH, 2021

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SNA MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAK

UBIC. CANTERA: CATAK

FECHA: 28/05/2021

CERT: 21-0458



$f_c$  de diseño : DATOS TECNICOS:  
280 Kg/cm<sup>2</sup>

AGREGADO FINO

Módulo de finura:	2.88	Peso específico (Ton/m <sup>3</sup> ):	2.65
Contenido de Humedad(%):	3.06	Peso Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ):	1471
Absorción(%):	2.16	Peso seco Compactado(Kg/m <sup>3</sup> ):	1616

AGREGADO GRUESO:

Contenido de Humedad(%):	1.01	Peso específico (Ton/m <sup>3</sup> ):	2.67
Absorción(%):	1.18	Peso Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ):	1624
		Peso seco Compactado(Kg/m <sup>3</sup> ):	1764

VALORES DE DISEÑO

Resistencia a la compresión(Kg/cm <sup>2</sup> ):	280	Peso específico cemento (Tipo I):	3.11
Tamaño Máximo nominal (Pulg):	1/2"	Revenimiento(pulg):	3"-4"
Agua de mezclado (Lts) :	216	Aire atrapado (%):	2.50
Relación a/c :	0.51	Volumen de agregado grueso:	0.54

#### CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

MATERIAL	KG/M3	DOSIFICACION		
Cemento:	424.00	0.282	m3	9.98 Bolsas/m3
Arena:	726.00	0.473	m3	
Piedra:	962.00	0.580	m3	
Agua:	211.28	0.211	m3	

#### PROPORCIONES

MATERIAL	PESO	VOLUMEN
Cemento	1	1
Arena	1.71	1.69
Piedra	2.27	2.08
Agua	0.5	21.18

lt/saco



JOHN FRAVU LIS BARRIETO PALMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIPAL N° 47286  
Maestría en Ingeniería Estructural y Geotécnica



#### OBSERVACION:

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

## 4.2. Diseño de mezcla del concreto con 5% de relave



Página 1 de 6

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO ACI 211

PROYECTO: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE UN CONCRETO  $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  - 2021

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

UBIC. CANTERA: CATAC: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 95 % + MINA CONTONGA: RELAVE 5 %

FECHA: 28/05/2021

CERT: 21-0683



$f_c$  de diseño : DATOS TECNICOS: 280 Kg/cm<sup>2</sup>

AGREGADO FINO

Módulo de finura:	2.90	Peso específico (Ton/m <sup>3</sup> ):	2.63
Contenido de Humedad(%):	3.06	Peso Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ):	1475
Absorción(%):	2.14	Peso seco Compactado(Kg/m <sup>3</sup> ):	1621

AGREGADO GRUESO:

Contenido de Humedad(%):	1.01	Peso específico (Ton/m <sup>3</sup> ):	2.67
Absorción(%):	1.18	Peso Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ):	1624
		Peso seco Compactado(Kg/m <sup>3</sup> ):	1764

VALORES DE DISEÑO

Resistencia a la compresión(Kg/cm <sup>2</sup> ):	280	Peso específico cemento (Tipo I):	3.11
Tamaño Máximo nominal (Pulg):	1/2"	Revenimiento(pulg):	3"-4"
Agua de mezclado (Lts):	216	Aire atrapado (%):	2.50
Relación a/c:	0.51	Volumen de agregado grueso:	0.54

#### CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

MATERIAL	KG/M3	DOSIFICACION	
Cemento:	424.00	0.282	m3
Arena:	721.00	0.469	m3
Piedra:	962.00	0.580	m3
Agua:	211.19	0.211	m3



#### PROPORCIONES

MATERIAL	PESO	VOLUMEN
Cemento	1	1
Arena	1.70	1.68
Piedra	2.27	2.08
Agua	0.5	21.17

lt/saco



#### OBSERVACION:

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

Instituto de Normalización y Control de Calidad

### 4.3. Diseño de mezcla del concreto con 10% de relave



#### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO ACI 211

PROYECTO: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE UN CONCRETO F'c = 280 kg/cm<sup>2</sup> - 2021

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

CANTERA: CATAK: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 90 % + MINA CONTONGA: RELAVE 10 %

UBIC. CANTERA: CATAK: PIEDRA: 100% / AGREGADO FINO 90 % + MINA CONTONGA: RELAVE 10 %

FECHA: 28/05/2021

CERT: 21-0684



**DATOS TECNICOS:**  
f'c de diseño : 280 Kg/cm<sup>2</sup>

**AGREGADO FINO**

Módulo de finura:	2.90	Peso específico (Ton/m <sup>3</sup> ):	2.61
Contenido de Humedad(%):	3.06	Peso Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ):	1466
Absorción(%):	2.11	Peso seco Compactado(Kg/m <sup>3</sup> ):	1612

**AGREGADO GRUESO:**

Contenido de Humedad(%):	1.01	Peso específico (Ton/m <sup>3</sup> ):	2.67
Absorción(%):	1.18	Peso Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> ):	1624
		Peso seco Compactado(Kg/m <sup>3</sup> ):	1764

**VALORES DE DISEÑO**

Resistencia a la compresión(Kg/cm <sup>2</sup> ):	280	Peso específico cemento (Tipo I):	3.11
Tamaño Máximo nominal (Pulg):	1/2"	Revenimiento(pulg):	3"-4"
Agua de mezclado (Lts):	216	Aire atrapado (%):	2.50
Relación a/c:	0.51	Volumen de agregado grueso:	0.54

#### CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

MATERIAL	KG/M3	DOSIFICACION	
Cemento:	424.00	0.282	m3
Arena:	715.00	0.469	m3
Piedra:	962.00	0.580	m3
Agua:	211.03	0.211	m3



#### PROPORCIONES

MATERIAL	PESO	VOLUMEN
Cemento	1	1
Arena	1.69	1.68
Piedra	2.27	2.08
Agua	0.5	21.15

lt/saco



#### OBSERVACION:

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Los resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistema de calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.99). Este documento no autoriza el empleo de materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUARAZ

**ANEXO 5: Resistencia a compresión del concreto patrón y concretos dosificados en 5% y 10% de relave**

## 5.1. Resistencia a compresión del concreto patrón (0% de relave)



Página 1 de 1

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO ASTM C39/C39-M

OBRA: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE UN CONCRETO  $F_c = 260 \text{ kg/cm}^2 - 2021$

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

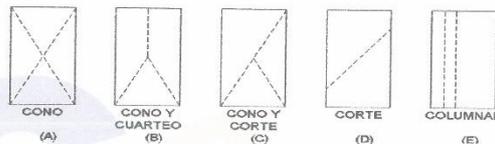
FECHA: 5/07/2021

DOSIFICACION:

En Peso: --

En Volumen: --

$f_c$  de Diseño: 280



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm 176.7 cm<sup>2</sup>

Diámetro: 15.0 cm



N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	% $f_c/f'_{cd}$
				Moldeo	Rotura				
1	PROBETA 01 - PATRON	280	D	5/06/2021	12/06/2021	7	43600	247	88.21
2	PROBETA 01 - PATRON	280	C	5/06/2021	12/06/2021	7	43100	244	87.14
3	PROBETA 01 - PATRON	280	C	5/06/2021	12/06/2021	7	42600	241	86.07
4	PROBETA 01 - PATRON	280	C	6/06/2021	27/06/2021	21	48600	275	98.21
5	PROBETA 01 - PATRON	280	C	6/06/2021	27/06/2021	21	48200	273	97.50
6	PROBETA 01 - PATRON	280	E	6/06/2021	27/06/2021	21	47500	269	96.07
7	PROBETA 01 - PATRON	280	D	7/06/2021	5/07/2021	28	54500	308	110.00
8	PROBETA 01 - PATRON	280	C	7/06/2021	5/07/2021	28	54200	307	109.64
9	PROBETA 01 - PATRON	280	C	7/06/2021	5/07/2021	28	54000	306	109.29

**OBSERVACIONES:**

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se ensayaron con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



## 5.2. Resistencia a compresión del concreto con 5% de relave



Página 1 de 1

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO ASTM C39/C39-M

OBRA: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE UN CONCRETO  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 - 2021$

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

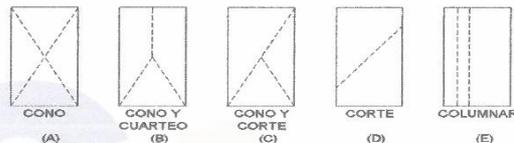
FECHA: 5/07/2021

DOSIFICACION:

En Peso: --

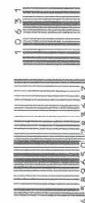
En Volumen: --

$f'c$  de Diseño: 280



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm      176.7 cm2  
Diámetro : 15.0 cm



N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm2	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	$f'c$ (Kg/cm2)	% fc/fcd
				Moledo	Rotura				
1	PROBETA 01 - 5 % RM	280	C	5/06/2021	12/06/2021	7	42600	241	86.07
2	PROBETA 01 - 5 % RM	280	E	5/06/2021	12/06/2021	7	42400	240	85.71
3	PROBETA 01 - 5 % RM	280	D	5/06/2021	12/06/2021	7	42700	242	86.43
4	PROBETA 01 - 5 % RM	280	C	6/06/2021	27/06/2021	21	47010	266	95.00
5	PROBETA 01 - 5 % RM	280	C	6/06/2021	27/06/2021	21	46800	265	94.64
6	PROBETA 01 - 5 % RM	280	E	6/06/2021	27/06/2021	21	47500	269	96.07
7	PROBETA 01 - 5 % RM	280	C	7/06/2021	5/07/2021	28	52400	297	106.07
8	PROBETA 01 - 5 % RM	280	C	7/06/2021	5/07/2021	28	51900	294	105.00
9	PROBETA 01 - 5 % RM	280	C	7/06/2021	5/07/2021	28	52800	299	106.79

#### OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se han ensayado con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



### 5.3. Resistencia a compresión del concreto con 10% de relave



#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO ASTM C39/C39-M

OBRA: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE UN CONCRETO  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2 - 2021$

SOLICITANTE: BACH: SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO / BACH: GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES

LUGAR: SAN MARCOS - ANCASH

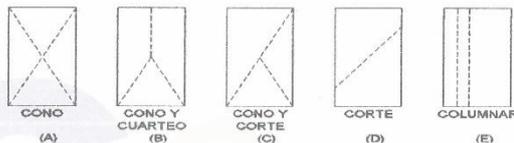
FECHA: 5/07/2021

DOSIFICACION:

En Peso: --

En Volumen: --

f<sub>c</sub> de Diseño: 280



DIMENSIONES DE LA MUESTRA

Altura: 30.0 cm      176.7 cm<sup>2</sup>  
Diámetro: 15.0 cm



N°	DESCRIPCION	Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Tipo de Rotura	Fecha		Edad Dias	Carga (Kg)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	%
				Voldeo	Rotura				
1	PROBETA 01 - 10 % RM	280	D	5/06/2021	12/06/2021	7	41500	235	83.93
2	PROBETA 01 - 10 % RM	280	C	5/06/2021	12/06/2021	7	41100	233	83.21
3	PROBETA 01 - 10 % RM	280	E	5/06/2021	12/06/2021	7	41000	232	82.86
4	PROBETA 01 - 10 % RM	280	C	6/06/2021	27/06/2021	21	46100	261	93.21
5	PROBETA 01 - 10 % RM	280	C	6/06/2021	27/06/2021	21	46000	260	92.86
6	PROBETA 01 - 10 % RM	280	C	6/06/2021	27/06/2021	21	45850	259	92.50
7	PROBETA 01 - 10 % RM	280	D	7/06/2021	5/07/2021	28	50500	286	102.14
8	PROBETA 01 - 10 % RM	280	D	7/06/2021	5/07/2021	28	50900	288	102.86
9	PROBETA 01 - 10 % RM	280	C	7/06/2021	5/07/2021	28	51100	289	103.21

OBSERVACIONES:

Probetas proporcionada, muestreada e identificada por el solicitante para sus respectivas pruebas. Las muestras se ensayaron con máquina de compresión digital ACCUTEK 250, ELE INTERNACIONAL USA.



## **ANEXO 6: Determinación de Ph de los concretos**



**PROYECTO** "INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO POR RELAVE DE LA MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO F' C = 280 KG/CM<sup>2</sup> - 2021"

**SOLICITA** : BACH. SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO (TESISTA)  
BACH. GUILLERMO LOPEZ EFRAIN MOISES (TESISTA)

**LUGAR** : CONTONGA - SAN MARCOS - HUARI - ANCASH

**FECHA** : 19/07/2021

**DETERMINACION DE pH DEL MATERIAL DE CONCRETO**

MUESTRA N°	DESCRIPCION DE MATERIAL	pH	OBSERVACION
1	CONCRETO PATRON (0 % DE RELAVE)	10.26	Clasificado como extremadamente alcalino
2	CONCRETO CON 5 % DE RELAVE	10.25	Clasificado como extremadamente alcalino
3	CONCRETO CON 10 % DE RELAVE	10.24	Clasificado como extremadamente alcalino



**ANEXO 7: Solicitud y autorización para recojo y uso de  
relave**

*"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"*

**CARTA N.º 001-2021/STYL/GLEM/T**

Huaripampa, 25 de abril de 2021

SEÑOR:

JULIO WALTER BLAS SOLIS  
Presidente de la Comunidad Campesina de Huaripampa

PRESENTE. –

ASUNTO: PERMISO Y AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE  
RELAVE DE LA UNIDAD MINERA CONTONGA, CON FINES  
ACADEMICOS.

REFERENCIA: ELABORACIÓN DE TESIS

De mi especial consideración:

Por intermedio de la presente es grato dirigirnos a usted para saludarlo cordialmente y a la vez, solicitar que su persona nos permita y autorice el recojo de relave minero que se encuentran en los terrenos de la comunidad campesina de Huaripampa producto de las operaciones de la unidad Minera Contonga.

El fin de obtener el relave es para la elaboración de nuestra tesis el cual lleva por título "INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO POR RELAVE DE LA MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> – 2021".

Esperando la atención y aprobación de lo solicitado, me suscribo de usted, no sin antes reiterarle mis sinceras consideraciones.

Atentamente;



Santiago Trejo Yustin Luciano  
DNI N.º 43097704

Guillermo López Efraín Moisés  
DNI N.º 41738693

Santiago Trejo Yustin Luciano  
Guillermo López Efraín Moisés



TESISTAS

COMUNIDAD CAMPESINA DE HUARIPAMPA — SAN MARCOS - HUARI - ANCASH

Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

CARTA N.° 005-2021/JWBS/CCH-P

Huaripampa, 30 de abril de 2021

SEÑORES

SANTIAGO TREJO YUSTIN LUCIANO  
GUILLERMO LÓPEZ EFRAÍN MOISÉS  
Estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo

PRESENTE. –

**ASUNTO:** AUTORIZACIÓN PARA RECOJO DE RELAVE

**REFERENCIA:** CARTA N.° 001-2021/STYL/GLEM/T

Por intermedio del presente, y en atención a la carta emitida por los estudiantes de la Universidad Cesar vallejo, se accede y autoriza el ingreso a los terrenos de la comunidad campesina de Huaripampa para el recojo del relave producto de las operaciones de la **UNIDAD MINERA CONTONGA**. Ya que los interesados vienen realizando su tesis titulada "INFLUENCIA DE SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO POR RELAVE DE LA MINA CONTONGA, SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO  $f_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> – 2021", por lo tanto, la cantidad y permiso es únicamente para fines académicos.

Sin otro particular, me suscribo de ustedes

Atentamente;



Recabido fecha 30-04-21  
Hora: 8.45AM.

Julio Walter Blas Solís  
Presidente de la Comunidad Campesina de Huaripampa

## **ANEXO 8: Panel fotográfico**

## 8.1. Recojo de relave minero – unidad minera Contonga



Imagen 1 y 2. Vista panorámica – unidad minera Contonga



Imagen 3 y 4. Relavera de la minera Contonga



Imagen 5 y 6. Recojo de relave

## 8.2. Visita y adquisición de agregados – cantera de la localidad de Catac



Imagen 7 y 8. Adquisición de agregado grueso



Imagen 9 y 10. Adquisición de agregado grueso



Imagen 11 y 12. Adquisición de agregado fino

### 8.3. Tamizado de relave



Imagen 13 y 14. Secado de relave minero




Imagen 15 y 16. Tamizado de relave



Imagen 17 y 18. Tamizado de relave

#### 8.4. Preparado de concreto patrón y experimental



Imagen 19 y 20. Pesado de materiales para la preparación de concreto



Imagen 21 y 22. Preparación de concreto



Imagen 23 y 24. Colocado de concreto en moldes

## 8.5. Ensayo de asentamiento (Cono de Abrams)



Imagen 25 y 26. Compactado con varilla de punta circular



Imagen 27 y 28. Retiro del molde



Imagen 29 y 30. Medición de Slump

## 8.6. Ensayo de determinación de pH de concretos



Imagen 31 y 32. Trituración de concreto para ensayo de pH




Imagen 33 y 34. Muestra de concreto patrón y 5% relave



Imagen 35. Muestra de concreto 10% relave

## 8.7. Ensayo de rotura a compresión ( $f'c$ )



Imagen 36 y 37. Briquetas para ensayo a compresión



Imagen 38 y 39. Rotura de briquetas



Imagen 40 y 41. Rotura de briquetas