



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina
Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto -
2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Aguilar Veramendi, Jhosep Anthony (ORCID: 0000-0001-8002-6654)

Lama Gutierrez, Jorge Junior (ORCID: 0000-0002-2066-0781)

ASESOR:

Ing. Marin Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 0000-0002-9103-9490)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

HUARAZ – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres Benjamin y María, por el esfuerzo que hicieron para que pudiera cumplir mis metas. A mis hermanos Lilibeth y Yordi por impulsarme día a día, a mis amistades, quienes hicieron más amena mi vida universitaria. A todos ellos se la dedico de corazón.

Jorge Lama

A mis padres Roger y Reyda, a mis abuelos Teodocio y Damiana que con mucho sacrificio y dedicación me apoyaron en el transcurso de esta carrera. a mi padrino Vidal que con su eterna sabiduría encaminó todos mis estudios. Así mismo en la eterna memoria de Bárbara Ramírez Espinoza; quien fue el motor y motivo que me impulsó a seguir con perseverancia todo este tiempo de estudios.

Jhosep Aguilar

Agradecimiento

A nuestros padres, por darnos la oportunidad de cumplir nuestros sueños a través de sus consejos, de su apoyo incondicional y de las esperanzas que pusieron sobre nosotros.

Una especial gratitud al Ing. Daniel Díaz Beteta, por compartir sus conocimientos, a nuestros asesores por ayudarnos a concluir con éxito nuestro proyecto de tesis

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Gráficos.....	vii
Resumen.....	viii
Abstrac.....	ix
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO	3
III.METODOLOGÍA	17
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización	17
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5. Procedimientos	22
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos	24
IV.RESULTADOS	25
V.DISCUSIÓN	38
VI.CONCLUSIONES	41
VII.RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS	43
ANEXOS.....	48

Índice de Tablas

Tabla 1: Tipos de Cementos	11
Tabla 2: Clasificaciones del hormigón, mediante la resistencia a la compresión. .	12
Tabla 3: Clasificaciones del hormigón, mediante la resistencia a la compresión. .	13
Tabla 4: Disposición de las muestras	19
Tabla 5: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² a los 7 días de fraguado.	25
Tabla 6: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² a los 14 días de fraguado.	26
Tabla 7: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días de fraguado.	27
Tabla 8: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 7 días de fraguado	28
Tabla 9: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días de fraguado.	29
Tabla 10: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días de fraguado.....	30
Tabla 11: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 7,14 y 28 días de fraguado.	31
Tabla 12: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días.	32
Tabla 13: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días.	33
Tabla 14: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 7 días de fraguado.....	34

Tabla 15: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días de fraguado.....**35**

Tabla 16: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días de fraguado.....**36**

Índice de Gráficos

Gráfico N° 1: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ² a los 7 días de fraguado.	25
Gráfico N° 2: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ² a los 14 días de fraguado.	26
Gráfico N° 3: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ² a los 28 días de fraguado.	27
Gráfico N° 4: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 7 días.	28
Gráfico N° 5: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días de fraguado.	29
Gráfico N° 6: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días de fraguado.	30
Gráfico N° 7: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 7 días.	31
Gráfico N° 8: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días.	32
Gráfico N° 9: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días.	33
Gráfico N° 10: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 7 días de fraguado.	34
Gráfico N° 11: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días de fraguado.	35
Gráfico N° 12: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm ² sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días de fraguado.	37

Resumen

La presente investigación estimula el uso de residuos mineros conocidos también como relave de la mina Santa Luisa; ubicado en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash (Perú). Dentro de esta investigación se propone el uso del relave como material sustituyente del agregado fino en un concreto patrón de 210 kg/cm². El objetivo de esta investigación fue dar a conocer la Influencia de la sustitución del agregado fino por relave de la mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. El relave minero fue solicitado a la compañía minera Santa Luisa siguiendo todos los formatos y documentos para la obtención de este material por ser de carácter muy contaminante, además la recolección se hizo con todos los protocolos establecidos por la guía de muestras de suelos contaminados del Ministerio del Ambiente. Luego de obtener todos los materiales a emplear, se realizó el diseño del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para luego realizar los cálculos de sustitución de relave por agregado fino, seguidamente se hizo el vaciado de las probetas total de 36 probetas, curándolas en un tiempo de 7, 14 y 28 días. Es así, que luego se llevó a cabo el ensayo de resistencia a la compresión según la norma N.T.P – 339.034 llegando a las siguientes conclusiones: al reemplazar el 5% de relave por agregado fino después de realizar los tres periodos de curado (7, 14 y 28 días) se obtuvo una mejor resistencia superando al concreto convencional obteniendo las siguientes resistencias máximas $f'c = 173 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 249 \text{ kg/cm}^2$ a comparación del concreto patrón. Al reemplazar el 10% de relave por agregado fino al igual que en el 5% se superó la resistencia del concreto patrón en los tres periodos, donde las nuevas resistencias obtenidas son las siguientes: $f'c = 158 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 202 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 259 \text{ kg/cm}^2$. Al reemplazar el 15% de relave por agregado fino se superó la resistencia del concreto patrón de igual manera en los tres periodos de curado obteniendo las nuevas resistencias que son las siguientes: $f'c = 158 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 206 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$ a comparación del concreto patrón que su resistencia máxima es: $f'c = 233 \text{ kg/cm}^2$. Además, en los tres porcentajes de sustitución se obtuvieron mejores resistencias que el concreto patrón en todos los periodos de curado.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, relave minero, concreto patrón.

Abstract

The present investigation stimulates the use of mining waste also known as tailings from the Santa Luisa mine; located in the district of Huallanca, province of Bolognesi, department of Ancash (Peru). Within this investigation, the use of tailings as a substitute material for fine aggregate in a 210 kg/cm² pattern concrete is proposed. The objective of this research was to show the influence of the substitution of fine aggregate by tailings from the Santa Luisa mine on the compressive strength of concrete of $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. The mining tailing was requested by the Santa Luisa mining company following all the formats and documents to obtain this material for being of a very contaminating nature, in addition the collection was done with all the protocols established by the guide of contaminated soil samples of the Ministry of the Environment. After obtaining all the materials to be used, the design of the concrete was made $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ to then make the calculations for the substitution of tailings by fine aggregate, after which the total of 36 test tubes were poured, curing them in a time of 7, 14 and 28 days. Then, the compression resistance test was carried out according to the N.T.P - 339.034 standard, reaching the following conclusions: by replacing 5% of tailings with fine aggregate after the three curing periods (7, 14 and 28 days), a better resistance was obtained, surpassing the conventional concrete, obtaining the following maximum resistances $f'c = 173 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ and $f'c = 249 \text{ kg/cm}^2$ compared to the standard concrete. By replacing 10% of the tailings with fine aggregate as well as 5%, the resistance of the standard concrete was surpassed in the three periods, where the new resistances obtained are the following: $f'c = 158 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 202 \text{ kg/cm}^2$ and $f'c = 259 \text{ kg/cm}^2$. By replacing 15% of the tailings with fine aggregate, the resistance of the standard concrete was surpassed in the same way in the three periods of curing, obtaining the new resistances that are the following: $f'c = 158 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 206 \text{ kg/cm}^2$ and $f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$ compared to the standard concrete that has a maximum resistance of: $f'c = 233 \text{ kg/cm}^2$. In addition, in the three percentages of substitution, better resistances were obtained than the standard concrete in all the periods of cure.

Keywords: compressive strength, mine tailings, patterned concrete

I. INTRODUCCIÓN

Ancash es uno de los departamentos más importantes del Perú debido a la riqueza de minerales que posee. Esta, presenta un interés significativo por parte de las empresas del rubro de la minería, siendo esta actividad económica uno de los mayores agentes contaminantes del medio ambiente. Dentro de estas entidades podemos encontrar a la minería formal e informal que vienen haciendo la explotación de minerales, siendo una de estas empresas la minera Santa Luisa que procesa minerales como Plomo, cobre y zinc; es por ello que dentro de esta actividad de producción tendremos un alto índice de contaminación, ya que para poder extraer estos minerales se hacen uso de químicos, simultáneamente generando un desecho muy contaminante conocido como relave. Debido a ello a lo largo del tiempo la disposición y uso de estos desechos mineros ha sido un problema muy significativo; sin embargo, se realizan investigaciones en cuanto al tratamiento de este material de desecho, siendo pocas las posibilidades de convertir este material en un producto ecológico. Es así que se planteó un **problema** siendo: ¿de qué manera influye la sustitución del agregado fino por relave de la mina Santa Luisa, sobre la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?, debido a esta problemática se planteó la adición de relave minero en la elaboración de concreto ya que buscamos disminuir el uso de los agregados en la fabricación del concreto y utilizar este material contaminante ya que en cuanto a costos y la demanda de este material serán estables durante todo el año.

Frente a los parámetros mencionados, brindamos mucha importancia el mecanismo de usar el relave minero en un concreto, ya que este material contaminante se encuentra hoy en día sin utilidad alguna y expuesto a factores ecológicos que contaminan significativamente a nuestro ecosistema. Así mismo dentro del contexto social podemos afirmar que al ser utilizado las relaveras, este espacio podríamos darle un segundo uso, como la construcción de parques o centros recreacionales donde anteriormente estaba situado aquel foco de material contaminante. Dentro del plano económico, el uso del relave minero en el concreto significaría un ahorro importante en comparación a la compra del agregado fino, ya que estos materiales muchas veces en algunas temporadas del año son escasos y por ende su costo es elevado. Es por ello que utilizamos el relave como alternativa

de sustitución del agregado fino para así poder ahorrar en cuanto al costo ya que este material contaminante se encuentra de forma gratuita y tan solo haríamos el gasto en cuestión al flete estimado.

Dentro del plano del contraste de esta investigación los investigadores formulamos la **hipótesis general**: la sustitución del agregado fino por relave de la mina Santa Luisa, aumenta la resistencia a compresión del concreto. Frente a ello también planteamos las siguientes **hipótesis específicas**: **Hipótesis 1**, el concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días de fraguado se comporta favorablemente en relación a la resistencia a la compresión; **hipótesis 2**, al sustituir el 5% del peso de agregado fino por relave minero de un concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7,14 y 28 días de fraguado, mantendrá su misma resistencia a la compresión; **hipótesis 3**, al sustituir el 10% del peso de agregado fino por relave minero de un concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7,14 y 28 días de fraguado, aumentará su resistencia a la compresión; **hipótesis 4**, al sustituir el 15% del peso de agregado fino por relave minero de un concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7,14 y 28 días de fraguado, aumentará su resistencia a la compresión siendo mayor que resistencia obtenida al sustituir el 10% del peso de agregado fino por relave. De igual manera para detallar los hitos a investigar se plantea el siguiente **objetivo general**: Dar conocer la Influencia de la sustitución del agregado fino por relave de la mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Es así que también planteamos los **objetivos específicos**, siendo: **1)** determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7,14 y 28 días de fraguado; **2)** determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 7,14 y 28 días de fraguado; **3)** determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 7,14 y 28 días de fraguado y **4)** determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 7,14 y 28 días de fraguado. Por todo lo expuesto esta investigación se realizó de carácter aplicada, no experimental – correlacional.

II. MARCO TEÓRICO

En referencia a los antecedentes relacionados con esta investigación se encontraron diversos estudios teniendo dentro del plano *internacional* a (SHETTIMA, 2016 págs. 72-79) quien realizó una investigación experimental donde titulada “**Investigation Evaluation of iron ore tailings as replacement for fine aggregate in concrete**”, tuvo como objetivo evaluar el relave de mineral hierro como reemplazo de arena de río en concreto, evaluó diferentes características físico mecánicas de un concreto reemplazando en porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100% la arena de río por relave de mineral de hierro, en esta investigación se realizaron diferentes ensayos para responder al objetivo planteado inicialmente y compararlo con el resultado del concreto convencional, siendo el ensayo de rotura de concreto para así conocer la resistencia que logra dicho concreto, módulos de elasticidad y además se realizó el análisis estadístico de regresión lineal. Es así que se obtuvo como resultado que la resistencia máxima de las probetas de concreto con relave de hierro aumento considerablemente en todos los periodos de tiempo del curado; es decir la nueva resistencia que se obtuvo es de 222.50 kg/cm², 220.14 kg/cm², 200 kg/cm² y 192 kg/cm², en relación al control que se realizó a los 28 días así mismo de los otros ensayos realizados podemos encontrar que este tipo de concreto incorporado con relave de hierro mejora las propiedades de consistencia y la resistencia a la compresión , a la vez reduciendo costos y problemas ambientales.

Por otro lado, (SUNIL, 2015 pág. 55) realizo un estudio experimental donde título su investigación; “**Potential use of mine tailings and fly ash in concrete**”, tuvo como **objetivo** usar el relave minero y ceniza volante en la posibilidad de sustituir por el agregado fino y cemento respectivamente, así mismo esta investigación realizo múltiples ensayos como la rotura de concreto para conocer la resistencia que alcanza dicho concreto, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión. En los ensayos se realizó la mezcla de concreto con 35% relave minero y 65% de arena natural demostrando así un rendimiento mayor. Para esta constitución, Se hizo una serie de investigaciones para poder dar como propuesta el reemplazo óptimo del cemento Portland ordinario (OPC) por ceniza volante; siendo los niveles de remplazo de 20%, 30%, 40% y 50%. En cuanto a la resistencia a la compresión en relación a la mezcla de control realizado, tanto para 28 días como para 56 días

de curado con agua. Sorpresivamente se pudo observar que los resultados de resistencias a la tracción y a la flexión evidenciaron resistencias iguales a las del concreto patrón es decir a 175 kg/cm².

Así mismo dentro del plano internacional (ZHAO, y otros, 2014 págs. 540-548) en su investigación “**Utilization of iron ore tailings as fine aggregate in ultra-high performance concrete**”, realizó un estudio experimental donde tuvo como **objetivo** dar a conocer la utilización de mineral de hierro en reemplazo del agregado por relave, así mismo se da a conocer que al sustituir el 100% del relave altera negativamente en la moldeabilidad y la resistencia máxima. Cuando el nivel de reemplazo fue bajo 40%, durante 90 días de curado, el comportamiento de la mezcla de relave fue analizado comparativamente con la mezcla patrón, y para las muestras que se curaron con vapor durante 2 días, Las resistencias que obtuvieron las mezclas de relaves disminuyeron en menos del 0.6-2 en comparación con la mezcla de control es decir a 75 kg/cm².

Como antecedente **nacional** tenemos a (Ilaquita, 2018) realizó un estudio cuasi-experimental, estudió las propiedades del concreto con desechos mineros, empleando este en sustitución del agregado fino, estudiando también los porcentajes de contenido de aire en concreto hechos con desechos mineros, influenciando el uso de materiales de desecho minero (relave) en la ingeniería civil es por ello que título su tesis como “**Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con el uso de material de desechos de procesos mineros, procedentes de la mina la rinconada en reemplazo del agregado fino**” teniendo como objetivo principal estudiar la beneficios de desechos de procesos mineros, en sustitución del agregado fino en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Para poder cumplir su objetivo realizo ensayos de rotura de concreto para conocer su resistencia, contenido de aire, moldeabilidad, tracción y consistencia, por otro lado estudio la resistencia a compresión que alcanza dicho concreto con el uso del relave al 0%, 25%,50%,75% y 100%, como conclusión obtuvo que sustituir el relave por agregado fino lo más recomendable es hacerlo en porcentajes menores al 25% (221.50 kg/cm²) ya que es ahí donde obtiene la resistencia máxima y se mejora tanto la consistencia y el contenido de aire.

De igual manera (CACERES PACHARI, y otros, 2017) evaluó las mezclas de concreto hechos con relave minero empleando el relave en reemplazo del agregado fino, por esta razón **título su tesis como “Evaluación de mezclas de concreto $f'c=175, 210$ y 245 kg/cm^2 con relave minero del distrito de Ananea - Putina - Puno, 2017”**, el tipo de estudio que realizó fue cuasi-experimental teniendo como objetivo principal determinar los beneficios del relave minero en el uso del concreto y también optimizar el costo en la fabricación del concreto en reemplazo del agregado fino por el relave minero, posterior a ello compararlo con el concreto de agregados convencionales, para poder cumplir su objetivo realizó ensayos de rotura de concreto y luego determinar los costos de producción de concreto en porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9%, tras realizar el ensayo de rotura de concreto, llegó a la **conclusión** que para diseñar un concreto de $f'c=175, 210$ Y 245 kg/cm^2 añadiendo relave en reemplazo del agregado fino, la resistencia que obtuvo es inferior al concreto normal, en todos los grupos de control; Sin embargo según los resultados obtenidos nos dice que el concreto añadiendo relaves mineros disminuye el costo de producción.

Así mismo (CARHUAMACA RAU, y otros, 2019) estudiaron las propiedades mecánicas empleando el relave como componente del agregado fino es por ello que denominó su **tesis como “Relave minero como componente del agregado fino para elaborar concreto mayor a $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, con fines ambientales”**. El tipo de estudio que realizó fue cuasi-experimental, tuvo como objetivo principal usar el relave minero como elemento del agregado fino con fines ambientales y conocer cuál es su componente químico para poder reutilizar el relave en la ingeniería civil, para llegar a cumplir dicho objetivo realizó el ensayo de rotura de concreto para conocer la resistencia nueva, tras realizar el ensayo llegó a la conclusión que el nuevo concreto con adición de relave minero mejora las propiedades de resistencia del concreto mayor a $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, donde nos dice que al sustituir el 10% y el 25% del relave se obtiene mayor similitud de resistencia al compararlo con el concreto patrón, como también cumple con las normas E.60 y la ASTM C39.

Por otro lado, como antecedentes **locales** tenemos a (Namucho, 2018) realizó un estudio cuasi-experimental donde estudió la resistencia del cemento en combinación del relave minero es por eso que denominó su tesis como

“Resistencia de la sustitución del 5%, 10% y 15% de cemento, por la combinación de relave minero en la elaboración de morteros de edificaciones de albañilería en Huaraz, 2017”. Tuvo como objetivo principal ver los principales cambios en la rotura de concreto para conocer su resistencia al reemplazarlo en porcentajes de 5%, 10% y 15% al sustituir el cemento, para llegar a cumplir su objetivo realizó ensayos experimentales para verificar si es posible su uso en la elaboración del mortero, como resultado obtenidos llegó a la **conclusión** que tras sustituir en porcentajes de 5,10 y 15% de relave minero en remplazo del cemento, como resultado obtuvieron resultados muy favorables y nos dicen que es mejor sustituir en 10 y 15% ya que es ahí donde se obtiene mayor semejanza con el concreto patrón.

De igual manera (Fernandez, 2019) estudió la resistencia de un concreto $f'c = 175$ kg/cm², es por eso que tituló a su tesis para obtener el grado de ingeniero civil como **“Resistencia mecánica de un concreto $f'c = 175$ kg/cm² con sustitución del 50% de cemento por relave minero, Distrito de Jangas, Huaraz – Ancash”**, es un estudio cuasi-experimental, tuvo como objetivo principal determinar la resistencia que alcanza un concreto $f'c = 175$ kg/cm² en reemplazo del 50% de cemento por relave minero. Para poder cumplir su objetivo tuvo que analizar la difracción de rayos x del relave minero y determinar el pH del relave minero entre otros, por otro lado, tuvo que realizar el diseño de mezcla para la fabricación de muestras estándar, concluyendo que no es recomendable el uso del relave minero en remplazo del 50% ya que no favorecen de manera positiva ya que en todos los periodos de curado dieron unas resistencias muy bajas. Sin embargo (Melgarejo, 2018) realizó un estudio con un concreto patrón de $f'c = 210$ con sustitución del cemento en pequeños porcentajes por relave minero es por ello que tituló su trabajo de investigación como **“Resistencia del concreto $F'C=210$ kg/cm² con sustitución del cemento en 4% y 8% por relave de la mina Potosí”**, realizó un estudio cuasi-experimental donde tuvo como objetivo principal identificar la resistencia del concreto patrón sustituyendo 4%, 8% de cemento por relave, para ello tuvo que realizar ensayos experimentales para verificar su factibilidad de uso en la elaboración del concreto, llegó a la conclusión que tras realizar el ensayo de rotura de concreto de los testigos cilíndricos superó la resistencia de $f'c = 210$ kg/cm² del concreto patrón, también nos dice que si se sustituye mayor porcentaje de

relave minero al concreto la resistencia irá disminuyendo, también menciona que el PH del relave minero que uso es de 6.39 es decir que no tendrá mucho tiempo de durabilidad.

En referencia a las teorías relacionadas luego de una búsqueda y síntesis de información se encontró lo siguiente:

Según (DUGGAL, 2017 pág. 198) define como **agregados** a los materiales que se utilizan básicamente como relleno con material aglutinante en la producción de mortero y hormigón, que se originan de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias o se fabrican a partir de escoria de alto horno, etc.

Los agregados forman el cuerpo del hormigón, reducen la contracción y afectan a la economía. Ocupan entre el 70 y el 80% del volumen y tienen una influencia considerable en las propiedades del hormigón, es muy importante obtener el tipo y la calidad de los agregados en la obra, deben ser limpios, duros, fuertes, duraderos y clasificados por tamaño para lograr la máxima economía de la pasta. Para aumentar la densidad aparente de los agregados de hormigón se utilizan dos tamaños marcadamente diferentes: los más grandes, conocidos como agregados gruesos (gravilla) y los más pequeños como agregados finos (arena).

(PEÑALOZA, 2015 pág. 24) menciona que la **clasificación de los agregados** según su origen puede ser naturales o artificiales. Los agregados naturales se encuentran en pozos fluviales, ríos, cerros y también de rocas ígneas sedimentarias y metamórficas, es por ello que también son agrupados comúnmente por la procedencia y tamaño. En cuanto a los agregados artificiales son aquellos que provienen del triturado de máquinas, generalmente estas se producen en canteras a los bordes de los ríos.

(PADILLA, 2015 pág. 10) Para **determinar los pesos unitarios seco sueltos y seco compactado de los agregados gruesos y finos** se define que el peso unitario de un árido es un vínculo entre el peso de una del agregado y el volumen ocupado.

Esta relación tiene dos valores, dependiendo de cómo estén contenidos los materiales antes de realizar la prueba; los nombres que se les asignan son peso

seco suelto (PVSS) y peso seco compacto (PVSC). El peso unitario se usa para calcular el porcentaje de huecos en el agregado.

Los Pesos Unitarios sirven para calcular el porcentaje de huecos existente en el árido.

para calcular el peso volumétrico seco suelto se emplea la siguiente fórmula:

$$PVSS \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{(\text{Peso del material suelo + el recipiente}) - (\text{Peso del recipiente})}{\text{volumen del recipiente}}$$

También es posible calcular el PVSS con la siguiente fórmula:

$$PVSS = [(\text{Peso del material suelto + el recipiente}) - (\text{Peso del recipiente})] * FC$$

El **contenido de humedad de los agregados** según (PADILLA, 2015 pág. 18) nos dice que el Contenido de humedad es la cantidad de agua que contienen los materiales en estado natural, se representa en porcentaje del peso seco de su fase sólida, para calcular el contenido de humedad de los agregados se usa la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso de muestra húmeda} - \text{Peso de muestra seca}}{\text{Peso de muestra seca}} \times 100$$

Para determinar la **gravedad específica** (PADILLA, 2015) Nos dice que una cierta cantidad de muestra de agregado seco se divide por la misma relación volumen-peso que el agua; considere la suma de la parte sólida y el volumen de los poros como el volumen de la muestra de agregado.

Este método (después de sumergir el agregado en agua durante 24 horas) determina la gravedad específica actual (GE), la gravedad específica de saturación seca en superficie (GE_{ss}) y la gravedad específica aparente (GE_a).

GE y GE_{ss} se utilizan para calcular la dosis de una mezcla que contiene muestras agregadas para lograr una relación de volumen a peso o una relación de peso a volumen. GE se utiliza para calcular el porcentaje de huecos en el agregado.

Para determinar la gravedad específica se usa la siguiente fórmula:

$$GE = \frac{A}{v - w}$$
$$w = d - (B + C)$$

Donde:

A: Peso de la muestra seca

B: Peso de la muestra en la condición de saturada superficialmente seca

C: Peso del frasco seco y limpio

d: Peso del frasco más Peso del material más Peso agua añadida

V: capacidad del Frasco

W: Agua añadida al frasco

(GOMEZ pág. 73) Nos dice que la **absorción** de los agregados se obtiene al someter al agregado a una saturación de 24 horas, cuando este proceso culmina se pasa a secar superficialmente el agregado, y para obtener el porcentaje de absorción se logra mediante la diferencia de masas con relación a la masa seca de la muestra. La fórmula para el cálculo de la absorción es la siguiente:

$$\% \text{absorción} = \frac{\text{Masa}_{\text{SSS}} - \text{Masa}_{\text{seca}}}{\text{Masa}_{\text{seca}}} \times 100$$

Donde:

Masa_{SSS} = Muestra saturada seca superficialmente

(GOMEZ pág. 64) Nos dice que la **granulometría de los agregados** es la partición del tamaño de las partículas, se calcula por medio de ensayos usando mallas mayormente conocidas como tamices.

Para calcular el porcentaje de retenidos acumulados y porcentajes que pasan del fino:

$$\% \text{ retenido parcial} = \frac{\text{peso retenido parcial por tamiz}}{100} \times 100$$

(RNE, 2019) nos dice que el **concreto** es una mezcla de cemento Portland o de otro cemento hidráulico, que se mezcla con el agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos y forman una pasta endurecida (*ver ilustración N° 01*).

(Abanto) nos dice que las propiedades físicas del concreto son las siguientes:

La **Trabajabilidad** es la característica del concreto en estado fresco en la cual notaremos la manejabilidad del concreto ya que es necesario ser mezclado sin la separación de los materiales y sin que el agua ascienda hacia la superficie.

La **Exudación** se produce cuando una porción del agua efectiva del diseño de mezcla asciende a la superficie producto de la sedimentación; esto sucede por una inadecuada o un pésimo cálculo en la dosificación de la mezcla o de echar demasiada agua en la mezcla.

La **Segregación** se produce por una mala distribución de la granulometría de los áridos y eso hace que los materiales que conforman la mezcla se separen.

La **Contracción** se produce debido a la falta de agua por evaporación, que es causada por las diferenciaciones de humedad y temperatura del medio ambiente.

(RNE, 2019) Define al **cemento** como un Material pulverizado que cuando se mezcla con el agua forman una pasta capaz de endurecer y se puede moldear, por debajo del agua como en el aire. Quedando prohibidas el uso de las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

(García, 2014) Define a la **Pasta** como una mezcla de conglomerante con agua sin ningún tipo de árido; la pasta podría ser consistente, si es fluida la cual es conocido como lechada.

Así mismo (Rivva, 2000 pág. 9). nos dice que la pasta cumple la función de llenar los vacíos entre las partículas de los áridos y se pega fuertemente a ellas, también sirve de lubricación a la masa cuando aún no alcanza el estado de endurecimiento

Así mismo (GOMEZ) define al **cemento portland** Como un material, que cuando se fusiona químicamente a alta temperatura, formará un nuevo producto cuando se mezcle con agua y cambiará la mezcla a piedra artificial a través de una reacción de endurecimiento, por lo que también se le llama cemento hidráulico.

La (NTP 334 005, 2010) nos afirma que para los **cementos portland el peso específico** normalmente están comprendido entre 3.00 gr/cm³ a 3.20 gr/cm³. El peso específico del cemento portland tipo 1 “Andino” es 3.11 gr/cm³.

Tabla 1: Tipos de Cementos

TIPO DE CEMENTO	DENOMINACIÓN
I	Uso general, alto calor F'c rápido.
II	Mediana Resistencia sulfatos, calor moderado, F'c lento.
III	Alto Calor, F'c muy rápido, baja resistencia sulfatos
IV	Muy bajo calor, F'c muy lento
V	Muy resistente sulfatos bajos calor, F'c lento

Nota: el tipo de cemento que se utilizó en la investigación fue del tipo I, que es el de uso general.

(RNE, 2019) Nos dice que el **agua** empleada para la elaboración y curado del concreto debe de ser potable (es decir agua que llega a las viviendas), limpia de sustancias como aceite, ácidos, sedimentos y materias orgánicas.

Para el **diseño de mezcla** (PADILLA, 2015 pág. 77) nos dice el concreto es una mezcla de cemento, arena, agregado grueso y agua. Para cumplir con los estándares de calidad, debe estar adecuadamente diseñado y cada material debe tener una cantidad suficiente, estos materiales se dosifican por medio de su peso, es decir que el diseño de mezcla de prueba se realizara en un laboratorio, donde se aplican las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados.

Durante la preparación de la mezcla en el laboratorio, se observará la manejabilidad y la distribución de partículas para que la mezcla pueda corregirse si falla. Después de diseñar la mezcla, se realizará un núcleo de hormigón (cilindro) y se realizarán pruebas de resistencia a diferentes edades para ver si cumple con la resistencia de diseño recomendada y el uso recomendado.

El concreto es uno de las mezclas más importantes hoy en día en el sector de la construcción sin embargo (HOLCIN, 2017 pág. 1) menciona que el **concreto** es una mezcla de agregados, cemento, agua y aire que se endurece con el paso del tiempo debido a un fenómeno llamado fragua, gracias a sus propiedades mecánicas como la durabilidad, resistencia y otras más; se emplea para el armado de estructuras o también como cobertor de superficies para de esta manera proteger de la acción química de la atmosfera.

(ARGOS, 2017 pág. 1) nos menciona que el **concreto** es una combinación de áridos y agua, comúnmente se usa para estructuras con mayor soporte de cargas en tanto a los pesos. El concreto en su estado fresco adopta la forma del molde en la cual es vertido pasando así seguidamente de un proceso llamado fraguado para luego adoptar una resistencia acorde al diseño antes calculado de dicha mezcla.

Según (MONTEJO, y otros, 2013 pág. 29) el concreto en el paso de los años ha sido agrupado por su resistencia y peso unitario, siendo por su preparación uno de los parámetros más importantes.

La agrupación según su resistencia se agrupa acorde a los 28 días de fraguado con relación a cada obra civil que se requiere como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2: Clasificaciones del hormigón, mediante la resistencia a la compresión.

Resistencias a la compresión		Descripción
Kg/cm ²	(p.s.i)	
70-350	1.000-5.000	Normal
420-1.000	5.000-14.000	(Alta resistencia)
(+) de 1.000	(+) de 14.000	(Ultra alta resistencia)

Fuente: Montejo y Montejo, 2013, pag.29

La clasificación del concreto según su peso unitario, menciona que el concreto está relacionado con los áridos en su estado natural en la que se encuentra, así mismo su único peso está definido en 2400 Kg/m³ sin embargo existen algunos concretos con tecnologías más avanzadas la cual hace que cambie este indicador, lo cual podemos observar en la siguiente tabla:

Tabla 3: Clasificaciones del hormigón, mediante la resistencia a la compresión.

Peso único aprox. Kg/m ³	Descrip
(500-2.000)	(Concreto ligero)
(2.100-2.500)	(Concreto normal)
(2.500-5.600)	(Concreto pesado)

Fuente: Montejo y Montejo, 2013, pag.29

Frente a las teorías antes mencionadas también tenemos como parámetro muy importante al concreto en estado fresco, ya que es ahí donde podemos adquirir la trabajabilidad, segregación, peso unitario y exudación del concreto siendo estos parámetros dependientes del diseño de mezcla antes calculado.

(NIÑO, 2010 pág. 108) nos menciona que la **trabajabilidad y manejabilidad** son dependientes de la relación agua cemento del diseño de mezcla (a/c), ya que es ahí donde la mezcla adquiere la propiedad de trabajabilidad con el que se utilizará el concreto en obra, el concreto en estado fresco puede ser manipulado con facilidad para luego ser vibrado en el encofrado donde fue colocado el concreto. Así mismo este autor menciona que la manejabilidad esta simbolizada por los parámetros de grados de compacidad, cohesión, plasticidad y consistencia.

En cuanto al fraguado (SANCHEZ, 2001 pág. 45) menciona que es el lapso de tiempo desde que el agua entra en interacción con los demás componentes del concreto, además menciona que se considera como fraguado al tiempo en el que el concreto va perdiendo su plasticidad y empieza a endurecerse.

(ABANTO, 2009 pág. 50) Nos dice que la **resistencia a la compresión** es un ensayo que se realiza con el propósito de comprender la resistencia que alcanza el concreto, porque la mayoría de las propiedades del concreto aumentarán a medida que aumente la resistencia. La resistencia a la compresión del concreto es la resistencia mayor que soporta la muestra antes de que falle debido a la compresión (agrietamiento, fractura). (ver ilustración N° 03)

Según (NTP 339.034, 2008 pág. 13) nos menciona que el **ensayo de resistencia a la compresión** es un método en el cual la probeta cilíndrica es sometida a una carga axial, también nos menciona que la compresión es un esfuerzo donde se visualiza el cálculo por medio de cocientes de las máximas cargas obtenidas durante el ensayo del espécimen. La fórmula para el cálculo de la resistencia a la compresión de la probeta es:

$$R_c = \frac{4G}{\pi D^2}$$

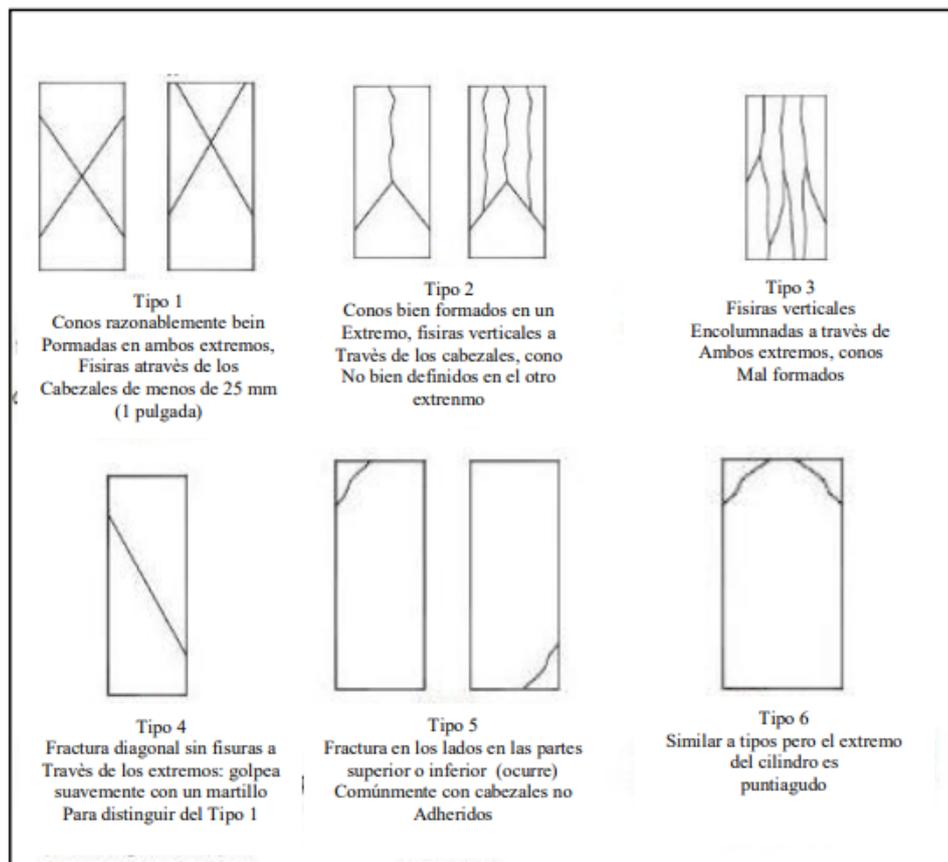
Donde:

R_c: Resistencia de roturas a las compresiones, en kg por centímetros cuadrados.

G: Cargas máximas de roturas en kg.

D: Diámetros de las probetas cilíndricas en centímetros.

Dentro de este reglamento nos menciona el tipo de falla la cual las probetas son seleccionadas luego de ser sometida a la maquina de resistencia a la compresión.



Después de 28 días después de realizar el vaciado y el curado correspondiente, se alcanzó la resistencia a la compresión ($F'c$) del curado del concreto.

(MEDINA) Nos dice que las moldes para las **probetas de concreto** Deben estar hechos de acero, hierro forjado u otros materiales que no se absorban ni se mezclen con nuestras muestras de cemento. Deben estar hechos de materiales resistentes a la corrosión para poder soportar las condiciones de uso y, por lo tanto, tienen una forma cilíndrica recta de 15 cm de diámetro y 30 cm. alto. (Ver ilustración N° 04)

(ACEROS AREQUIPA) Nos dice que para realizar el **curado de las probetas** de concreto Deben sacarse del molde y las muestras deben curarse inmediatamente después de retirar el molde. Colóquelas en un recipiente que contenga agua potable. El agua debe cubrir completamente todas las superficies de la muestra.

(OSINERMING, 2017) Define a la **minería** Como actividad extractiva desarrollada en todo el mundo, su función básica es la fuente de crecimiento, mantenimiento y desarrollo.

(MINISTERIA DE ENERGIA Y MINAS , 2019) Define al **relave**, como una mezcla del mineral triturado con agua y otros compuestos químicos, obteniendo como producto final los minerales sulfurados en el proceso de flotación. Este desecho (también conocido como pegamento) se transporta a través de canales o tuberías hasta llegar a un lugar designado o tanque de agua, donde el agua desaparece y se retiene como una forma en capas de materiales finos (arena y limo). (ver ilustración N° 05)

La empresa “Santa Luisa” se ubicada en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash (Perú), a una altitud de 4000 msnm, inicio sus operaciones en el año 1968, es una minera polimetálica que produce concentrados de **Cobre, Plomo y Zinc**, la empresa lleva más de 50 años laborando y extrayendo minerales y prestando servicios de monitoreo de agua, deforestación y manejos de residuos sólidos. La compañía minera Santa Luisa es un socio estratégico para los centros poblados que se encuentran alrededor de dicha compañía como es el caso del centro poblado Huallanca que se ubica a 10 minutos de la compañía minera Santa Luisa.

(OSINERMING, 2017) Nos dice cobre, el zinc y el plomo son elementos químicos metálicos. El cobre es rojizo, zinc blanco, azulado, plomo gris azulado. El **cobre**, contiene características de ductilidad, maleabilidad y es un buen conductor del calor, estas características se aprovecharon antiguamente usándolas en armas, herramientas y utensilios domésticos.

El **zinc**, al igual que el cobre se aprovechó sus características y se usaron antiguamente para elaborar piezas para rituales y elementos ornamentales, hoy en día lo usamos en la fabricación de baterías, cauchos y como también se usa para prevenir enfermedades como la diarrea y la neumonía.

El **plomo**, se usó para poder crear adornos decorativos, como también se usaba para la construcción de canales de agua y/o bañeras, hoy en día se usa para poder elaborar protectores contra los rayos X, forros para cables, etc.

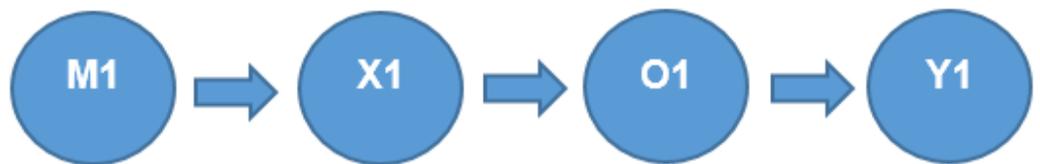
III. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación se realizó de manera observacional, debido a que se detalló la interacción de las variables por medio de la observación sin alterar algún parámetro o alguna de las variables a estudiar.

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: aplicada.

Diseño de investigación: diseño **no experimental – correlacional - transversal** debido a que se visualizó el incremento de la fuerza de compresión a medida que se fue añadiendo los porcentajes especificados de relave minero, así mismo adopta este diseño debido a que no se alteró ninguna de las variables; así mismo se desarrolló de forma transversal por estudiarse en un lapso de tiempo.



M1 = Cantidad de Probetas.

Xi = Agregado fino por relave. (Variable independiente).

O1 = Cantidad de Probetas.

Yi = Resistencia a la Compresión (Variable dependiente).

3.2. Variables y operacionalización

Variables:

V1: resistencia a la compresión (**dependiente**)

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

Definición conceptual:

Resistencia a la compresión: es la carga admisible al aplastamiento por unidad de área, considerando el suceso de compresión de las probetas para alcanzar una resistencia en un tiempo de curado determinado. (HERMES, 2014, pag.25)

Agregado fino por relave: ante una revisión bibliográfica para esta definición conceptual, los autores consideramos que el agregado fino por relave es la cantidad expresada en porcentaje (%) que se reemplazara de agregado fino de un concreto patrón para determinar su resistencia a la compresión.

Definición operacional:

Resistencia a la compresión: La resistencia a la compresión durante el período de estudio se medirá mediante una prueba de rotura y el tiempo de curado será de 7, 14 y 28 días. la información se recogerá del laboratorio con los protocolos establecidos en la NTP 339.034 (Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas).

Agregado fino por relave: el relave minero se recolectará de manera aleatoria ya que la relavera a estudiar es homogénea y luego se hará la sustitución en porcentajes de 5%, 10% y 15% del peso del agregado fino de un concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; en el diseño del concreto patrón se utilizará el cemento portland tipo I.

Indicadores:

Resistencia a la compresión: fuerza / área

Agregado fino por relave: porcentaje de relave minero.

Escala de medición:

Resistencia a la compresión: Kg/cm²

Agregado fino por relave: porcentaje (%)

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población:

(OTZEN, y otros, 2017) Lo definen al término población como todos los elementos que están constituidos dentro de una investigación, en la cual están relacionados en el análisis. Por lo cual, para la presente investigación, se constituyó una población de 36 probetas de concreto con distintas composiciones.

Tabla 4: Disposición de las muestras

DIAS DE CURADO	NUMERO DE PROBETAS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON % DE SUSTITUCIÓN DE AGREGADO FINO (AC) POR RELAVE			
	CONCRETO PATRON F'c= 210 (CP)	SUSTITUCIÓN DEL 5% (S5% RELAVE)	SUSTITUCIÓN DEL 10% (S10% RELAVE)	SUSTITUCIÓN DEL 15% (S15% RELAVE)
7	P1 (CP 7)	P1 (S5% RELAVE 7)	P1 (S10% RELAVE 7)	P1 (S15% RELAVE 7)
	P2 (CP 7)	P2 (S5% RELAVE 7)	P2 (S10% RELAVE 7)	P2 (S15% RELAVE 7)
	P3 (CP 7)	P3 (S5% RELAVE 7)	P3 (S10% RELAVE 7)	P3 (S15% RELAVE 7)
14	P1 (CP 14)	P1 (S5% RELAVE 14)	P1 (S10% RELAVE 14)	P1 (S15% RELAVE 14)
	P2 (CP 14)	P2 (S5% RELAVE 14)	P2 (S10% RELAVE 14)	P2 (S15% RELAVE 14)
	P3 (CP 14)	P3 (S5% RELAVE 14)	P3 (S10% RELAVE 14)	P3 (S15% RELAVE 14)
28	P1 (CP 28)	P1 (S5% RELAVE 28)	P1 (S10% RELAVE 28)	P1 (S15% RELAVE 28)
	P2 (CP 28)	P2 (S5% RELAVE 28)	P2 (S10% RELAVE 28)	P2 (S15% RELAVE 28)
	P3 (CP 28)	P3 (S5% RELAVE 28)	P3 (S10% RELAVE 28)	P3 (S15% RELAVE 28)

Fuente: elaboración propia

Criterios de inclusión: dentro del criterio de inclusión se tomó en cuenta a las probetas, considerando las normas anteriormente mencionadas, para poder ser ensayadas y sometidas al esfuerzo de compresión.

Criterios de exclusión: dentro del criterio de exclusión se consideró aquellas probetas que tienen alguna falla o anomalía en cuanto a su estructura; tales como grietas, vacíos y superficies que tengan una cantidad importante de poros.

Muestra:

(ESPINOZA, 2016) nos dice “La muestra es la parte que representa y que es apropiada de la población. Se elige de la población de investigación. Para ser representativo y útil, debe reflejar las similitudes y diferencias en la población y sus características y tendencias.”

Para poder desarrollar esta investigación, la muestra a ser estudiada fue el total de probetas a evaluar (36).

Muestreo:

(CASAL, y otros, 2003 pág. 5) “De acuerdo al periodo del muestreo, este determina la cantidad de población con la que se desea analizar, lo cual puede significar ser representativa o no, pero tuvieron una justa oportunidad para ser incluidos en el estudio.”

Para determinar la muestra, se utilizó el método de muestreo no probabilístico por conveniencia; debido al criterio de los investigadores así mismo los elementos de la población serán tomadas en su totalidad como muestra a estudiar.

Unidad de Análisis:

(CENTTY, 2006) “La unidad de análisis es el elemento que recopila información, y estos elementos deben definirse adecuadamente, es decir, a quién o a quién se aplicará la muestra para obtener los datos.”

Como unidad de análisis para esta investigación se estudió cada probeta realizada.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

(HERNÁNDEZ, y otros, 2014 pág. 13) “Conforme a los instrumentos generalizados y su respectiva confiabilidad, permitirán extraer la información adecuada con el fin de generar una respuesta necesaria y explícita al problema planteado. De acuerdo a los instrumentos, estas serán rectificadas previamente, para que genere una adecuada información que sea esencia para la investigación.”

Técnica: como técnica maniobrada para la presente investigación, será la observación directa de la muestra.

Instrumento de recolección de datos:

(ARGIBAY, 2006 pág. 16) “Lo más importante para las herramientas de medición son la confiabilidad y efectividad en el proceso, en la medida en que la aplicación repetida al mismo objeto u objeto produzca el mismo resultado.”

Para la presente investigación, se consideró a la ficha del muestreo de suelos que están contaminados, lo cual son emitidos por el Ministerio Del Ambiente en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013- MINAM, Estándares De Calidad Ambiental (ECA) para suelo. **(ver anexo 5)**

En cuanto al proceso del diseño de mezcla se realizó respetando todos los protocolos del método ACI, Así mismo el ensayo de resistencia a la compresión se rigió a la NTP 339.034 titulada (Método

de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas).

3.5. Procedimientos

A continuación, se detallarán la programación a seguir para el desarrollo de la investigación.

- Recolección de materiales: para poder elaborar las diferentes probetas se recolectó los materiales tales como cemento Andino portland tipo I, agregado fino, piedra chancada, y relave minero.
- Recolección de relave minero: para la recolección del relave minero se presentó una solicitud a la Compañía Minera Santa Luisa situada en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash; luego de la aceptación de lo solicitado, se procedió a recoger el relave minero con todos los protocolos de protección personal y protocolos de muestreo de suelos que son contaminados y emitidos por el Ministerio Del Ambiente.
- Las muestras recogidas, se llevaron al laboratorio 3R GEOINGENIERÍA S.A.C. en frascos herméticos sin alterar ninguna característica fisicoquímica de la muestra.
- Se procedió a adquirir los agregados de la cantera Rumichuco para su posterior traslado al laboratorio 3R GEOINGENIERÍA S.A.C. y así realizar los ensayos respectivos.
- Seguidamente se hicieron los siguientes ensayos en laboratorio para los agregados ya que nos sirvieron como datos para el diseño de mezcla:
 - I. Contenido de humedad (NTP 339.185).
 - II. Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012).
 - III. Peso unitario de los agregados (NTP 400.017).
 - IV. Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 440.022).

- Tras culminar todos los ensayos mencionados anteriormente se procedió a realizar el diseño de mezcla del concreto utilizando el método ACI.
- teniendo en cuenta el reemplazo del agregado fino por relave en porcentajes de 5%, 10% y 15% de su peso se procedió a realizar el cálculo de cantidad de materiales para cada probeta con cada porcentaje de sustitución especificado.
- Se realizó el vaciado de concreto a los 36 moldes de 15 cm x 30 cm acorde al cuadro de distribución de probetas, las cuales deberán cumplir con la NTP 339.209, para su posterior curado.
- Se realizó el curado teniendo en cuenta los días de rotura de concreto que serán a los 7, 14 y 28 días de edad.
- Posteriormente se llevó a cabo el ensayo de resistencia a la compresión del concreto (NTP 339.034) a los 7, 14 y 28 días de fraguado de cada porcentaje de sustitución especificado.
- Se maniobro el software Excel para realizar el proceso e inspección de análisis recaudados en el laboratorio, de igual manera para cada porcentaje de reemplazo de agregado fino por relave minero, incluyendo también el análisis del resultado del ensayo de resistencia a la compresión de todas las muestras antes especificadas en el cuadro de probetas.
- Se contrastó los resultados con la hipótesis y los antecedentes, para luego elaborar las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

3.6. Método de análisis de datos

Para la investigación de este presente trabajo se utilizó como método de estudio de manera **informática y matemática** para obtener dichos resultados, este análisis lo realizaremos mediante el uso del programa Excel, la cual se realizó mediante la recopilación de datos recogidos a partir de estudios elaborados en el laboratorio de la (3R GEOINGENIERÍA S.A.C.). También se realizarán los ensayos de las probetas que contendrán relave minero que se empleará primordialmente para la presente investigación. La cual mostrará los resultados cuando los investigadores estén a disposición de la máquina a la compresión y así poder obtener los resultados finales.

3.7. Aspectos éticos

Para una adecuada investigación, se debe tener en cuenta el sistema de cada participante, en la cual cada uno deben ser de manera imparcial, empleando principios de universalidad, de comunidad, y un escepticismo con respeto y orden. (FOSTER, 2014 pág. 467)

Para la investigación será revisada y procesada mediante el software TURNITIN, para así poder avalar su autenticidad y confiabilidad, se ha incorporado información de normas, tesis, libros y revistas, toda esta información obtenida se realizó citando a los autores como corresponde, para así respetar todos los derechos del autor. Las citas de la presente investigación se han desarrollado según el sistema ISO 690.

IV. RESULTADOS

Acorde a los objetivos planteados anteriormente, se detalla enseguida los resultados de la investigación dando como respuesta a lo planteado inicialmente.

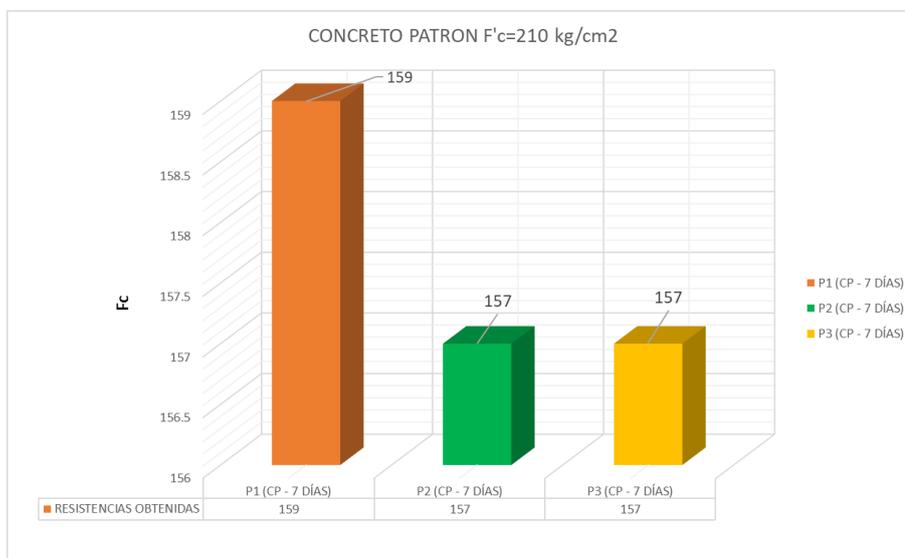
RESULTADO N°1: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7,14 y 28 días de fraguado.

Tabla 5: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días de fraguado.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	F'c	$E_c/F'c$
PROBETA	TESTIGO	(CM2)	MOLDEO	ROTURA	N° DIAS	F'c (kg/cm2)	Kg	Kg/cm2	(%)
P1 (CP - 7 DIAS)	Concreto Patrón	176.7	28/09/2020	05/10/2020	7	210	58,920.00	159	75.71
P1 (CP - 7 DIAS)	Concreto Patrón	176.7	28/09/2020	05/10/2020	7	210	58,080.00	157	74.76
P1 (CP - 7 DIAS)	Concreto Patrón	176.7	28/09/2020	05/10/2020	7	210	58,310.00	157	74.76
PROMEDIO		176.7	28/09/2020	05/10/2020	7	210	58436.67	157.67	75.08
DESVIACIÓN ESTANDAR		1.15							

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 1: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días de fraguado.



Fuente: Elaboración Propia

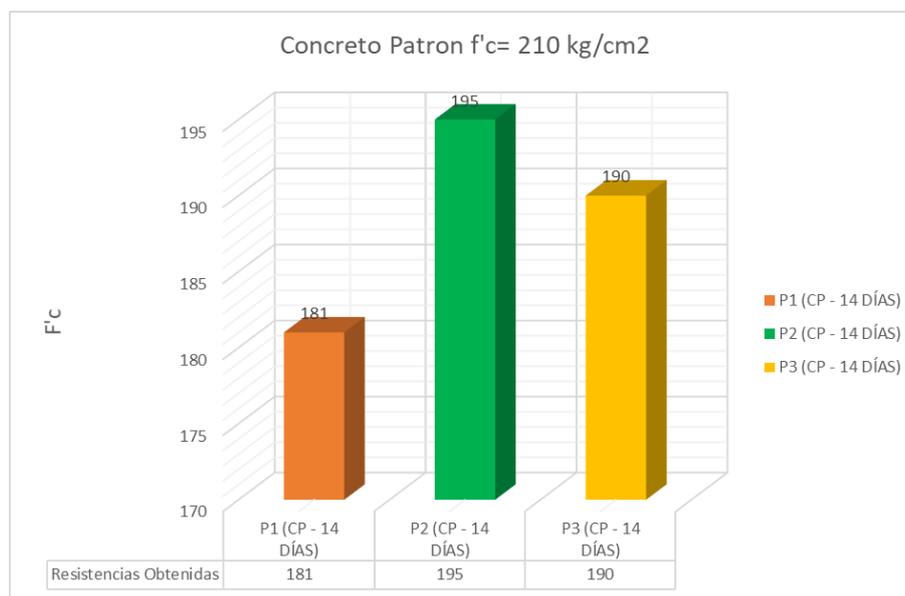
Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 7 días de fraguado para ver la resistencia a compresión del concreto patrón $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, donde se puede observar que la primera probeta obtiene la resistencia máxima de 159 kg/cm^2 , el tipo de falla presentada fueron el tipo 2, 2 y 6 respectivamente.

Tabla 6: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días de fraguado.

TESTIGO		ÁREA (CM2)	FECHA		EDAD N° DIAS	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA Kg	F'c Kg/cm2	F _c /F'c (%)
PROBETA	TESTIGO		MOLDEO	ROTURA		F'c (kg/cm2)			
P1 (CP - 14 DIAS)	Concreto Patrón	176.7	30/09/2020	14/10/2020	14	210	67,330.00	181	86.19
P1 (CP - 14 DIAS)	Concreto Patrón	176.7	30/09/2020	14/10/2020	14	210	72,278.00	195	92.86
P1 (CP - 14 DIAS)	Concreto Patrón	176.7	30/09/2020	14/10/2020	14	210	70,334.00	190	90.48
PROMEDIO		176.7	30/09/2020	14/10/2020	14	210	69981.13	188.67	89.84
DESVIACIÓN ESTANDAR		7.09							

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 2: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días de fraguado.



Fuente: Elaboración Propia

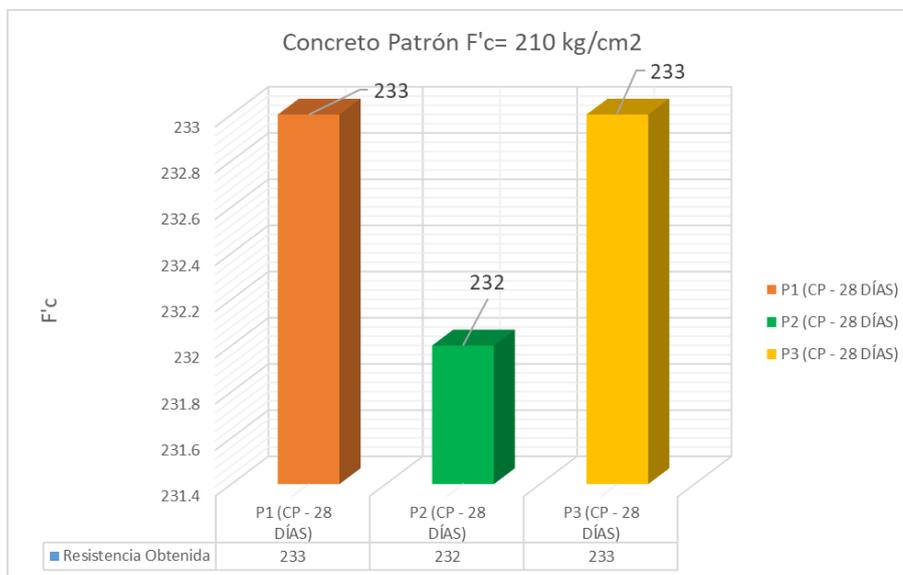
Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 14 días de fraguado del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, tras las roturas se observa que la probeta N° 2 obtiene la resistencia máxima que es de $F'c = 195 \text{ kg/cm}^2$, el tipo de falla presentada fueron el tipo 3, 6 y 6 respectivamente.

Tabla 7: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de fraguado.

TESTIGO		ÁREA (CM2)	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	F'c	$F_c/F'c$
PROBETA	TESTIGO		MOLDEO	ROTURA	N° DIAS	F'c (kg/cm2)	Kg	Kg/cm2	(%)
P1 (CP – 28 DIAS)	Concreto Patrón	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	41,130.00	233	110.95
P1 (CP – 28 DIAS)	Concreto Patrón	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	41,010.00	232	110.48
P1 (CP – 28 DIAS)	Concreto Patrón	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	41,110.00	233	110.95
PROMEDIO		176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	41083.33	232.67	110.79
DESVIACIÓN ESTANDAR		0.57							

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de fraguado.



Fuente: Elaboración Propia

Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 28 días de fraguado del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, tras las roturas se observa que la probeta N° 1 y N° 3 obtiene la resistencia máxima que es de $F'c = 233 \text{ kg/cm}^2$, el tipo de falla presentada fueron el tipo 3, 2 y 6 respectivamente.

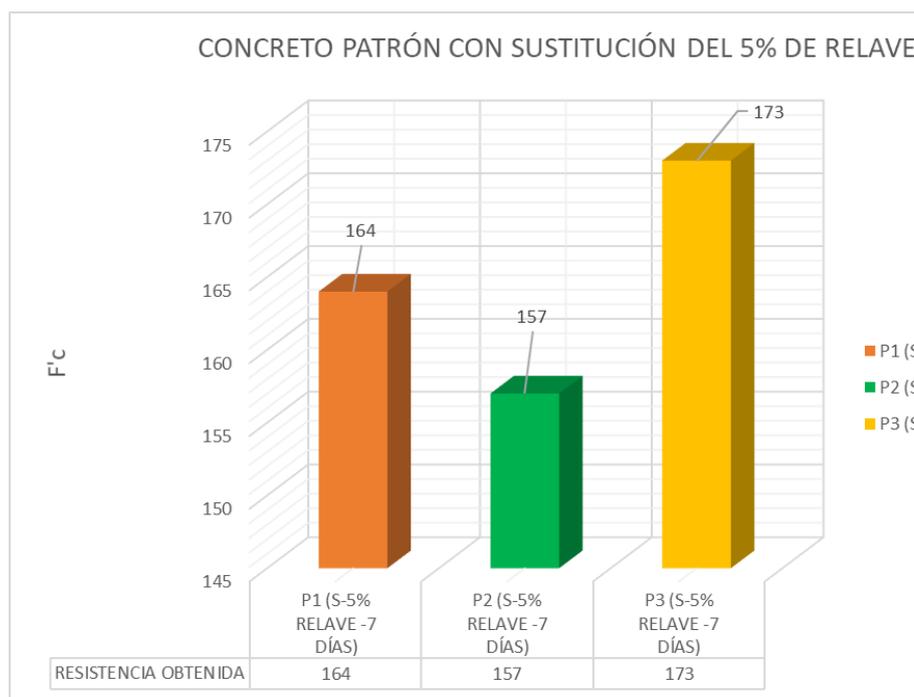
RESULTADO N°2: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 7,14 y 28 días de fraguado.

Tabla 8: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 7 días de fraguado

TESTIGO		ÁREA (CM2)	FECHA		EDAD N° DIAS	RESISTENCIA DE DISEÑO F'c (kg/cm2)	CARGA Kg	F'c Kg/cm2	F _c /F'c (%)
PROBETA	TESTIGO		MOLDEO	ROTURA					
P1 (s-5% relave - 7 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 5% de relave	176.7	28/09/2020	05/10/2020	7	210	61,030.00	164	78.10
P1 (s-5% relave - 7 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 5% de relave	176.7	28/09/2020	05/10/2020	7	210	58,260.00	157	74.76
P1 (s-5% relave - 7 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 5% de relave	176.7	28/09/2020	05/10/2020	7	210	64,250.00	173	82.38
PROMEDIO		176.7	28/09/2020	05/10/2020	7	210	61180.00	164.67	78.41
DESVIACIÓN ESTANDAR		8.02							

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 4: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 7 días.



Fuente: Elaboración Propia

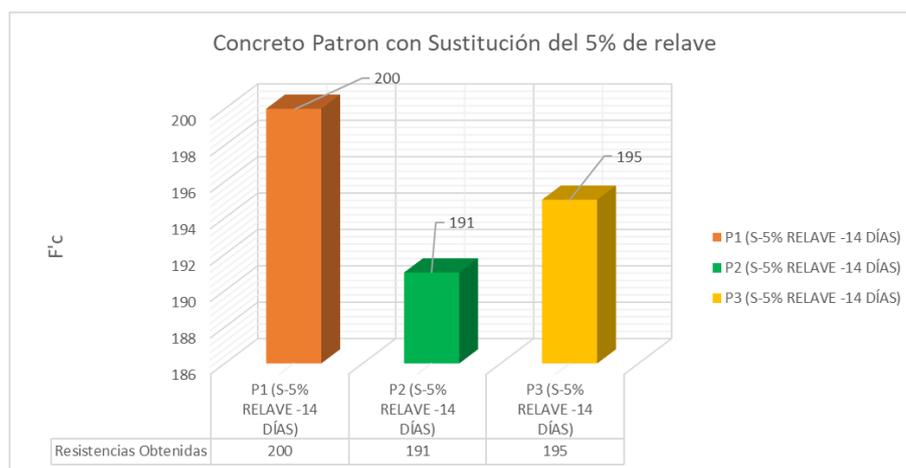
Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 7 días de fraguado al sustituir el 5% de relave por agregado fino, tras las roturas se observa que la probeta N° 3 obtiene la resistencia máxima que es de $F'c = 173 \text{ kg/cm}^2$, el tipo de falla presentada fueron el tipo 2, 6 y 6 respectivamente.

Tabla 9: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días de fraguado.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	F'c	$F_c/F'c$
PROBETA	TESTIGO	(CM2)	MOLDEO	ROTURA	N° DIAS	F'c (kg/cm2)	Kg	Kg/cm2	(%)
P1 (s-5% relave - 14 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 5% de relave	176.7	30/09/2020	14/10/2020	14	210	74,399.10	200	95.24
P1 (s-5% relave - 14 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 5% de relave	176.7	30/09/2020	14/10/2020	14	210	71,041.40	191	90.95
P1 (s-5% relave - 14 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 5% de relave	176.7	30/09/2020	14/10/2020	14	210	72,455.20	195	92.86
PROMEDIO		176.7	30/09/2020	14/10/2020	14	210	72631.90	195.33	93.02
DESVIACIÓN ESTANDAR		4.51							

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días de fraguado.



Fuente: Elaboración Propia

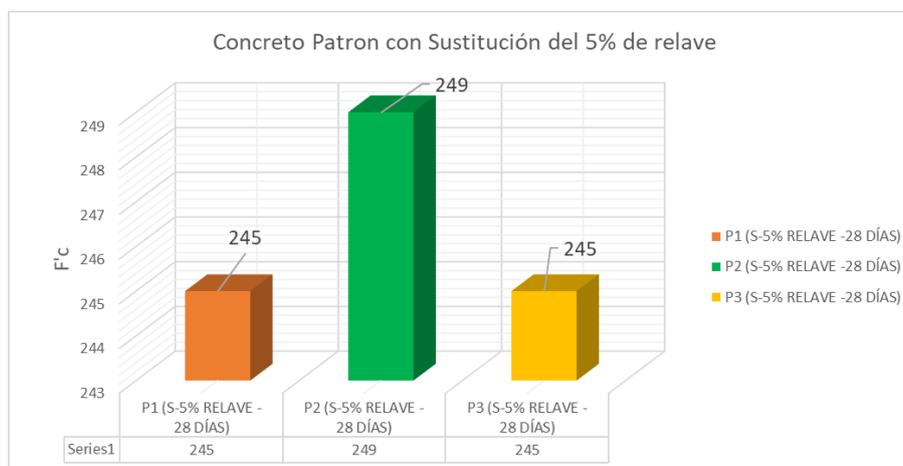
Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 14 días de fraguado al sustituir el 5% de relave por agregado fino, tras las roturas se observa que la probeta N° 1 obtiene la resistencia máxima que es de $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, el tipo de falla presentada fueron el tipo 3, 2 y 6 respectivamente.

Tabla 10: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días de fraguado.

TESTIGO		ÁREA (CM2)	FECHA		EDAD N° DIAS	RESISTENCIA DE DISEÑO F'c (kg/cm2)	CARGA Kg	F'c Kg/cm2	F _c /F'c (%)	
PROBETA	TESTIGO		MOLDEO	ROTURA						
P1 (s-5% relave - 28 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 5% de relave	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	43,210.00	245	116.67	
P1 (s-5% relave - 28 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 5% de relave	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	43,930.00	249	118.57	
P1 (s-5% relave - 28 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 5% de relave	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	43,300.00	245	116.67	
PROMEDIO		176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	43480.00	246.33	117.30	
DESVIACIÓN ESTANDAR							2.31			

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 6: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días de fraguado.



Fuente: Elaboración Propia

Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 28 días de fraguado al sustituir el 5% de relave por agregado fino, tras las roturas se observa que la probeta N° 2 obtiene la resistencia máxima que es de $F'c = 249 \text{ kg/cm}^2$, el tipo de falla presentada fueron el tipo 3, 3 y 6 respectivamente.

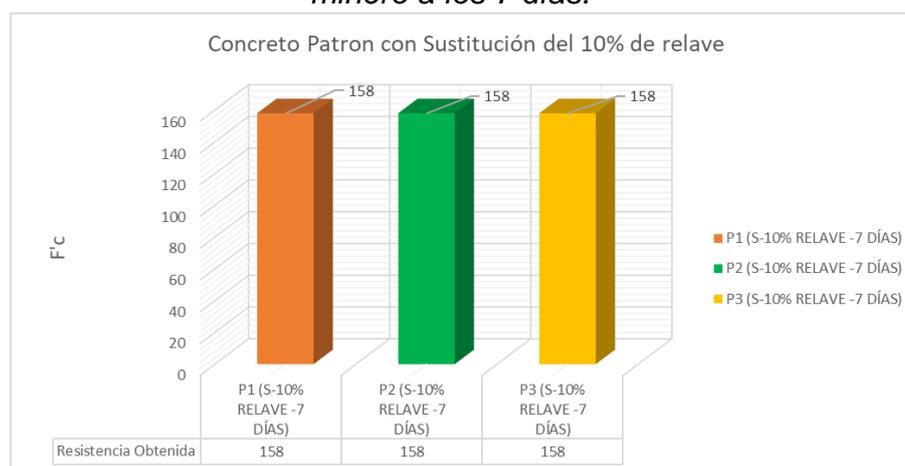
RESULTADO N°3: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 7,14 y 28 días de fraguado.

Tabla 11: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 7,14 y 28 días de fraguado.

TESTIGO		ÁREA (CM2)	FECHA		EDAD N° DIAS	RESISTENCIA DE DISEÑO F'c (kg/cm2)	CARGA Kg	F'c Kg/cm2	F _c /F'c (%)
PROBETA	TESTIGO		MOLDEO	ROTURA					
P1 (s-10% relave - 7 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 10% de relave	176.7	29/09/2020	06/10/2020	7	210	58,610.00	158	75.24
P1 (s-10% relave - 7 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 10% de relave	176.7	29/09/2020	06/10/2020	7	210	58,700.00	158	75.24
P1 (s-10% relave - 7 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 10% de relave	176.7	29/09/2020	06/10/2020	7	210	58,680.00	158	75.24
PROMEDIO		176.7	29/09/2020	06/10/2020	7	210	58663.33	158	75.24
DESVIACIÓN ESTANDAR		0							

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 7: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 7 días.



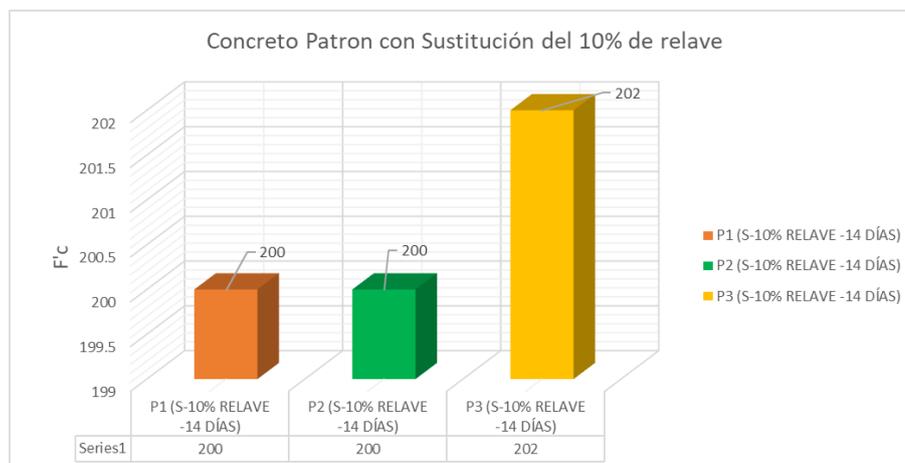
Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 7 días de fraguado al sustituir el 10% de relave por agregado fino, tras las roturas se observa que las tres probetas obtienen la misma resistencia que es de $F'c = 158 \text{ kg/cm}^2$, el tipo de falla presentada fueron el tipo 2, 2 y 6 respectivamente.

Tabla 12: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	F'c	$F_c/F'c$
PROBETA	TESTIGO	(CM2)	MOLDEO	ROTURA	Nº DIAS	F'c (kg/cm2)	Kg	Kg/cm2	(%)
P1 (s-10% relave - 14 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 10% de relave	176.7	01/10/2020	15/10/2020	14	210	74,045.70	200	95.24
P1 (s-10% relave - 14 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 10% de relave	176.7	01/10/2020	15/10/2020	14	210	74,399.10	200	95.24
P1 (s-10% relave - 14 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 10% de relave	176.7	01/10/2020	15/10/2020	14	210	75,106.00	202	96.19
PROMEDIO		176.7	01/10/2020	15/10/2020	14	210	74516.93	200.57	95.56
DESVIACIÓN ESTANDAR		1.15							

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 8: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días.



Fuente: Elaboración Propia

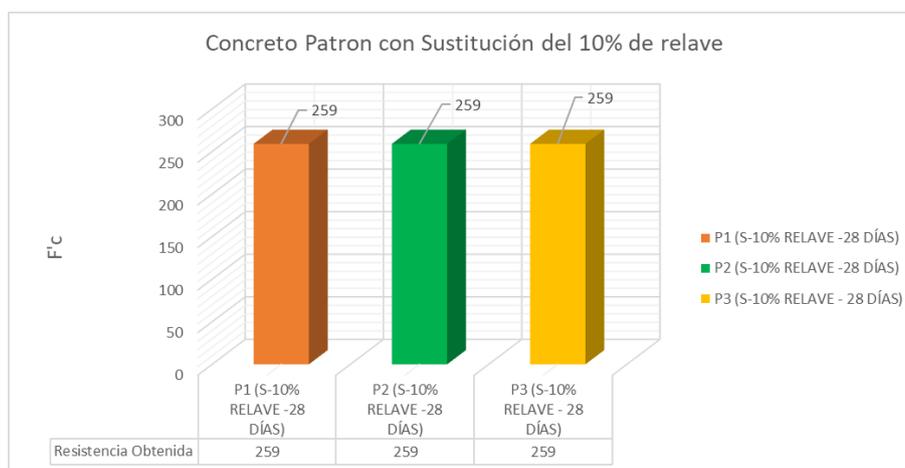
Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 14 días de fraguado al sustituir el 10% de relave por agregado fino, tras las roturas se observa que la probeta N° 3 obtiene la resistencia máxima que es de $F'c = 202 \text{ kg/cm}^2$, el tipo de falla presentada fueron el tipo 2, 6 y 6 respectivamente.

Tabla 13: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	$F'c$	$F_c/F'c$
PROBETA	TESTIGO	(CM^2)	MOLDEO	ROTURA	N° DIAS	$F'c$ (kg/cm^2)	Kg	Kg/cm^2	(%)
P1 (s-10% relave - 28 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 10% de relave	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	45,770.00	259	123.33
P1 (s-10% relave - 28 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 10% de relave	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	45,830.00	259	123.33
P1 (s-10% relave - 28 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 10% de relave	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	45,840.00	259	123.33
PROMEDIO		176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	45813.33	259	123.33
DESVIACIÓN ESTANDAR		0							

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 9: comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días.



Fuente: Elaboración Propia

Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 28 días de fraguado al sustituir el 10% de relave por agregado fino, tras las roturas se observa que las tres probetas obtienen la misma resistencia que es de $F'c=259 \text{ kg/cm}^2$, el tipo de falla presentada fueron el tipo 2, 3 y 6 respectivamente.

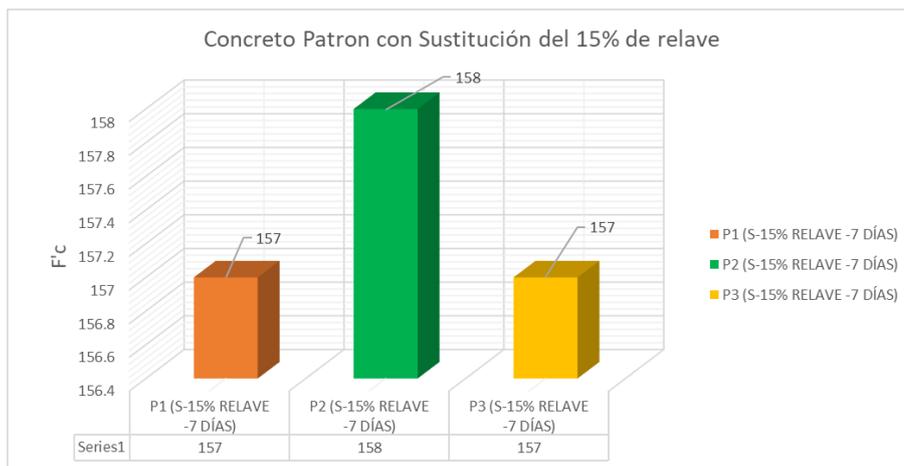
RESULTADO N°4: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 7,14 y 28 días de fraguado.

Tabla 14: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 7 días de fraguado.

TESTIGO		ÁREA (CM2)	FECHA		EDAD N° DIAS	RESISTENCIA DE DISEÑO F'c (kg/cm2)	CARGA Kg	F'c Kg/cm2	F _c /F'c (%)
PROBETA	TESTIGO		MOLDEO	ROTURA					
P1 (s-15% relave – 7 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 15% de relave	176.7	29/09/2020	06/10/2020	7	210	58,180.00	157	74.76
P1 (s-15% relave – 7 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 15% de relave	176.7	29/09/2020	06/10/2020	7	210	58,530.00	158	75.24
P1 (s-15% relave – 7 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 15% de relave	176.7	29/09/2020	06/10/2020	7	210	58,270.00	157	74.76
PROMEDIO		176.7	29/09/2020	06/10/2020	7	210	58326.67	157.33	74.92
DESVIACIÓN ESTANDAR		0.33							

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 10: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 7 días de fraguado.



Fuente: Elaboración Propia

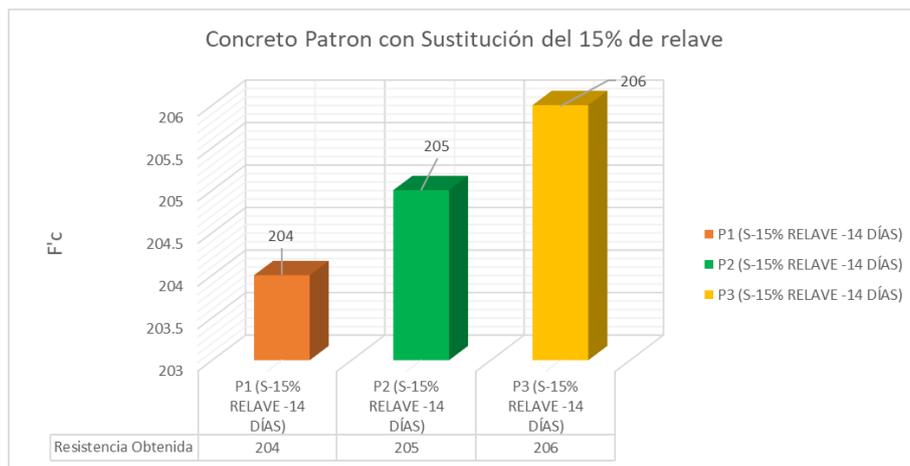
Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 7 días de fraguado al sustituir el 15% de relave por agregado fino, tras las roturas se observa que la probeta N° 2 obtiene la resistencia máxima que es de $F'c = 158$ kg/cm², el tipo de falla presentada fueron el tipo 3, 2 y 6 respectivamente.

Tabla 15: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210$ kg/cm² sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días de fraguado.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	F'c	F _c /F'c
PROBETA	TESTIGO	(CM2)	MOLDEO	ROTURA	N° DIAS	F'c (kg/cm2)	Kg	Kg/cm2	(%)
P1 (s-15% relave - 14 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 15% de relave	176.7	01/10/2020	15/10/2020	14	210	75,812.90	204	97.14
P1 (s-15% relave - 14 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 15% de relave	176.7	01/10/2020	15/10/2020	14	210	76,166.30	205	97.62
P1 (s-15% relave - 14 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 15% de relave	176.7	01/10/2020	15/10/2020	14	210	76,343.00	206	98.10
PROMEDIO		176.7	01/10/2020	15/10/2020	14	210	76107.40	205.00	97.62
DESVIACIÓN ESTANDAR									

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 11: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210$ kg/cm² sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 14 días de fraguado.



Fuente: Elaboración Propia

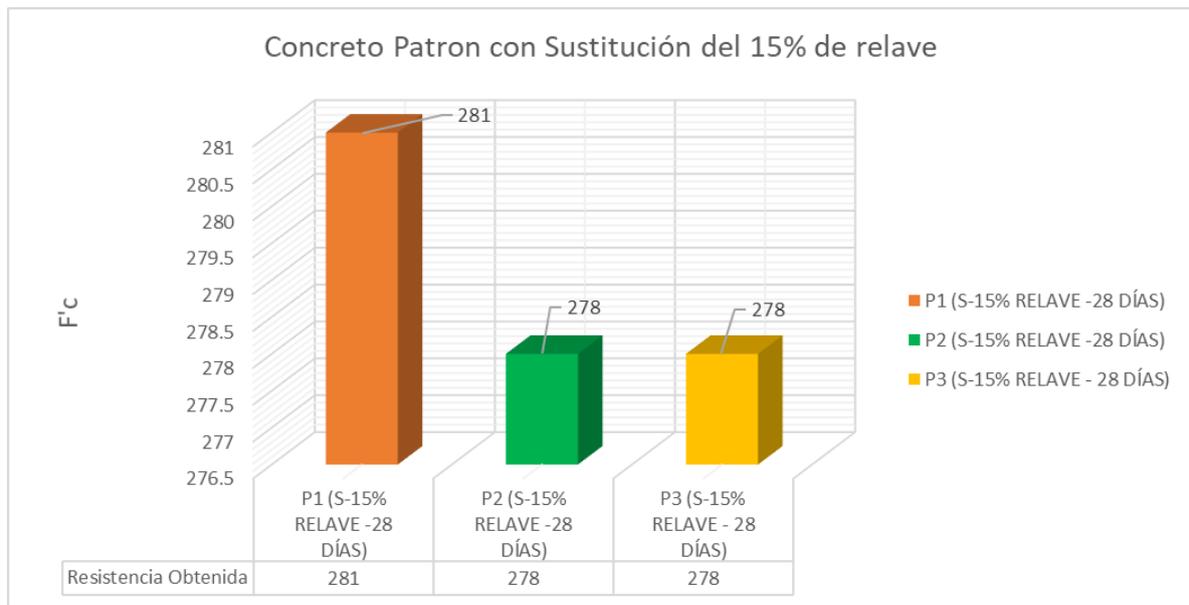
Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 14 días de fraguado al sustituir el 15% de relave por agregado fino, tras las roturas se observa que la probeta N° 3 obtiene la resistencia máxima que es de $F'c = 206$ kg/cm², el tipo de falla presentada fueron el tipo 3, 6 y 6 respectivamente.

Tabla 16: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210$ kg/cm² sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días de fraguado.

TESTIGO		ÁREA	FECHA		EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	CARGA	F'c	$F_c/F'c$
PROBETA	TESTIGO	(CM2)	MOLDEO	ROTURA	N° DIAS	F'c (kg/cm2)	Kg	Kg/cm2	(%)
P1 (s-15% relave – 28 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 15% de relave	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	49,580.00	281	133.81
P1 (s-15% relave – 28 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 15% de relave	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	49,060.00	278	132.38
P1 (s-15% relave – 28 DIAS)	Concreto Patrón con sustitución del 15% de relave	176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	49,200.00	278	132.8
PROMEDIO		176.7	02/10/2020	30/10/2020	28	210	49280.00	279.00	132.86
DESVIACIÓN ESTANDAR									

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 12: Comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 28 días de fraguado.



Fuente: Elaboración Propia

Descripción: En la siguiente figura se muestra los resultados obtenidos a los 28 días de fraguado al sustituir el 15% de relave por agregado fino, tras las roturas se observa que la probeta N° 1 obtiene la resistencia máxima que es de $F'c= 281 \text{ kg/cm}^2$, el tipo de falla presentada fueron el tipo 2, 2 y 6 respectivamente.

V. DISCUSIÓN

En esta sección, resumiremos y analizaremos nuestros resultados basados en la triangulación y antecedentes, teorías relacionadas y nuestros resultados. Los resultados obtenidos de esta investigación se refieren al objetivo general. Dar conocer la Influencia de la sustitución del agregado fino por relave de la mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, basándonos en los resultados obtenidos en los tres periodos de curado se observa una mayor resistencia a compresión del concreto añadiendo relave minero a comparación de las resistencias obtenidas en el concreto patrón $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, es decir que al reemplazar el relave por agregado fino se obtiene mejores resistencias.

Referente al primer objetivo específico: determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7,14 y 28 días de fraguado, tomando en cuenta los resultados de la tabla 03, 04 y 05 encontramos que los tres testigos de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sin alteraciones (sin añadir relave) tras el curado de los 7 días se obtiene una resistencia promedio de $f'c=157,67 \text{ kg/cm}^2$, a los 14 días de curado se obtiene una resistencia promedio de $f'c= 188.57$ y a los 28 días de curados se obtiene un resistencia promedio de $f'c= 232.67 \text{ kg/cm}^2$. Nuestro análisis se complementa con lo que indico (CACERES PACHARI, y otros, 2017) donde nos dice que al comparar el concreto convencional con el concreto añadiendo relave minero, el que tuvo mejor resistencia fue el concreto convencional, así mismo (ZHAO, y otros, 2014) nos dicen también que al sustituir el relave por agregado fino al concreto esto altera negativamente al concreto ya que las resistencias que el obtuvo fueron inferiores al concreto convencional.

Referente al segundo objetivo específico: determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 7,14 y 28 días de fraguado, tomando en cuenta los resultados de la tabla 06, 07 y 08 observamos que tras 7 días de curado la resistencia promedio es $f'c=164.67 \text{ kg/cm}^2$, a los 14 dias de curado se obtuvo una resistencia promedio de $f'c=195.33 \text{ kg/cm}^2$ y a los 28 dias de curado se obtuvo una resistencia de $f'c= 246.33 \text{ kg/cm}^2$, dichos resultados se

complementa con lo expuesto por (Namuche, 2017) quien nos dice que la reemplazar el 5%,10% y 15% de cemento por relave se obtiene una resistencia promedio mayores al $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$, y que al reemplazar el 10% y el 15% se obtuvieron mejores resultados ya que tras el curado de 28 días y mayor semejanza al concreto patrón. Así mismo (Fernández, 2019) nos dice que al agregar mayor cantidad de relave minero hace que disminuya la resistencia a compresión como también nos dice que al reemplazar el 50% de relave minero este redujo su resistencia en un 51.06 kg/cm^2 a comparación del concreto patrón quien se mantuvo en $f'c= 175\text{kg/cm}^2$

Referente al tercer objetivo específico: determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 7,14 y 28 días de fraguado, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la tabla 09, 10 y 11 observamos que al curar a los 7, 14 y 28 días se obtuvieron las siguientes resistencias promedios $f'c= 158\text{kg/cm}^2$ a los 7 días, $f'c=200.57\text{kg/cm}^2$ a los 14 días y $f'c=259\text{kg/cm}^2$ a los 28 días, dichos resultados se complementan con los expuesto por (CARHUAMACA RAU, y otros, 2019) donde nos dice que al sustituir el 10% y el 25% de relave obtuvo una mayor similitud de resistencia con el concreto patrón, es decir que tanto el concreto con relave y el concreto convencional llegaron a $f'c= 175\text{kg/cm}^2$, así mismo (SUNIL, 2015) nos dice que al sustituir el relave en 20% y 30% se obtiene mejores resultados y como también se obtiene una resistencia similar al concreto patrón $f'c= 175\text{g/cm}^2$.

Referente al cuarto objetivo específico: determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 7,14 y 28 días de fraguado. teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la tabla 09, 10 y 11 observamos que al curar a los 7, 14 y 28 días se obtuvieron las siguientes resistencias promedios $f'c=157.33\text{kg/cm}^2$ a los 7 días, $f'c= 205\text{g/cm}^2$ a los 14 días y $f'c= 279$ a los 28 días, dichos resultados se complementan con los expuesto por (SHETTIMA, 2016) quien nos dice que al sustituir el agregado fino por relave de hierro mejoro las resistencias a compresión en todos los periodos llegando la resistencia máxima a $f'c= 222.50\text{kg/cm}^2$ así mismo. (Melgarejo, 2018) nos dice que al sustituir el 4% y el 8%

de cemento por relave minero se obtuvieron mejores resultados ya que los testigos superaron al concreto patrón en todos los periodos

VI. CONCLUSIONES

- Se concluye que para un concreto $f'c=210$ kg/cm² el uso del relave es muy favorable ya que supera la resistencia planteada al concreto patrón en todos los periodos de curado.
- Se concluye que al reemplazar el 5% de relave por agregado fino después de realizar los tres periodos de curado (7, 14 y 28 días) se obtuvo una mejor resistencia superando al concreto convencional obteniendo las siguientes resistencias máximas $f'c= 173$ kg/cm², $f'c= 200$ kg/cm² y $f'c= 249$ kg/cm² a comparación del concreto patrón.
- Al reemplazar el 10% de relave por agregado fino al igual que en el 5% se superó la resistencia del concreto patrón en los tres periodos, donde las nuevas resistencias obtenidas son las siguientes: $f'c= 158$ kg/cm², $F'c= 202$ kg/cm² y $f'c= 259$ kg/cm².
- Al reemplazar el 15% de relave por agregado fino se superó la resistencia del concreto patrón de igual manera en los tres periodos de curado obteniendo las nuevas resistencias que son las siguientes: $f'c= 158$ kg/cm², $f'c= 206$ kg/cm² y $f'c= 281$ kg/cm² a comparación del concreto patrón que su resistencia máxima es: $f'c= 233$ kg/cm².
- En los tres porcentajes de sustitución se obtuvieron mejores resistencias que el concreto patrón en todos los periodos de curado.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar el 5% de sustitución de relave en las obras de construcción civil (pistas, Veredas, adoquines, losas deportivas, etc.) en las que no se tenga mucho contacto con las personas.
- Se recomienda el uso del relave de la compañía minera Santa Luisa ya que sería una gran ayuda para disminuir la contaminación ambiental en nuestro país.
- se recomienda seguir con la línea de investigación e investigar más sobre el uso del relave en los diferentes ámbitos tanto ambientales como de salubridad y determinar la durabilidad del concreto.

REFERENCIAS

ABANTO, CASTILLO FLAVIO. 2009. *TECNOLOGIA DEL CONCRETO*. LIMA : S.N., 2009. PÁG. 244. 978-612-302-060-6.

ACEROS AREQUIPA. ACEROS AREQUIPA CONSRUYENDO SEGURO. *ACEROS AREQUIPA CONSRUYENDO SEGURO*. [EN LÍNEA] [HTTP://WWW.CONSTRUYENDOSEGURO.COM/APRENDE-EL-PROCEDIMIENTO-PARA-ELABORAR-PROBETAS-DE-CONCRETO/#](http://www.construyendoseguero.com/aprende-el-procedimiento-para-elaborar-probetas-de-concreto/#).

AMBIENTE, MINISTERIO DEL MEDIO. 2013. GUIA PARA MUESTRAS DE SUELOS. *GUIA PARA MUESTRAS DE SUELOS*. [EN LÍNEA] 2013. [CITADO EL: 10 DE JUNIO DE 2020.]

ARGIBAY, JUAN. 2006. *TECNICAS PSICOMÉTRICAS. CUESTIONES DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD SUBJETIVIDAD Y PROCESOS COGNITIVOS*. 2006. PÁGS. 15-33. VOL. 8. 1666-244X.

ARGOS. 2017. *PROPIEDADES DEL CEMENTO*. 2017.

CACERES PACHARI, ISAAC MILTON Y LARICO TICO, JOSE LUIS. 2017. *EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO $F'C=175, 210$ Y 245 KG/CM² CON RELAVE MINERO DEL DISTRITO DE ANANEA - PUTINA - PUNO*, 2017. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO. PUNO : S.N., 2017. PÁG. 151, TESIS.

CARHUAMACA RAU, DENITH AKEMI Y CORAS QUISPE, ROCIO AMERICA. 2019. *RELAVE MINERO COMO COMPONENTE DEL AGREGADO FINO PARA ELABORAR CONCRETO MAYOR A $F'C=175$ KG/CM², CON FINES AMBIENTALES*. HUANCAYO : S.N., 2019. PÁG. 163, TESIS.

CASAL, JORDI Y MATEU, ENRIC. 2003. *TIPOS DE MUESTREO*. S.L. : REV. EPIDEM. MED. PREV, 2003. VOL. 1.

CENTTY, DEYMOR. 2006. *MANUAL METODOLOGICO PARA EL INVESTIGADOR CIENTIFICO*. AREQUIPA : S.N., 2006. MANUAL.

CSIC. 2020. CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACION CIENTIFICAS-UNIDAD DE ANALISIS ESTADISTICO. *CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACION CIENTIFICAS-UNIDAD DE ANALISIS ESTADISTICO*. [EN LÍNEA] 2020. [HTTP://HUMANIDADES.CCHS.CSIC.ES/CCHS/WEB_UAE/NIVELES/CLASIFICACION.HTM](http://humanidades.cchs.csic.es/cchs/web_uae/niveles/clasificacion.htm).

DUGGAL, SURESH K. 2017. *BUILDING MATERIALS*. TERCERA EDICION. 2017. PÁG. 198. 978-81-224-2975-6.

ESPINOZA, ELEONORA. 2016. UNIVERSO, MUESTRAS Y MUESTREO. UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CATALUÑA. [EN LÍNEA] 2016. [CITADO EL: 10 DE JUNIO DE 2020.] [HTTP://WWW.BVS.HN/HONDURAS/UICFCM/SALUDMENTAL/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.PDF](http://www.bvs.hn/honduras/uicfcm/saludmental/universo.muestra.y.muestreo.pdf)..

FERNANDEZ, ANAYA MERCEDES DEL ROSARIO. 2019. *RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DEL 50% DE CEMENTO POR RELAVE MINERO, DISTRITO DE JANGAS, HUARAZ - ANCASH*. HUARAZ : S.N., 2019. PÁG. 116, TESIS.

FOSTER, MORRIS. 2014. *INTEGRATING ETHICS AND SCIENCE IN THE INTERNATIONAL HAPMAP PROJECT*. *NATURE REVIEWS GENETICS*. 2014. PÁG. 467. VOL. 5. 1351.

GARCÍA, FRANCISCO HERRERUELA. 2014. *PASTAS, MORTEROS, ADHESIVOS Y HORMIGONES*. ESPAÑA : S.N., 2014.

GOMEZ, DOMINGUES JORGE. *MATERIALES DE CONSTRUCCION*. MEXICO : S.N.

HERMES, ANDRES TORRES OSPINA. 2014. *VALORACION DE PROPIEDADES MECANICAS Y DE DURABILIDAD DE CONCRETO*. BOGOTA : S.N., 2014. TESIS DE MAESTRIA.

HERNÁNDEZ, ROBERTO, FERNÁNDEZ, CARLOS Y BAPTISTA, PILAR. 2014. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. MEXICO : INTERAMERICANA DE EDITORES, 2014. 978-1-4562-2396-0.

HOLCIN. 2017. *CONCRETOS Y MORTEROS*. 2017.

ILAQUITA, OLIVER FERNANDO CONDORI. 2018. *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CON EL USO DE MATERIAL DE DESECHOS DE PROCESOS MINEROS, PROCEDENTES DE LA MINA LA RINCONADA EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO.* UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ. JULIACA : S.N., 2018. PÁG. 214, TESIS.

MEDINA, CRUZ RICARDO. ACEROS AREQUIPA. *ACEROS AREQUIPA.* [EN LÍNEA] [CITADO EL: 6 DE MAYO DE 2020.] [HTTP://WWW.ACEROSAREQUIPA.COM/CONSTRUCCION-DE-VIVIENDAS/BOLETIN-CONSTRUYENDO/EDICION_17/CAPACITACIONES-PROCEDIMIENTOS-PARA-ELABORAR-PROBETAS-DE-CONCRETO.HTML](http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_17/capacitaciones-procedimientos-para-elaborar-probetas-de-concreto.html).

MELGAREJO, AGUIRRE YANETH JUSTINA. 2018. *“RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'_{C}=210$ KG/CM² CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN 4% Y 8% POR RELAVE DE LA MINA POTOSÍ”.* HUARAZ : S.N., 2018. PÁG. 124, TESIS.

MINISTERIA DE ENERGIA Y MINAS . 2019. MINISTERIO DE MINERIA . *MINISTERIO DE MINERIA .* [EN LÍNEA] 2019. [CITADO EL: 2 DE MAYO DE 2020.] [MINMINERIA.GOB.CL/GLOSARIO-MINERO-R/RELAVE/](http://minmineria.gob.cl/glosario-minero-r/relave/).

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DEL PERU. 2006. *GUIA DE PLAN DE CIERRE DE MINAS.* LIMA : S.N., 2006.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. 2020. *GUÍA AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE RELAVES MINEROS -.* LIMA : S.N., 2020. PÁG. 93, GUIA.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2013. *GUIA PARS MUESTREO DE SUELOS. GUIA PARS MUESTREO DE SUELOS.* [EN LÍNEA] 2013. [CITADO EL: 10 DE JUNIO DE 2020.] [HTTP://WWW.MINAM.GOB.PE/WP-CONTENT/UPLOADS/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.PDF](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.PDF).

MONTEJO, FONSECA ALFONSO, MONTAJO, FRANCY Y MONTAJO, ALEJANDRO. 2013. *TECNOLOGIA Y PATOLOGIA DEL CONCRETO ARMADO.* 2013.

NAMUCHE, COLONIA FRANKLIN GIOVANNI. 2017. *RESISTENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL 5%, 10% Y 15% DE CEMENTO, POR LA COMBINACIÓN DE*

RELAVE MINERO EN LA ELABORACIÓN DE MORTEROS DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA EN HUARAZ, 2017. CHIMBOTE : S.N., 2017. PÁG. 119, TESIS.

NIÑO, HERNÁNDEZ JAIRO RENE. 2010. TECNOLOGIA DE CONCRETO: MATERIALES, PROPIEDADES Y DISEÑO DE MEZCLAS. S.L. : ASOCRETO, 2010. VOL. 3. 978-958-8565-03-6.

NTP 334 005. 2010. NORMA TECNICA PERUANA. LIMA : S.N., 2010.

NTP 339.034. 2008. METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICALS. LIMA : S.N., 2008.

OSINERMING. 2017. LA INDUSTRIA DE LA MINERIA EN EL PERU. LIMA : S.N., 2017. PÁG. 17. 978-612-47350-1-1.

OTZEN, TAMARA Y MONTEROLA, CARLOS. 2017. TECNICAS DE MUESTREO SOBRE UNA POBLACIÓN A ESTUDIO. [EN LÍNEA] 2017. [HTTPS://SCIELO.CONICYT.CL/PDF/IJMORPHOL/V35N1/ART37.PDF](https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf).

PADILLA, GOMEZ JULIO. 2015. GUIAS DE LABORATORIO MATERIALES DE CONSTRUCCION. LIMA : S.N., 2015.

PEÑALOZA, GARZÓN CRISTHIAN ROMAN. 2015. COMPORTAMIENTO MECANICO DE UNA MEZCLA PARA CONCRETO RECICLADO USANDO NEUMATICO TRITURADOS COMO REEMPLAZO DEL 10% Y 30% DEL VOLUMEN DEL AGREGADO FINO PARA UN CONCRETO CON FINES DE USO ESTRUCTURAL. BOGOTA : S.N., 2015. TESIS PREGRADO.

RIVVA, LOPEZ ENRIQUE. 2000. NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO . LIMA : S.N., 2000.

RNE. 2019. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. LIMA : S.N., 2019.

SANCHEZ, DE GUZMAN DIEGO. 2001. TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO. S.L. : BHANDAR EDITORES, 2001. 9589247040.

SHETTIMA, ALI UMARA. 2016. EVALUATION OF IRON ORE TAILINGS AS REPLACEMENT FOR FINE AGGREGATE IN CONCRETE. 2016. PÁGS. 72-79. VOL. 120.

SUNIL, B. M. 2015. *POTENTIAL USE OF MINE TAILINGS AND FLY ASH IN CONCRETE.* 2015. PÁG. 55. VOL. 3.

ZHAO, FAN Y SUJING, JUNJIANG. 2014. *UTILIZATION OF IRON ORE TAILINGS AS FINE AGGREGATE IN ULTRA-HIGH PERFORMANCE CONCRETE.* *CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS.* 2014. PÁGS. 540 - 548. VOL. 50.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
RESISTENCIA A LA COMPRESION (V.DEPENDIENTE)	es la carga admisible al aplastamiento por unidad de área, considerando el suceso de compresión de las probetas para alcanzar una resistencia en un tiempo de curado determinado. (HERMES, 2014, pag.25)	La resistencia a la compresión durante la investigación se medirá mediante ensayos de fractura de probetas las cuales tendrán un tiempo de curado de 7 ,14 y 28 días la información se recogerá del laboratorio con los protocolos establecidos en la norma NTP 339.034 (Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas).	construcción especial	fuerza / área	Kg/cm ²
AGREGADO FINO POR RELAVE (V.INDEPENDIENTE)	ante una revisión bibliográfica para esta definición conceptual, los autores consideramos que el agregado fino por relave es la cantidad expresada en porcentaje (%) que se sustituirá de un concreto patrón para determinar su resistencia a la compresión.	el relave minero se recolectará de manera aleatoria ya que la relavera a estudiar es homogénea y luego se hará la sustitución en porcentajes de 5%, 10% y 15% del peso del agregado fino de un concreto patrón de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$; en el diseño del concreto patrón se utilizará el cemento portland tipo I.	construcción especial	porcentaje de relave minero	porcentaje (%)

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Matriz de Consistencia

Titulo	Formulación Del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Tipo y Diseño De Investigación
<p>"Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto - 2020"</p>	<p>¿de qué manera influye la sustitución del agregado fino por relave de la mina Santa Luisa, sobre la resistencia a la compresión del concreto?</p>	<p>General determinar la Influencia de la sustitución del agregado fino por relave de la mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.</p>	<p>General La sustitución del agregado fino por relave de la mina Santa Luisa, aumenta la resistencia a compresión del concreto.</p>	<p>Independiente</p> <p>Agregado fino por relave</p>	<p>Tipo</p> <p>Aplicada</p>
		<p>Específicos determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días de fraguado.</p>	<p>Específicos El concreto patrón de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días de fraguado se comporta favorablemente en relación a la resistencia a la compresión.</p>	<p>Dependiente</p> <p>Resistencia a la compresión</p>	<p>Diseño</p> <p>No experimental - correlacional</p>
		<p>determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 5% del peso de agregado fino por relave minero a los 7, 14 y 28 días de fraguado.</p>	<p>Al sustituir el 5% del peso de agregado fino por relave minero de un concreto patrón de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días de fraguado, mantendrá su misma resistencia a la compresión.</p>		
		<p>determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% del peso de agregado fino por relave minero a los 7, 14 y 28 días de fraguado.</p>	<p>Al sustituir el 10% del peso de agregado fino por relave minero de un concreto patrón de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días de fraguado, aumentará su resistencia a la compresión.</p>		
		<p>determinar el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto patrón de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 15% del peso de agregado fino por relave minero a los 7, 14 y 28 días de fraguado.</p>	<p>Al sustituir el 15% del peso de agregado fino por relave minero de un concreto patrón de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días de fraguado, aumentará su resistencia a la compresión siendo mayor que resistencia obtenida al sustituir el 10% del peso de agregado fino por relave.</p>		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3: Diseño de Mezcla de Concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

Arena Gruesa + Piedra Chancada 1/2" a 3/4"

DISEÑO: $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

INFORME N° 311-2020-3R-GEOING

SOLICITA : JHOSEP AGUILAR VERAMENDI - JORGE LAMA GUTIERREZ

TESIS : "INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE,
MINA SANTA LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION
DEL CONCRETO - 2020".

CANTERA : ARENA GRUESA : RUMICHUCO
: AGREGADO GRUESO : RUMICHUCO

FECHA : 11 / 09 / 2020

MATERIALES:

AGREGADOS : Material de cantera traído por el interesado.
CEMENTO : Portland Tipo I ASTM C-150 - (CEMENTO ANDINO)
Peso Específico = 3.13 gr/cm³

DATOS DEL AGREGADO FINO: Arena Gruesa

MODULO DE FINEZA = 3.37
PESO ESPECIFICO = 2.51 Tn/m³
CONTENIDO DE HUMEDAD = 2.32 %
ABSORCION = 1.71 %
PESO SECO SUELTO = 1719 Kg/m³
PESO SECO COMPACTADO = 1851 Kg/m³

DATOS DEL AGREGADO GRUESO: Piedra Chancada de 1/2" a 3/4"

PESO ESPECIFICO = 2.56 Tn/m³
CONTENIDO DE HUMEDAD = 1.57 %
ABSORCION = 0.93 %
PESO SECO SUELTO = 1310 Kg/m³
PESO SECO COMPACTADO = 1408 Kg/m³

VALORES DE DISEÑO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c) = 210 Kg/cm²
REVENIMIENTO = 2 a 4 pulg
TAMAÑO MAXIMO = 3/4 pulg
AGUA DE MEZCLADO = 190 Kg/m³
Factor de Seguridad = 84
 $f_{cr} = f'_c + \text{Factor de Seguridad} = 294 \text{ Kg/cm}^2$



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

AIRE TOTAL (%)	=	2.00
RELACION A/C	=	0.48
CONTENIDO DE CEMENTO	=	395.8 Kg/m ³ = 9.3 bls.
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	=	0.53 M ³
CONTENIDO DE AGREG. GRUESO	=	739.3 Kg.
PESO DEL CONCRETO	=	2345.0 Kg/m ³
CONTENIDO DE AGREG. FINO	=	1019.9 Kg.
AJUSTE POR HUMEDAD:		
AGREGADO GRUESO	=	750.9 Kg.
AGREGADO FINO	=	1043.6 Kg.
AGUA DE MEZCLA NETA:		
AGUA EN EL AGREG. GRUESO	=	4.7 Kg.
AGUA EN EL AGREG. FINO	=	6.4 Kg.
AGUA DE MEZCLADO NETA	=	178.8 Kg.

CANTIDAD DE MATERIALES POR M³ DE CONCRETO Y PROPORCIONES

DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE:

Cemento	395.8 Kg. =	9.3 Bolsas
Agregado Grueso	750.9 Kg.	
Agregado Fino	1043.6 Kg.	
Agua de Mezclado	178.8 Kg.	

DOSIFICACION EN VOLUMEN RESULTANTE:

Cemento	395.8 Kg. =	9.3 bls =	0.263 M ³
Piedra Chancada 1/2" a 3/4"	0.56 M ³		
Arena Gruesa	0.59 M ³		
Agua de Mezclado	0.179 M ³ =	179 Lts.	

La proporción será:

Cemento	=	1.0
Piedra Chancada 1/2" a 3/4"	=	2.2
Arena Gruesa	=	2.3

Recomendaciones:

- Lavar el agregado fino hasta obtener % permisible de finos
- Realizar la granulometría con otro material de la cantera para verificar su gradación.
- Verificar el modulo de finura del agregado fino.
- Trabajar en campo con materiales iguales, como los que fueron llevado al laboratorio.

Los agregados fueron traídos por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.




Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2182
Maestría en Ingeniería Geotécnica



Anexo 4: Ensayo de Contenido de Humedad



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITA	: JHOSEP AGUILAR VERAMENDI - JORGE LAMA GUTIERREZ
TESIS	: INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE.
MINA SANTA LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2020*	CANTERA : RUMICHUCO
	FECHA : 11 / 09 / 2020

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216

MATERIAL	C-01		C-02	
	MA-01 (A. Fino)		MA-01 (A. Grueso)	
MUESTRA				
PROFUNDIDAD (m)	-----		-----	
FRASCO N°	1	2	3	4
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	111.33	149.12	158.93	171.24
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	109.51	146.85	157.11	169.30
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	1.82	2.27	1.82	1.94
(4) Pfr (gr)	37.14	40.07	38.00	49.69
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	72.37	106.78	119.11	119.61
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	2.51	2.13	1.53	1.62
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	2.32%		1.57%	

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo humedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pagua = Peso del agua



Reynaldo
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Anexo 5: Análisis Granulométrico Agregado Grueso



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

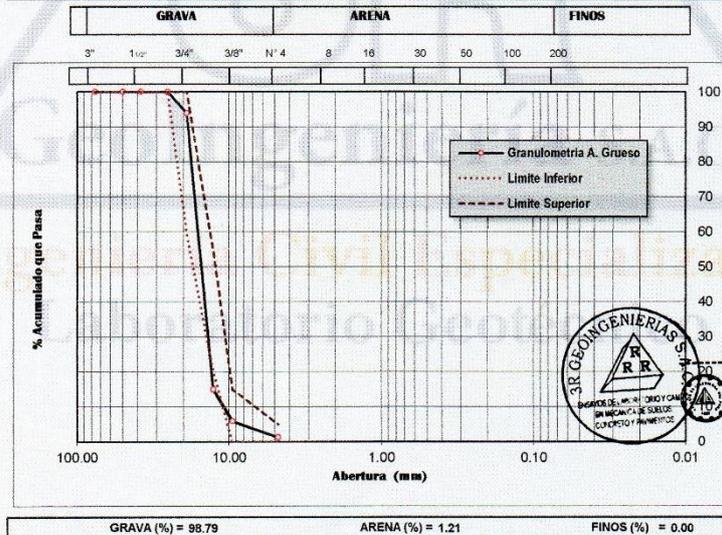
RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITA : JHOSEP AGUILAR VERAMENDI - JORGE LAMA GUTIERREZ	
TESIS : "INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE, MINA SANTA LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2020".	CANTERA : RUMICHUCO PIEDRA CHANCADA FECHA : 11 / 09 / 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO CLASIFICACION ASTM C-33

PESO INICIAL SECO : 2550.00 grs % QUE PASA MALLA No 4 : 1.21
 PESO LAVADO SECO : 2519.06 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
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"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	156.58	6.14	6.14	93.86
1/2"	12.700	2012.00	78.90	85.04	14.96
3/8"	9.525	231.37	9.07	94.12	5.88
No 4	4.760	119.11	4.67	98.79	1.21
No 8	2.380	0.00	0.00		
No 16	1.190	0.00	0.00		
No 30	0.590	0.00	0.00		
No 50	0.297	0.00	0.00		
No 100	0.149	0.00	0.00		
No 200	0.074	0.00	0.00		
> No 200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		2519.06	98.79		



Reyes
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2182
 Maestro en Ingeniería Geotécnica



Anexo 6: Análisis Granulométrico Agregado Fino



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

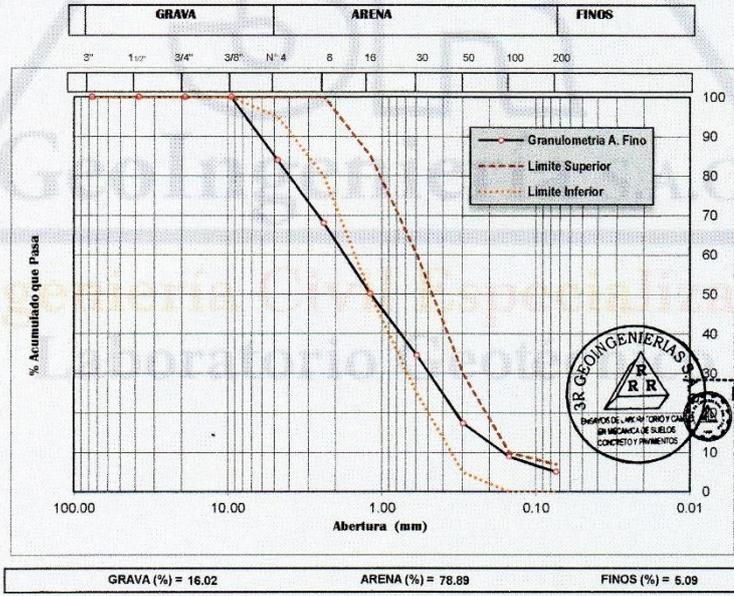
SOLICITA	: JOSEF AGUILAR VERAMENDI - JORGE LAMA GUTIERREZ	CANTERA	: RUMCHUCO
TESIS	: "INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE,	ARENA GRUESA	
MINA SANTA LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION		FECHA	: 11/09/2020
DEL CONCRETO - 2020".			

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO CLASIFICACION ASTM C-33

PESO INICIAL SECO : 2087.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 5.09
 PESO LAVADO SECO : 1995.82 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.760	334.40	16.02	16.02	83.98
No 8	2.380	333.81	15.99	32.02	67.98
No 16	1.190	372.24	17.84	49.85	50.15
No 30	0.590	326.33	15.64	65.49	34.51
No 50	0.297	357.51	17.13	82.62	17.38
No 100	0.149	175.61	8.41	91.03	8.97
No 200	0.074	80.90	3.88	94.91	5.09
> No 200	0.000	15.02	0.72	95.63	
TOTAL		1995.82	95.63		

Nota: Limite máximos de finos = 5%



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2182
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Anexo 7: Ensayo Peso Unitario del Agregado Fino y Grueso



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITA	: JHOSEP AGUILAR VERAMENDI - JORGE LAMA GUTIERREZ	
TESIS	: "INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE,	
MINA SANTA LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION		CANTERA : RUMICHUCO
DEL CONCRETO - 2020".		FECHA : 11 / 09 / 2020

PESO UNITARIO FINO - ARENA GRUESA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	23749.00	23813.00	23698.00	25013.00	24970.00	25096.00
PESO DEL MOLDE	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00
PESO DEL MATERIAL	16602.00	16666.00	16551.00	17866.00	17823.00	17949.00
VOLUMEN DEL MOLDE	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00
PESO UNITARIO	1.719	1.726	1.714	1.850	1.845	1.858
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.719			1.851		

PESO UNITARIO GRUESO - PIEDRA CHANCADA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	19758.00	19767.00	19882.00	20598.00	20711.00	20931.00
PESO DEL MOLDE	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00	7147.00
PESO DEL MATERIAL	12611.00	12620.00	12735.00	13451.00	13564.00	13784.00
VOLUMEN DEL MOLDE	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00	9658.00
PESO UNITARIO	1.306	1.307	1.319	1.393	1.404	1.427
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.310			1.408		



Reyes
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Anexo 8: Ensayo Peso Específico y Porcentaje de Absorción



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION

SOLICITA : JHOSEP AGUILAR VERAMENDI - JORGE LAMA GUTIERREZ
TESIS : "INFLUENCIA DE SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE,
MINA SANTA LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION
CANTERA : RUMICHUCO
FECHA : 11 / 09 / 2020

Identificación (Agregado)	FINO	GRUESO
Tamaño Máximo de la muestra	Malla # 4	1/2"
Tipo de Frasco Utilizado	Fiola	Probeta
Peso Frasco + Agua = (A)	679.00	2000.00
Peso mat. y Sup. Seca en Aire = (B)	500.00	1000.00
Mat. Sat. + Agua + Frasco: A+B = (C)	985.00	3000.00
Peso Global con Desplaz. de Vol. = (D)	786.00	2610.00
Peso Vol. Masa + Vol. Vacíos: C-D = (E)	199.00	390.00
Peso Mat. Sat. y Sup. Seca en Agua = (F)	----	----
Peso Secado en Estufa a 105°C = (G)	----	----
Peso del Vol. De la Masa: E-(B-C) = (H)	----	----
P. E. Bulk (Base Seca) = G/E	----	----
P. E. Bulk (Base Saturada) = B/E	2.51	2.56
P. E. Aparente o Relativo = G/H	----	----

N° de Tarro	1	2
Peso del Tarro + Mat. SSS en Aire = (a)	202.02	251.23
Peso del Tarro + Mat. Secado en Estufa = (b)	200.48	249.85
Peso del Agua (a-b) = (c)	1.54	1.38
Peso del Tarro = (d)	110.16	102.15
Peso del Material Secado en Estufa (b-d) = (e)	90.32	147.70
Porcentaje de Absorción = (c)x100/e	1.71	0.93



Reyes
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2182
Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Anexo 9: Resultado de las Roturas de Probetas a los 7 días (C.P – S. 5%)



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N°357-2020-3R-LG

SOLICITA: JOSEP AGUILAR VERAMENDI; JORGE LAMA GUTIERREZ

OBRA

"INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE, MINA SANTA
 LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2020"

DOSIFICACION: En peso: En volumen:
 f_c de Diseño : 210 Kg/cm² Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
1	P1-(5-5% RELAVE)	210	"	28/09/2020	05/10/2020	7	28,945.0	176.7	164	78
2	P2-(5-5% RELAVE)	210	"	28/09/2020	05/10/2020	7	27,806.2	176.7	157	75
3	P3-(5-5% RELAVE)	210	"	28/09/2020	05/10/2020	7	30,496.9	176.7	173	82
4	P1-(CP)	210	"	28/09/2020	05/10/2020	7	28,123.5	176.7	159	76
5	P2-(CP)	210	"	28/09/2020	05/10/2020	7	27,824.9	176.7	157	75
6	P3-(CP)	210	"	28/09/2020	05/10/2020	7	27,807.2	176.7	157	75

OBSERVACIONES:

Las muestras de Briquetas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

Ingeniería Civil Especializada
 Laboratorio Geotécnico



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina Principal: Lima - Av. Próceres de Huanuay - Mz. S Lote 33 - Urbanización Santa Ana - Los Olivos
 Sucursal: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Anexo 10: Resultado de las Roturas de Probetas a los 7 días (S. 10% - 15%)



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N°357-2020-3R-LG

SOLICITA: JOSEP AGUILAR VERAMENDI; JORGE LAMA GUTIERREZ

OBRA

**"INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE, MINA SANTA
LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2020"**

DOSIFICACION: En peso: En volumen:
 f'c de Diseño : 210 Kg/cm² Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO		FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
		SLUMP Kg/cm ²	(")	MOLDEO	ROTURA					
1	P1 - (10% RELAVE)	210	"	29/09/2020	06/10/2020	7	27,845.2	176.7	158	75
2	P2 - (10% RELAVE)	210	"	29/09/2020	06/10/2020	7	28,005.3	176.7	158	75
3	P3 - (10% RELAVE)	210	"	29/09/2020	06/10/2020	7	27,885.8	176.7	158	75
4	P1 - (15% RELAVE)	210	"	29/09/2020	06/10/2020	7	27,678.2	176.7	157	75
5	P2 - (15% RELAVE)	210	"	29/09/2020	06/10/2020	7	27,951.5	176.7	158	75
6	P3 - (15% RELAVE)	210	"	29/09/2020	06/10/2020	7	27,689.5	176.7	157	75

OBSERVACIONES:

Las muestras de Briquetas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

Ingeniería Civil Especializada
Laboratorio Geotécnico




 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 87900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina Principal: Lima - Av. Próceres de Huandoy - Mz. S Lote 33 - Urbanización Santa Ana - Los Olivos
 Sucursal: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Anexo 11: Resultado de las Roturas de Probetas a los 14 días (C.P - S.15%)



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N°357-2020-3R-LG

SOLICITA: JOSEP AGUILAR VERAMENDI; JORGE LAMA GUTIERREZ

OBRA

"INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE, MINA SANTA
 LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2020"

DOSIFICACION: En peso: En volumen:
 f_c de Diseño : 210 Kg/cm² Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
1	(CP-14 DIAS)-P1	210	"	30/09/2020	14/10/2020	14	32,012.3	176.7	181	86
2	(CP-14 DIAS)-P2	210	"	30/09/2020	14/10/2020	14	34,525.5	176.7	195	93
3	(CP-14 DIAS)-P3	210	"	30/09/2020	14/10/2020	14	33,556.1	176.7	190	90
4	(5.5% RELAVE- 14 DIAS) - P1	210	"	30/09/2020	14/10/2020	14	35,350.0	176.7	200	95
5	(5.5% RELAVE- 14 DIAS) - P2	210	"	30/09/2020	14/10/2020	14	33,697.5	176.7	191	91
6	(5.5% RELAVE- 14 DIAS) - P3	210	"	30/09/2020	14/10/2020	14	34,459.8	176.7	195	93

OBSERVACIONES:

Las muestras de Briquetas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

Ingeniería Civil Especializada
 Laboratorio Geo



Ing. Reynaldo M. Reyes Róque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina Principal: Lima - Av. Próceres de Huanchoy - Mz. S Lote 33 - Urbanización Santa Ana - Los Olivos
 Sucursal: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Anexo 12: Resultado de las Roturas de Probetas a los 14 días (S. 10% - 15%)



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

**ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
 DE BRIQUETAS DE CONCRETO**

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N°357-2020-3R-LG

SOLICITA: JOSEP AGUILAR VERAMENDI; JORGE LAMA GUTIERREZ

OBRA

"INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE, MINA SANTA
 LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2020"

DOSIFICACION: En peso: En volumen:
 f'c de Diseño : 210 Kg/cm² Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
7	(5-10% RELAVE-14 DIAS) -P1	210	"	01/10/2020	15/10/2020	14	35,417.2	176.7	200	95
8	(5-10% RELAVE-14 DIAS) -P2	210	"	01/10/2020	15/10/2020	14	35,418.3	176.7	200	95
9	(5-10% RELAVE-14 DIAS) -P3	210	"	01/10/2020	15/10/2020	14	35,625.9	176.7	202	96
10	(5-15% RELAVE-14 DIAS) -P1	210	"	01/10/2020	15/10/2020	14	36,126.0	176.7	204	97
11	(5-15% RELAVE-14 DIAS) -P2	210	"	01/10/2020	15/10/2020	14	36,156.5	176.7	205	97
12	(5-15% RELAVE-14 DIAS) -P3	210	"	01/10/2020	15/10/2020	14	36,457.4	176.7	206	98

OBSERVACIONES:

Las muestras de Briquetas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.

Ingeniería Civil Especializada
 Laboratorio Geotécnico



Reynaldo M. Reyes Roque
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2182
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina Principal: Lima - Av. Próceres de Huandoy - Mz. S Lote 33 - Urbanización Santa Ana - Los Olivos
 Sucursal: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Anexo 13: Resultado de las Roturas de Probetas a los 28 días (C.P – S.5%)



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 267-2020-3R-LG

SOLICITA: JOSEP AGUILAR VERAMENDI; JORGE LAMA GUTIERREZ

OBRA

"INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE, MINA SANTA
 LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2020"

DOSIFICACION: En peso: En volumen:
 f_c de Diseño : 210 Kg/cm² Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	%
				MOLDEO	ROTURA					
1	CP - 28 DIAS - P1	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	41,130.0	176.7	233	111
2	CP - 28 DIAS - P2	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	41,010.0	176.7	232	111
3	CP - 28 DIAS - P3	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	41,110.0	176.7	233	111
4	S - 5% RELAVE - 28 DIAS - P1	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	43,210.0	176.7	245	116
5	S - 5% RELAVE - 28 DIAS - P2	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	43,930.0	176.7	249	118
6	S - 5% RELAVE - 28 DIAS - P3	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	43,300.0	176.7	245	117

OBSERVACIONES:

Las muestras de Briquetas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Anexo 14: Resultado de las Roturas de Probetas a los 28 días (S. 10% - 15%)



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

INFORME N° 267-2020-3R-LG

SOLICITA: JOSEP AGUILAR VERAMENDI; JORGE LAMA GUTIERREZ

OBRA

"INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR RELAVE, MINA SANTA
 LUISA, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO - 2020"

DOSIFICACION: En peso: En volumen:
 Fc de Diseño : 210 Kg/cm² Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm2	f _c (Kg/cm2)	%
				MOLDEO	ROTURA					
1	S - 10% RELAVE - 28 DIAS - P1	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	45,770.0	176.7	259	123
2	S - 10% RELAVE - 28 DIAS - P2	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	45,830.0	176.7	259	124
3	S - 10% RELAVE - 28 DIAS - P3	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	45,840.0	176.7	259	124
4	S - 15% RELAVE - 28 DIAS - P1	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	49,580.0	176.7	281	134
5	S - 15% RELAVE - 28 DIAS - P2	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	49,060.0	176.7	278	132
6	S - 15% RELAVE - 28 DIAS - P3	210	"	02/10/2020	30/10/2020	28	49,200.0	176.7	278	133

OBSERVACIONES:

Las muestras de Briquetas de Concreto fueron traídas por el Solicitante para sus respectivas pruebas de Resistencia a la Compresión.




 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica

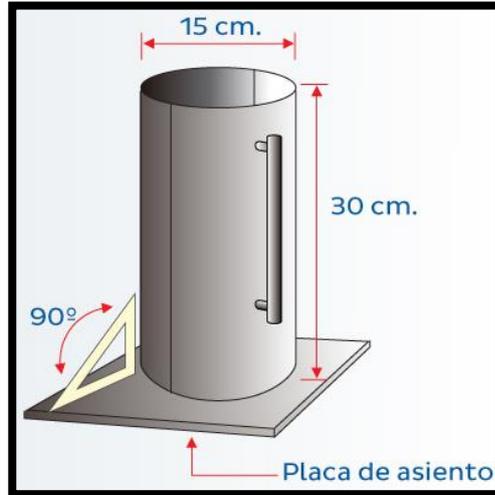


Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Anexo 15: CALCULOS

- **CÁLCULO DE CANTIDAD DE MATERIALES PARA CADA PROBETA**

VOLÚMEN DE LA PROBETA



ÁREA (m)	0.018
ALTURA (m)	0.3
VOLÚMEN (m3)	0.005

DOSIFICACIÓN EN PESO RESULTANTE POR M3

CEMENTO (Kg)	395.8
AGREGADO GRUESO (Kg)	750.9
AGREGADO FINO (Kg)	1043.6
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	178.8

DOSIFICACIÓN EN PESO PARA CADA PROBETA

CEMENTO (Kg)			Desperdicio del 10%
1	395.8	2.10	2.31
0.005	x		

AGREGADO GRUESO (Kg)			Desperdicio del 10%
1	750.9	3.98	4.38
0.005	x		

AGREGADO FINO (Kg)			Desperdicio del 10%
1	1043.6	5.53	6.09
0.005	x		

AGUA (Kg)			Desperdicio del 10%
1	178.8	0.95	1.04
0.005	x		

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE PROBETAS

DÍAS DE CRADO	NÚMERO DE PROBETAS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON % DE SUSTITUCIÓN DE AGREGADO FINO (AF) POR RELAVE MINERO			
	CONCRETO PATRON DE F'c =210 Kg/cm² (CP)	SUSTITUCIÓN DEL 5% (S-5% RELAVE)	SUSTITUCIÓN DEL 10% (S-10% RELAVE)	SUSTITUCIÓN DEL 15% (S-15% RELAVE)
7 DÍAS	P1 (CP - 7 DÍAS)	P1 (S-5% RELAVE - 7 DÍAS)	P1 (S-10% RELAVE - 7 DÍAS)	P1 (S-15% RELAVE - 7 DÍAS)
	P2 (CP - 7 DÍAS)	P2 (S-5% RELAVE - 7 DÍAS)	P2 (S-10% RELAVE - 7 DÍAS)	P2 (S-15% RELAVE - 7 DÍAS)
	P3 (CP - 7 DÍAS)	P3 (S-5% RELAVE - 7 DÍAS)	P3 (S-10% RELAVE - 7 DÍAS)	P3 (S-15% RELAVE - 7 DÍAS)
14 DÍAS	P1 (CP - 14 DÍAS)	P1 (S-5% RELAVE - 14 DÍAS)	P1 (S-10% RELAVE - 14 DÍAS)	P1 (S-15% RELAVE - 14 DÍAS)
	P2 (CP - 14 DÍAS)	P2 (S-5% RELAVE - 14 DÍAS)	P2 (S-10% RELAVE - 14 DÍAS)	P2 (S-15% RELAVE - 14 DÍAS)
	P3 (CP - 14 DÍAS)	P3 (S-5% RELAVE - 14 DÍAS)	P3 (S-10% RELAVE - 14 DÍAS)	P3 (S-15% RELAVE - 14 DÍAS)
28 DÍAS	P1 (CP - 28 DÍAS)	P1 (S-5% RELAVE - 28 DÍAS)	P1 (S-10% RELAVE - 28 DÍAS)	P1 (S-15% RELAVE - 28 DÍAS)
	P2 (CP - 28 DÍAS)	P2 (S-5% RELAVE - 28 DÍAS)	P2 (S-10% RELAVE - 28 DÍAS)	P2 (S-15% RELAVE - 28 DÍAS)
	P3 (CP - 28 DÍAS)	P3 (S-5% RELAVE - 28 DÍAS)	P3 (S-10% RELAVE - 28 DÍAS)	P3 (S-15% RELAVE - 28 DÍAS)

CANTIDAD DE MATERIALES DE CADA PROBETA ACORDE A LAS SUSTITUCIONES ESPECIFICADAS

CONCRETO PATRÓN F'C= 210 KG/CM2 (CP)

P1 (CP - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P1 (CP - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P1 (CP - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P2 (CP - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P2 (CP - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P2 (CP - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P3 (CP - 7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P3 (CP - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

P3 (CP - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	6.09
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04

SUSTITUCIÓN DEL 5% DE A. FINO DEL CONCRETO PATRÓN F'C= 210 KG/CM2

P1 (S-5% RELAVE -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.79
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.30

P1 (S-5% RELAVE - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.79
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.30

P1 (S-5% RELAVE - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.79
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.30

P2 (S-5% RELAVE -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.79
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.30

P2 (S-5% RELAVE - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.79
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.30

P2 (S-5% RELAVE - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.79
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.30

P3 (S-5% RELAVE -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.79
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.30

P3 (S-5% RELAVE - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.79
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.30

P3 (S-5% RELAVE - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.79
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.30

SUSTITUCIÓN DEL 10% DE A. FINO DEL CONCRETO PATRÓN F'C= 210 KG/CM2

P1 (S-10% RELAVE -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.48
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.61

P2 (S-10% RELAVE -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.48
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.61

P3 (S-10% RELAVE -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.48
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.61

P1 (S-10% RELAVE - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.48
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.61

P2 (S-10% RELAVE - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.48
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.61

P3 (S-10% RELAVE - 14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.48
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.61

P1 (S-10% RELAVE - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.48
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.61

P2 (S-10% RELAVE - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.48
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.61

P3 (S-10% RELAVE - 28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.48
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.61

SUSTITUCIÓN DEL 15% DE A. FINO DEL CONCRETO PATRÓN F'C= 210 KG/CM2

P3 (S-15% RELAVE -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.18
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.91

P2 (S-15% RELAVE -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.18
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.91

P3 (S-15% RELAVE -7 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.18
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.91

P3 (S-15% RELAVE -14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.18
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.91

P2 (S-15% RELAVE -14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.18
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.91

P3 (S-15% RELAVE -14 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.18
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.91

P3 (S-15% RELAVE -28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.18
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.91

P2 (S-15% RELAVE -28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.18
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.91

P3 (S-15% RELAVE -28 DÍAS)

CEMENTO (Kg)	2.31
AGREGADO GRUESO (Kg)	4.38
AGREGADO FINO (Kg)	5.18
AGUA DE MEZCLADO (Kg)	1.04
RELAVE MINERO (Kg)	0.91

- **CÁLCULO DE LA DESVIACION ESTANDAR DE LAS PROBETAS**

CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR CONCRETO PATRÓN - 7 DIAS

CP-1	159 Kg/cm ²
CP-2	157 Kg/cm ²
CP-3	157 Kg/cm ²

X	X - \bar{X}	(X - \bar{X}) ²
159	1.33	1.78
157	-0.67	0.44
157	-0.67	0.44

\bar{X}	=	157.67
-----------	---	--------

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

S = 1.33

CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR S5% RELAVE - 7 DIAS

P1- S5% RELAVE - 7 DIAS	164 Kg/cm ²
P2- S5% RELAVE - 7 DIAS	157 Kg/cm ²
P3- S5% RELAVE - 7 DIAS	173 Kg/cm ²

X	X - \bar{X}	(X - \bar{X}) ²
164	-0.67	0.44
157	-7.67	58.78
173	8.33	69.44

\bar{X}	=	164.67
-----------	---	--------

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

S = 64.33

CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR S10% RELAVE - 7 DIAS

P1- S5% RELAVE - 7 DIAS	158 Kg/cm2
P2- S5% RELAVE - 7 DIAS	158 Kg/cm2
P3- S5% RELAVE - 7 DIAS	158 Kg/cm2

X	X - \bar{X}	$(X_i - \bar{X})^2$
158	0.00	0.00
158	0.00	0.00
158	0.00	0.00

\bar{X}	=	158.00
-----------	---	--------

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

S = 0.0

CÁLCULO DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR S15% RELAVE - 7 DIAS

P1- S5% RELAVE - 7 DIAS	157 Kg/cm2
P2- S5% RELAVE - 7 DIAS	158 Kg/cm2
P3- S5% RELAVE - 7 DIAS	157 Kg/cm2

X	X - \bar{X}	$(X_i - \bar{X})^2$
157	-0.33	0.11
158	0.67	0.44
157	-0.33	0.11

\bar{X}	=	157.33
-----------	---	--------

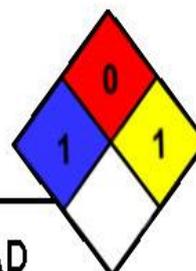
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

S = 0.33

Anexo 16: Ensayo Químico Proporcionado por la minera Santa Luisa



RELAVE



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Fecha de revisión: Setiembre 20 del 2020

SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO E INFORMACIÓN DE LA COMPAÑÍA

Nombre Del Producto : Relave
Fomula Química : Mezcla minerales (Principalmente pirita y esfalerita)
Información Del Contacto : Compañía Minera Santa Luisa S.A.
Dirección : Av. República de Panamá 3531 – San Isidro – Lima – Perú
Teléfono : 51-01-221-2484
Fax : 51-01-421-7207

SECCIÓN 2: INFORMACIÓN SOBRE LA SUSTANCIA

Concentración: 0.29 %Cu 0.64 %Pb 7.12 %Zn 13.53 %Fe 0.83% Oz/TM Ag.

Es un producto que se puede presentar en estado sólido y/o sólido líquido (Pulpa) de color gris a negro, con contenido de cobre, zinc, plomo, plata, hierro, silicio y otros componentes en menor proporción que se obtiene después de separar los valiosos del mineral mediante su tratamiento en la Planta Concentradora.

SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Inhalación: Puede provocar irritación, cuyos efectos pueden incluir comezón, salpulado, erupción, escozor e hipersensibilidad.

Contacto con los ojos: La salpicadura de este producto a los ojos puede causar irritación, conjuntivitis, edema o ulceración.

Ingestión: Los síntomas de la ingestión incluyen dolor abdominal y espasmos, náusea, vómito y dolor de cabeza.

Contacto en la Piel: El contacto durante períodos largos puede causar la irritación local.

Anexo 17: Autorización para el manejo del Relave por parte la minera Santa Luisa



"Año de la Universalización de la Salud"

Huanzala, 11 de Octubre del 2020

CARTA N° 01-2020-CMSL/HZLA

Estimados alumnos de la Universidad Cesar Vallejo

LAMA GUTIERREZ Jorge Junior

AGUILAR VERAMENDI Joseph

En primer lugar, les envié un saludo cordial a nombre de la Empresa Minera Santa Luisa S.A., y por medio de la presente hago de su conocimiento con respecto a su solicitud, que se les brindara el Relave que nos están solicitando y que es resultado de las operaciones de nuestra planta concentradora Huanzala para el desarrollo de su Tesis el cual lleva por título: **"Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto – 2020"**, asimismo se le Autoriza el manejo del relave minero con fines académicos.

Sin otro particular, me suscribo de Ustedes.

Atentamente,

Ing. Carlos A. Alvarado Rojas

Anexo 18. Ficha de muestreo de suelo contaminado

DATOS GENERALES:	
Nombre del sitio en estudio: <i>Minera Santa Luisa</i>	Departamento: <i>Ancash</i>
Razón social: <i>Compañía Minera Santa Luisa</i>	Provincia: <i>Bolognesi</i>
Uso principal: <i>Uso del relave en reemplazo del d. fino</i>	Dirección del Predio: <i>Huanzala</i>
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO:	
Nombre del punto de muestreo: <i>Captación Planta No 01</i>	Operador (empresa / persona): <i>Empresa</i>
Coordenadas (UTM, WGS84): X: <i>-4,8975</i> Y: <i>-76,9398</i>	Descripción de la superficie: <i>Planta relavadora con relave de color gris</i> (pe. asfalto, cemento, vegetación)
Temperatura (°C): <i>60C</i>	Precipitación (si/no, intensidad): <i>NO</i>
Técnica de muestreo: <i>Sondeo Manual</i> (p.e. sondeo manual/semi-mecánico/mecánico, zanja), etc	Instrumentos usados: <i>Pala, baldes</i>
Profundidad final: <i>0.3 m</i> (en metros bajo la superficie)	Napa freática: <i>NO</i> (si/no, profundidad en m)
Instalación de un pozo en el agujero: <i>NO</i> (si/no, descripción):	Relleno del agujero después del muestreo: <i>NO, la relavadora se llena automáticamente con la explotación del día a día.</i> (si/no, descripción):
DATOS DE LAS MUESTRAS: <i>Relave</i>	
Clave de la muestra:	<i>01 02</i>
Fecha:	<i>23/09/2020 23/09/2020</i>
Hora:	<i>9:00 am 9:00 am</i>
Profundidad desde: (en metros bajo la superficie)	
Profundidad hasta: (en metros bajo la superficie)	
Características organolépticas:	
Color:	<i>De gris a negro</i>
Olor:	<i>organico leve</i>

Textura:	Partículas de 130 micrones						
Compactación/Consistencia:							
Humedad:							
Componentes antropogénicos:	Cobre, Zinc, Plomo, Plata, Hierro y Silicio						
Estimación de la fracción > 2 mm (%):							
Cantidad de la muestra: (Volumen o peso)	35 Kg						
Medidas de conservación:	Baldes de aceite						
Tipo de muestra: (simple/compuesta)	Simple						
PARA MUESTRAS SUPERFICIALES COMPUESTAS:							
Área de muestreo (m ²):	0.30 m ²						
Número de sub - muestras:							
Comentarios:				Croquis:			

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente

Anexo 19: Fotos



Foto 1: Visita a la Cantera Rumichuco



Foto 2: Compra de los Agregados de la Cantera Rumichuco



Foto 3: Llegada al Laboratorio 3R Geolingenieria S.A.C. para realizar los ensayos



Foto 4: Cuarteo del Agregado Fino y Grueso para realizar el ensayo de contenido de humedad

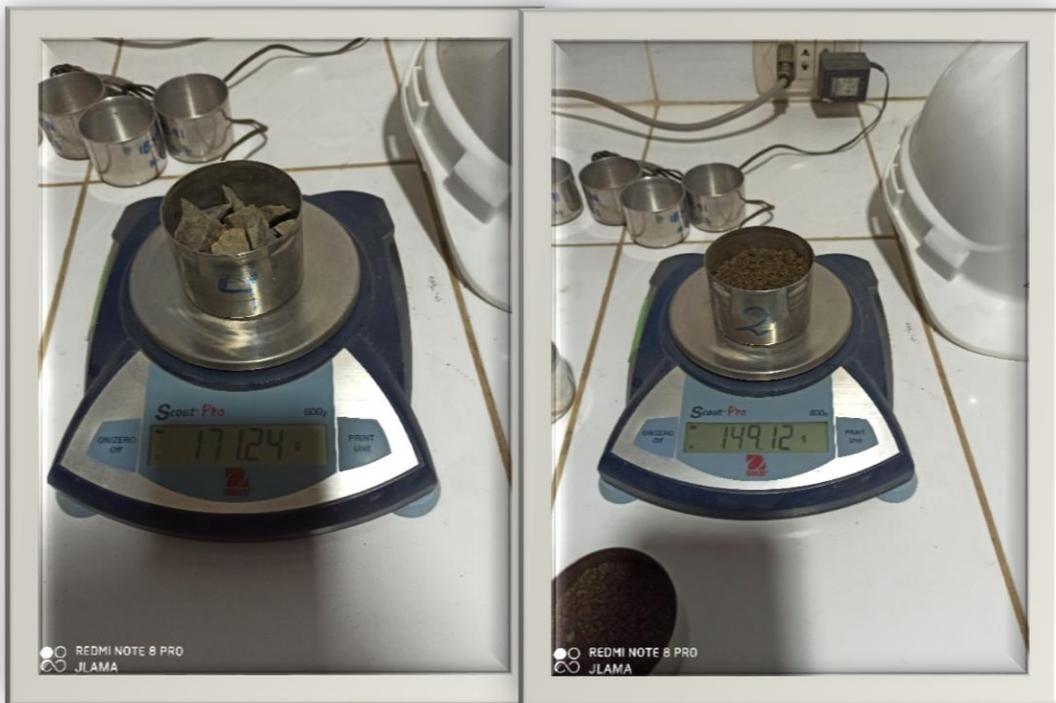


Foto 5: Peso del Agregado Fino y la piedra chancada para posteriormente colocarlo en el horno



Foto 6: Tamizado de los agregados



Foto 7: Peso del agregado Grueso para calcular el Peso Unitario Suelto y Compactado



Foto 8: Saturación del Agregado Grueso por 24 hrs para el ensayo de Porcentaje de Absorción

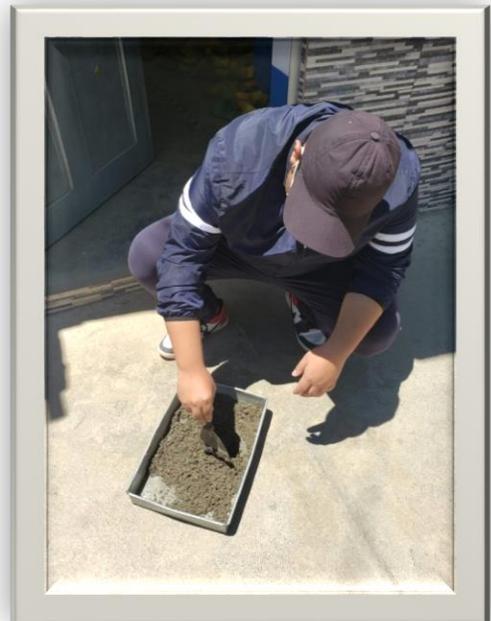


Foto 9: Secado al aire libre para hallar el porcentaje de Absorción



Foto 10: Ensayo de Absorción del Agregado Fino



Foto 11: Ensayo de Absorción del Agregado Grueso



Foto 13: Visita a la minera Santa Luisa para el recojo del relave minero



Foto 12: Entrega del relave minero por parte del personal que labora en dicha empresa.



Foto 14: Planta N° 01 de la relavera de la Minera Santa Luisa



Foto 15: Planta N° 02 de la Relavera de la Minera Santa Luisa



Foto 16: Recepción del relave minero en la Minera Santa Luisa



Foto 17: Transporte del relave Minero hacia la ciudad de Huaraz



Foto 18: Limpieza y engrase con petróleo de las probetas



Foto 19: Preparado de los materiales para realizar la mezcla de concreto



Foto 21: Manejo de relave minero con todos los EPP



Foto 22: Relave Minero



Foto 24: Mezclado del concreto con adición del relave en reemplazo del agregado fino



Foto 23: Vaciado del concreto en las probetas



Foto 25: Preparado de la mezcla con el 10% de adición del relave minero en reemplazo del agregado fino



Foto 26: Desmoldado de Probetas



Foto 27: Curado de Probetas



Foto 28: Rotura de Probetas C.P y Sustituyendo



Foto 29: Rotura de Probetas (Fisuras verticales)



Foto 30: Rotura de Probetas con S – 5% (fisuras verticales)



Foto 31: Colocación de las probetas



Foto 32: Rotura de probetas (Fisura vertical)

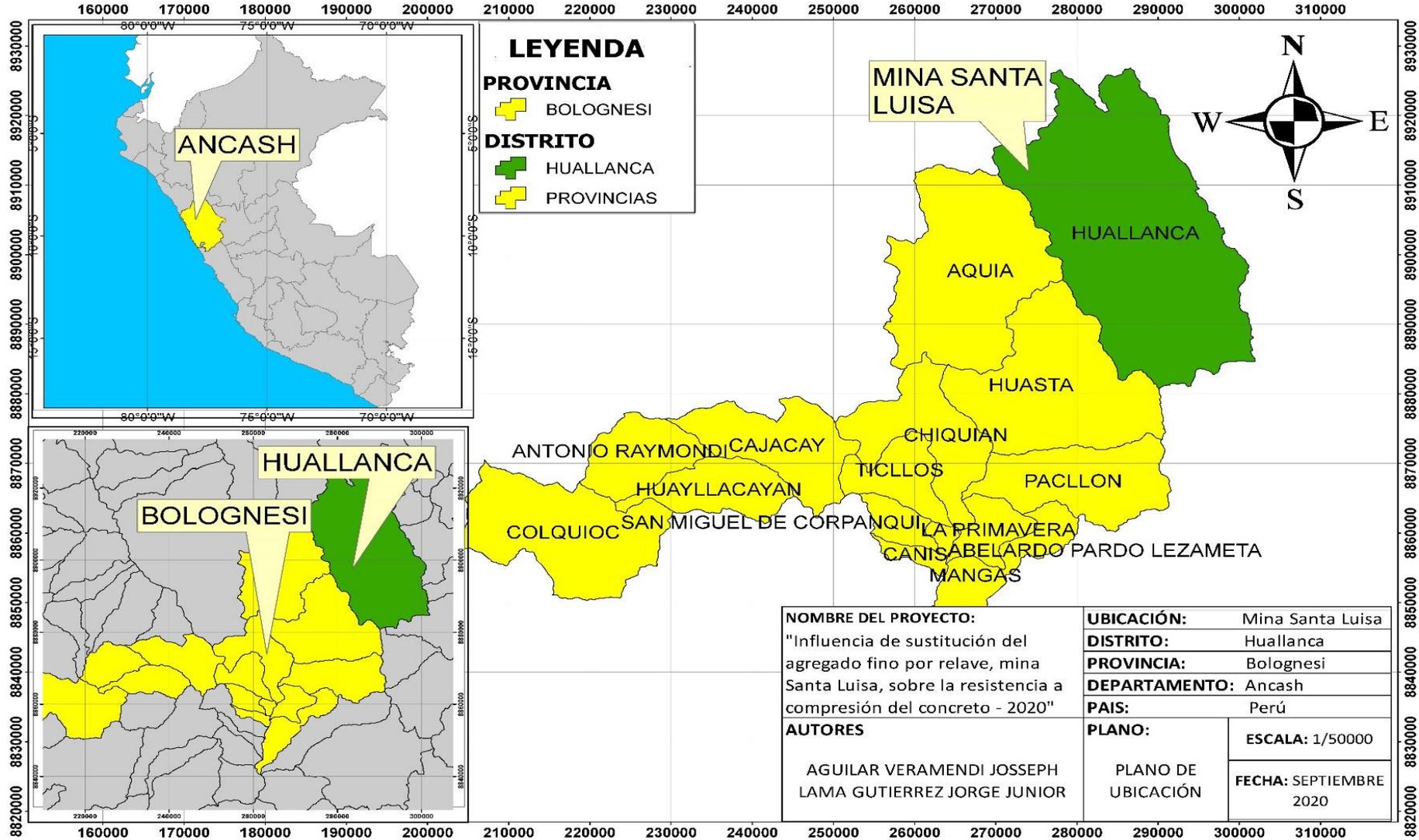


Foto 34: Falla tipo 5 (Rotura de lado)



Foto 33: Resistencia Obtenida Sustituyendo el 5% de relave a los 7 días P - 1(164 kg/cm²)

Anexo 20: Plano de Ubicación DEL LUGAR DE RECOLECCIÓN DEL RELAVE MINERO



Anexo 21: NTP 339.034

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.034
2008

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo
normalizado para la determinación de la resistencia a la
compresión del concreto, en muestras cilíndricas

CONCRETE . Standard Test method for Compressive Strength of cylindrical concrete specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C39/C39M-05e1
Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, Derecho de autor de
ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por
autorización de ASTM International

2008-01-02
3ª Edición

R.001-2008/INDECOPI-CRT. Publicada el 2008-01-25

Precio basado en 18 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Hormigón, concreto, resistencia, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas

Anexo 22: Guía para muestras de suelos – MINISTERIO DEL AMBIENTE

MINISTERIO DEL AMBIENTE
Vice Ministerio de Gestión Ambiental
Dirección General de Calidad Ambiental

GUÍA PARA MUESTREO DE SUELOS

En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de
Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

2014

FONDO EDITORIAL

Universidad César Vallejo

Referencias estilo ISO 690 y 690-2

Adaptación de la norma
de la International
Organization for
Standardization (ISO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO