



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Empleo de Relave Minero para Mejorar la Resistencia a la  
Compresión en Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , Ticapampa - Recuay  
Ancash - 2020”**

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

**AUTOR:**

Bach. Jhon Fernando, Mejía Zambrano (ORCID: 0000-0003-1912-1796)

**ASESOR:**

Ms. Ing. Gustavo Adolfo, Aybar Arriola (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

HUARAZ – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi padre Félix Mejía, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. A mi madre Norma Zambrano por su comprensión y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

A mis hermanos Yeny, Cesar y Henry por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en malos y buenos momentos de mi vida.

Para mi esposa Reyna, a ella especialmente le dedico esta Tesis. Por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es, ... porque la quiero. Es la persona que más directamente ha sufrido las consecuencias del trabajo realizado.

Para mi hija, Fernanda su nacimiento ha coincidido con el final de la Tesis. Ella es lo mejor que me ha pasado, y ha venido a este mundo para darme el último empujón para terminar el trabajo. Es sin duda mi referencia para el presente y para el futuro.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por protegerme durante mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A la “Universidad Cesar Vallejo” por permitir desarrollarme en el aspecto profesional y personal.

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional en mi educación y por el logro de mis metas.

A mi asesor de la presente investigación, quien dedicó parte de su tiempo para guiarme con el propósito de culminar la tesis de forma satisfactoria.

A mis amigos que me dieron su apoyo incondicional y desinteresado, a todas las personas que de una o de otra manera han colaborado con el desarrollo de la presente Investigación.

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenido.....	ii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vii
Índice de gráficos.....	vii
Resumen .....	ii
Abstract .....	ii
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. MARCO TEÓRICO.....	15
III. METODOLOGÍA .....	32
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	32
3.2. Variables y operacionalización.....	33
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	33
3.4. Instrumentos e técnicas de recolección de datos.....	34
3.5. Procedimientos.....	37
3.6. Tácticas de estudio de datos .....	84
3.7. Aspectos Éticos .....	84
IV. RESULTADOS.....	85
V. DISCUSIÓN .....	95
VI. CONCLUSIONES .....	101
VII. RECOMENDACIONES .....	103
REFERENCIAS .....	104
ANEXOS.....	108



## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Requisitos granulométricos para el agregado fino .....	21
<b>Tabla 2:</b> Límites Granulométricos para el Agregado Grueso .....	25
<b>Tabla 3:</b> Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso .....	27
<b>Tabla 4:</b> Clases de Mezcla Según su Asentamiento.....	30
<b>Tabla 5:</b> Relación entra la resistencia a la compresión del concreto en diferentes etapas y la resistencia a los 28 días.....	31
<b>Tabla 6.</b> Edades de Resistencia a la Compresión del Concreto .....	34
<b>Tabla 7.</b> Guía de Recolección de datos de Investigación .....	35
<b>Tabla 8.</b> Participante del juicio de expertos .....	36
<b>Tabla 9.</b> Procesamiento de casos y confiabilidad del instrumento .....	36
<b>Tabla 10.</b> Cálculo del Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	41
<b>Tabla 11.</b> Datos obtenidos en laboratorio para el cálculo del peso específico y absorción del agregado fino .....	44
<b>Tabla 12.</b> Resultados peso específico (gr/cm <sup>3</sup> ) y % de absorción del agregado fino.....	45
<b>Tabla 13.</b> Resultados del Peso Unitario Suelto del agregado fino .....	47
<b>Tabla 14.</b> Resultados del Peso Unitario Compactado del agregado fino.....	47
<b>Tabla 15.</b> Resultados de análisis granulométrico de agregado grueso .....	49
<b>Tabla 16.</b> Cálculo del Contenido de Humedad del Agregado Grueso .....	51
<b>Tabla 17.</b> Datos Obtenidos en Laboratorio para el Cálculo del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.....	54
<b>Tabla 18.</b> Resultados Peso específico (gr/cc) y % de Absorción del Agregado Grueso...54	
<b>Tabla 19.</b> Resultados del peso unitario suelto del agregado grueso .....	56
<b>Tabla 20.</b> Resultados del peso unitario compactado del agregado grueso. ....	57
<b>Tabla 21.</b> Análisis químico del relave minero utilizado.....	59
<b>Tabla 22.</b> Análisis químico del relave minero utilizado.....	59
<b>Tabla 23.</b> Análisis químico del relave minero utilizado.....	59
<b>Tabla 24.</b> Análisis químico del relave minero utilizado.....	59

<b>Tabla 25.</b> Características físicas y químicas del relave minero.....	59
<b>Tabla 26.</b> Características físicas de los materiales para el diseño.....	61
<b>Tabla 27.</b> Resistencia a la compresión promedio .....	61
<b>Tabla 28.</b> Volumen Unitario de agua .....	62
<b>Tabla 29.</b> Contenido de Aire atrapado .....	62
<b>Tabla 30.</b> Relación Agua - Cemento por Resistencia.....	63
<b>Tabla 31.</b> Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	64
<b>Tabla 32.</b> Resumen de materiales en peso .....	66
<b>Tabla 33.</b> Cálculo del estadístico de prueba $t_p$ para el concreto a una edad de 7 días....	72
<b>Tabla 34.</b> Decisión de la hipótesis $H_0$ con el $t_p$ para el concreto a 7 días de edad .....	74
<b>Tabla 35.</b> Resumen de análisis de datos con el estadístico $t$ de student .....	74
<b>Tabla 36.</b> Cálculo del estadístico de prueba $t_p$ para el concreto a una edad de 14 días..	77
<b>Tabla 37.</b> Decisión de la hipótesis $H_0$ con el $t_p$ para el concreto a 14 días de edad .....	78
<b>Tabla 38.</b> Resumen de análisis de datos con el estadístico $t$ de student .....	79
<b>Tabla 39.</b> Cálculo del estadístico de prueba $t_p$ para el concreto a una edad de 28 días .	81
<b>Tabla 40.</b> Decisión de la hipótesis $H_0$ con el $t_p$ para el concreto a 28 días de edad .....	83
<b>Tabla 41.</b> Resumen de análisis de datos con el estadístico $t$ de student .....	83
<b>Tabla 42.</b> Resultados Análisis de Difracción de Rayos "X .....	85
<b>Tabla 43.</b> Resistencia a la compresión 100%(Cemento)+0% (Relave Minero) .....	86
<b>Tabla 44.</b> Resistencia a la compresión 95%(Cemento)+5% (Relave Minero) .....	86
<b>Tabla 45.</b> Resistencia a la compresión 90%(Cemento)+10% (Relave Minero) .....	87
<b>Tabla 46.</b> Propiedades en estado fresco los 03 diseños patrón.....	92
<b>Tabla 47.</b> Resistencia a la compresión comparativa obtenido tomado $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .	93
<b>Tabla 48.</b> Resultados de la resistencia del concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ .....	97
<b>Tabla 49.</b> Resultados a la compresión promedio $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ .....	97
<b>Tabla 50.</b> Resultados de la resistencia promedio con adición de relave minero en porcentaje.....	100

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Curva envolvente para el agregado fino.....	21
<b>Figura 2.</b> Equipo de prueba de consistencia .....	29
<b>Figura 3.</b> Prueba de consistencia .....	30
<b>Figura 4.</b> Extracción de los Agregados de la Cantera del Rio Santa .....	38
<b>Figura 5.</b> Se observa el cuarteo del agregado fino .....	39
<b>Figura 6.</b> Curva granulométrica del agregado fino.....	40
<b>Figura 7.</b> Agregado fino en estado (SSS) después del apisonado.....	43
<b>Figura 8.</b> Sometiendo el agregado fino a la fiola .....	43
<b>Figura 9.</b> Enrasado y pesado del recipiente con la muestra para el cálculo del peso unitario suelto.....	46
<b>Figura 10.</b> Llenado del recipiente con el agregado.....	46
<b>Figura 11.</b> Gráfico de la Curva granulométrica del agregado grueso.....	49
<b>Figura 12.</b> Tamizado del agregado grueso.....	50
<b>Figura 13.</b> Se observa las cantidades retenidos del tamizado.....	50
<b>Figura 14.</b> Se observa cuarteo del agregado grueso.....	53
<b>Figura 15.</b> Se observa el pesado del agregado grueso en sss .....	53
<b>Figura 16.</b> Colocación del agregado grueso al recipiente para el cálculo del P.U. suelto y compactado .....	56
<b>Figura 17.</b> Extracción del relave minero .....	58
<b>Figura 18.</b> Ensayo para determinar peso específico del relave. ....	58
<b>Figura 19.</b> Evaluación de la Emisión de gases al momento de la combustión. ....	60
<b>Figura 20.</b> Mezclado del concreto de diseño .....	68
<b>Figura 21.</b> Moldes vaciados con concreto, para su posterior desencofrado luego de 24 horas de vaciado. ....	68
<b>Figura 22.</b> Curado de las Briquetas.....	69
<b>Figura 23.</b> Gráfica de la distribución t para $\alpha = 0.05$ y 4 grados de libertad.....	73

<b>Figura 24.</b> Gráfica de la distribución t para $\alpha = 0.05$ y 4 grados de libertad.....	78
<b>Figura 25.</b> Gráfica de la distribución t para $\alpha = 0.05$ y 4 grados de libertad.....	82
<b>Figura 26.</b> Rotura de briquetas de 4"x8" respectivamente.....	90
<b>Figura 27.</b> Discusión de Resultados.....	95

### Índice de gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Variación de resistencia a la compresión de los diseños patrón sin aditivo.....	87
<b>Gráfico 2.</b> Variación de resistencia a la compresión de los diseños patrón sin aditivo.....	88
<b>Gráfico 3.</b> Variación de resistencia a la compresión de los diseños patrón sin aditivo.....	89
<b>Gráfico 4.</b> Variación de asentamiento según porcentajes de relave minero .....	92
<b>Gráfico 5.</b> Comparación de la Resistencia a Compresión obtenidos para diferentes Porcentajes de Relave Minero. ....	93
<b>Gráfico 6.</b> Evolución de la Resistencia a Compresión obtenidos para diferentes porcentajes de relave minero. ....	94

## Resumen

En la presente tesis se obtuvo la composición química del relave minero a través del ensayo de Rayos X, su alcalinidad para determinar su pH y la debida sustitución al 5% y 10% por la combinación de relave minero, el cual se evaluó su posible reciclaje para el re-uso en obras civiles. La investigación fue de nivel explicativo con diseño experimental. La muestra consistió de 27 probetas: 9 para 0%, 9 para 5% y 9 para 10% de relave minero. La técnica utilizada fue la observación y como instrumento de registro de datos se contó con fichas técnicas del laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales. El proceso de datos se realizó con los programas Excel, SPSS; con respecto a la muestra patrón arrojó que existe evidencia estadística a un 95% de confianza que la resistencia con 5% y 10% de relave minero la cual arrojó que existe evidencia estadística a un 5% para 7, 14 y 28 días de curado y en 10% para 7,14 y 28 días. Se obtuvo la resistencia a la compresión de las Briquetas patrón para un  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y experimental con sustitución al 5% y 10% de cemento por relave minero. La prueba de alcalinidad del relave minero alcanzó un  $\text{pH} = 2.21$ ; moderadamente alcalino. Se concluye el relave minero se podría reutilizar como un sustituyente del cemento, pero con porcentajes menores al 5% y 10%.

**Palabras clave:** Relave minero, resistencia mecánica, compresión, concreto, tecnología de concreto.

## Abstract

In this thesis, the chemical composition of the mining tailings was obtained through the X-ray test, its alkalinity to determine its pH and the due substitution at 5% and 10% for the combination of mining tailings, which was evaluated for possible recycling for reuse in civil works. The investigation was of explanatory level with experimental design. The sample consisted of 27 specimens: 9 for 0%, 9 for 5%, and 9 for 10% mine tailings. The technique used was observation and as a data recording instrument there were technical sheets from the soil mechanics laboratory and materials testing. The data processing was carried out with the Excel, SPSS; Regarding the standard sample, it showed that there is statistical evidence at 95% confidence that the resistance with 5% and 10% of mining tailings, which showed that there is statistical evidence at 5% for 7, 14 and 28 days of curing and by 10% for 7, 14 and 28 days. The compressive strength of the standard briquettes was obtained for an  $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$  and experimental with substitution of 5% and 10% of cement by mining tailings. The alkalinity test of the mining tailings reached a  $\text{pH} = 2.21$ ; moderately alkaline. It is concluded that the mining tailings could be reused as a substitute for cement, but with percentages lower than 5% and 10%.

**Keywords:** Mining tailings, mechanical strength, compression, concrete, concrete technology.

## I. INTRODUCCIÓN

Las minerías son industrias que producen gran demanda de minerales donde estos se vuelven en recursos económicos para trasladarlos a zonas rurales alejadas para construir proyectos de gran envergadura como son: saneamiento, canales de riego, postas de salud, centros educativos, etc. Estos proyectos de inversión generan a la vez puestos de trabajo para los pobladores de las intervenciones, donde surgen servicios a las localidades vecinas en los yacimientos y por ende a las pobladoras de los gobiernos regionales y el país. A su vez es uno de los sectores donde surgen modificaciones químicas de residuos peligrosos las cuales genera contaminación del medio ambiente por lo que son ubicados en canchas o pozas donde buscan que se consolide y se compacte por capas. El mundo actual existe varios dilemas ecológicos por las minerías por no presentar disposiciones para su acopio y tratamiento adecuado de los subproductos procesados comúnmente denominados relaves. Cabe señalar específicamente el depósito de relave minero de ticapampa, donde su ubicación limita a las orillas del rio santa, la contaminación se genera directamente a los tributarios del agua la cual ocurre por el lavado del relave minero o del suelo contaminado. El rio santa es uno de tributarios ubicados en la región Áncash, donde atraviesa varias ciudades cuyo desarrollo de diferentes actividades humanas como son la ganadería, agricultura, en todo el recorrido de la ribera del rio existen centros poblados, caseríos y anexos que utilizan el agua ya sea para uso humano, para su riego a la vez para sus sembríos alimentados por las aguas del rio santa. En las últimas décadas, los materiales de construcción lograron avances considerables, y los países en desarrollo han desarrollado vigorosamente tecnologías que les permiten utilizar recursos naturales para la construcción. Por tanto, el relave minero sería de gran aporte para poder optimizar el cemento por relave minero en porcentajes y así poder ser empleados en la construcción.

En la ciudad de Ticapampa – Ancash, en los últimos años ha crecido las obras por parte de la población tales como: construcciones, mejoramiento y ampliación, rehabilitación, etc. Por lo que el concreto es esencial y los materiales a emplear, en la región de Ancash existen varias minerías activas, donde una de ellas es relavera de ticapampa de donde se extrajo el relave minero para efectuar revolver el hormigón en distintas proporciones de Clinker por relave y cotejar los efectos hallados con un concreto patrón, teniendo como fin un análisis de comparación del esfuerzo a la presión  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ , con las sustituciones mencionadas y obtendremos los resultados haciendo el uso de los laboratorios.

En el siguiente análisis del relave minero y cemento portland tipo I, esta última es la más usada y comercializada en nuestra ciudad, al analizar las resistencias patrón y con sustitución en porcentaje con respecto al cemento estamos aclarando las dudas que existen para la comparación a la resistencia al aplastamiento de la estructura, este modo cumplirá con los estándares nacionales la cual se realizarán mediante ensayos de laboratorio, por lo que se formula la siguiente cuestión general:

¿De qué manera influirá el relave minero en la mejora de la resistencia a la Compresión en Concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ , Ticapampa – Recuay - Ancash – 2020?

Del problema general, se desglosan los siguientes problemas específicos:

¿Cuáles serán las propiedades físico-químico del relave minero a utilizar en el mejoramiento de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$ ?

¿Cuál será la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$ ?

¿Cuál será la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$  con sustitución en peso del cemento portland tipo I por relave minero en proporciones de 5% y 10%?



¿El uso del relave minero en la elaboración del concreto de resistencia  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  no generará problemas a la salud y el medio ambiente?

Así mismo, en la presente investigación tiene como justificación según lo aplicación donde se va a mejorar y satisfacer las interrogantes con respecto al empleo de relave minero para acrecentar la fuerza a la compresión del diseño y dar como producto un nuevo recurso para la construcción que cumpla con los parámetros establecidos. Así mismo se tiene la justificación técnica en la diferente construcción civiles la cual requiere concretos de excelente calidad a la resistencia por lo que se realizara la comparación de un concreto director y agregando desecho minero porcentualmente con respecto al cemento.

Además, metodológicamente para la selección de información para la presente investigación se usará el tipo de metodología aplicada, experimental, se aplicará diversos procedimientos técnicos y por ende ser modelo de investigación futura relacionada a la investigación.

Igualmente, se tiene la justificación teórica, practica, cuantitativa y académica de tal modo se podrá conocer si la sustitución de relave minero con respecto al cemento influirá en la resistencia del concreto la cual ayudará optimizar el cemento en las construcciones futuras eligiendo el concreto con mayor resistencia.

Por otro lado, se tiene como objetivo general:

Determinar la influencia del empleo de relave minero en el mejoramiento de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , Ticapampa – Recuay – Ancash.

fundamentando las preguntas específicas, se propusieron los próximos objetivos específicos

Determinar las propiedades físico-químico del relave minero a utilizar en el mejoramiento de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ,

Determinar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución en peso del cemento portland tipo I por relave minero en proporciones de 5% y 10%.

Determinar que el uso del relave minero en la elaboración del concreto de resistencia  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  no generará problemas con la salud y el medio ambiente.

De acuerdo a la elaboración del problema y objetivo se planteó la siguiente hipótesis:

Si se emplea 5% y 10% de relave minero, en reemplazo del cemento; entonces se obtendrá una mayor resistencia a la compresión del concreto.

Por tal razón la zozobra de esbozar la tesis de Empleo de Relave Minero para Mejorar la resistencia a la compresión en concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , Ticapampa – Recuay- Áncash - 2020, la cual busca dar uso alternativo al relave minero, de mejorar la resistencia de este último, mitigar la contaminación ambiental generada por el relave minero de las canchas relave pasivas de minerales de ticapampa.

## II. MARCO TEÓRICO

Mediante el proceso de desarrollo de la investigación se ha encontrado algunos temas relacionados al tema, de los antecedentes a nivel nacional señalan lo siguiente:

(Ledesma Wenceslao, 2018), En su tesis titulada "Propuso para desarrollar el tratamiento de la relavera de Quiulacocha-Pasco para su Remediación Ambiental, demostrada en prácticas triunfantes en Empresas Mineras" fijo como objetivo plantear determinar las medidas favorables a su propuesta del tratamiento del depósito de Quiulacocha- Pasco para su remediación ambiental, por lo que llego a la conclusión realizar el método de encapsulamiento con geomembrana y cubierta vegetal con el fin de remediar el ambiente en base a experiencias favorables, por lo que favorecerá positivamente en su restauración ambiental, para transformarlos en áreas mejoradas, trayendo consigo beneficios ambientales, de salud, sociales y económicos. De este modo; Parí (2017), manifiesta en la tesis titulada "Efectos de los desechos mineros en la Calidad del Agua del Río Ananea – Puno" el objetivo planteado para actividad minera que se realiza aledaño al río Ananea ocasiona la contaminación (con metales pesados) de sus aguas, lo cual tiene efectos negativos en los protocolos de vida de las personas aledaña al río, al acomodar la metodología efectiva se llegó a la terminación se desprende donde la población afectada al área de estudio y los resultados obtenidos de laboratorio se afirma los efectos que viene ocasionando la contaminación minera, lo cual viene degradando de manera alarmante la vida en esta parte de la micro cuenca y por lo mismo la población afectada se ve obligada a dejar sus tierras y buscar otras alternativas.

(Caceres Pachari, y otros, 2017), En su Tesis dijo: "Peritaje de mezclas de concreto  $f'c=175, 210$  Y  $245 \text{ Kg/cm}^2$  con relave, distrito de Ananea - Putina - Puno, 2017 ". Se propuso el siguiente objetivo: definir la influencia del relave minero en el diseño de mezcla de concreto  $175, 210$  y  $245 \text{ Kg/cm}^2$  y

optimización de costo en la elaboración del concreto, en el distrito de Ananea, Provincia de Putina – Puno, y se obtuvieron los siguientes resultados: <sup>1</sup>Según estos resultados se puede ver que al incluir el relave minero a las mezclas si mejoró la trabajabilidad, por el contrario se obtuvieron mayores; esto se debe a que el reemplazo del relave minero se realizó en peso, y al tener el relave minero con una densidad menor a la del cemento se tuvo un mayor volumen de cementantes. <sup>2</sup>Incorporando relave minero en porcentajes de 3%, 6% y 9% con respecto al peso del cemento, la resistencia a la compresión es inferior al concreto normal, en todos los grupos de control; Se ha logrado demostrar que el concreto con adición de relaves mineros disminuye el costo de producción.

(Rashuaman Benito, y otros, 2015), en su tesis, afirmó: “Se agregó el esbozo de la mezcla de hormigón 175kg, la instalación en relaves 09-Achilla-Cochaccasa en la provincia de Lierke-Huancavelica, Angararis. Realizar tráfico ligero (método ACI)”. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica. Se proponen las siguientes metas: utilizar relaves mineros  $f'c = 175\text{kg} / \text{cm}^2$  en el bosquejo de mezclas de diseño, realizar tráfico de carga liviana sin afectar el medio ambiente, reducir la contaminación y reducir los costos de preparación del concreto. Distrito de Lircay-Huancavelica, Provincia de Angaraes, y obtuvo los siguientes resultados: El fruto del esfuerzo a la carga estándar obtenida es que se utilizan 7,306 sacos de cemento en el concreto de 1.00 m<sup>3</sup>, y se obtiene el esfuerzo al aplastamiento de 179.69 a 28 días, que es equivalente al 102,68%. Cuando se agregan relaves de minería al diseño de la mezcla obtenida, se utilizan 6.131 sacos de cemento en concreto de 1.00M<sup>3</sup>, y la resistencia a la fuerza obtenida en los 28 días es de 173.95, lo equivalente a 99.40%.

(Anicama Acosta , 2010), Se denomina en su tesis: "Estudio experimental sobre el aprovechamiento de los residuos generados en el proceso minero en la aplicación práctica de productos cementeros". Universidad Católica del Perú, Lima. Se planteó el siguiente objetivo: <sup>1</sup> En un conjunto de 3 muestras de relaves mineros, se verificó la factibilidad de usarlos en concreto a través

de pruebas experimentales; <sup>2</sup>Propuso sugerencias de aplicación práctica para el concreto descubierto; se puede usar para personas cercanas a las operaciones mineras, y tiene los siguientes resultados experimentales: Relaves de minería en tres unidades de relaves: Relaves MWH, Relaves Andaychagua y Relaves Pallancata. Realizan investigación y ensayo de materiales relacionados (áridos, cemento, relaves), ensayo de hormigón en forma relente y endurecido.

De acuerdo con el porcentaje de reemplazo de cemento en cada relave, se hizo cuidadosamente concreto estándar y tres muestras de concreto, y se agregaron relaves de minería. Para estos diseños, los porcentajes de reemplazo seleccionados fueron 10%, 15%, 20% y 25%, respectivamente, lo que resultó en comportamientos, respectivamente. El hormigón se somete a la energía al prensamiento axial del hormigón. Ningún esbozo iguala a la resistencia del hormigón estándar. El hormigón más cercano es el diseño MWH con 10% (88,17%) y Andaychagua con 10% (86,31%). Estos valores están muy próximos al hormigón estándar, pudiendo decirse que en ambos casos se alcanza el 90% de la resistencia del hormigón estándar.

Luego de determinar el puntaje para cada diseño de mezcla, se puede observar que el concreto de mejor desempeño es GA-ANDAY (10%), que es un tipo de cemento en el que los relaves de Andaychagua reemplazan el 10% del peso del cemento.

Finalmente, el autor concluye que comparando el diseño de GA-ANDAY (25%), se pueden obtener 100kg/cm<sup>2</sup> con solo 189,5kg de cemento. Según el habito de UNICON, para alcanzar un esfuerzo de 100kg/cm<sup>2</sup> utilizan 210kg/cm<sup>2</sup> de Clinker, ahorramos 20,5kg/m<sup>3</sup> de cemento, donde equivale a \$ 2,83/m<sup>3</sup>. lo demostrado para el hormigón de diminuta resistencia se puede ahorrar grandes cantidades de Clinker.

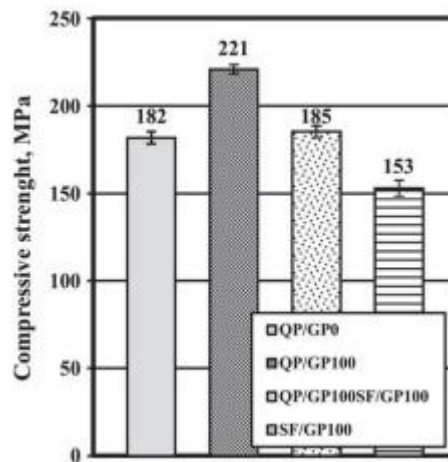
A nivel Internacional, (Amin Salvador , 2016), En su trabajo titulada: "Caracterizar y determinar las propiedades cementantes de la escoria de cobre utilizada para la construcción en la demarcación Atacama de Chile en la sociedad XIX". Universidad Politécnica de Valencia. Se determinaron los

siguientes objetivos: se determinó la factibilidad de utilizar escoria de cobre del siglo XIX como agregado en la construcción y se obtuvieron los siguientes resultados: En general, podemos decir que la escoria alcalina activada tiene una retención de pH4 de media a alta. Utilizado para pH7. Esto significa que la aplicación de estas escorias no provocará impactos ambientales adversos sobre la lixiviación. El segundo resultado es que la investigación de esta tesis doctoral muestra que la escoria del siglo XIX tiene propiedades de consolidación y capacidad de fijación de metales pesados, lo que indica que pueden ser utilizados como nuevos materiales para la construcción civil.

(Oyarzun, Ivan;, 2013), En su tesis denominada: "Influencia de las Escorias de Cobre en la Fabricación de Hormigón". Universidad Austral de Chile, Valdivia. Se establecieron los siguientes objetivos: Elaborar una revisión bibliográfica que muestre el desarrollo de la producción de concreto de escoria de cobre, con foco en encontrar formas específicas de aplicaciones técnicas que ayuden a reducir una gran cantidad de residuos y obtener un impacto significativo al medio ambiente. Los resultados son los siguientes: A nivel internacional, se han realizado investigaciones exhaustivas sobre el uso de escoria de cobre en el hormigón. Sin embargo, a nivel nacional se han realizado algunos estudios sobre la incorporación de escoria de cobre, y estos estudios han analizado aspectos generales. Dejando a un lado parámetros como el material de formación o el contenido amorfo del material, estos parámetros pueden distinguir la escoria para que el material se oriente eficazmente y se maximice su rendimiento. Además, se ha ignorado el alto contenido de sílice (que en algunos casos puede ser más reactivo que en otros). De esta manera, la investigación realizada no puede satisfacer el uso correcto de la escoria de cobre, y la escoria de cobre debe usarse adecuadamente en concreto y usarse en ingeniería civil.

(Vaitkevičius, y otros, 2014), desarrollaron la presente investigación en el 2014, donde trata sobre el uso de vidrio molido en un cemento con adición de polvo de cuarzo y micro sílice. El objetivo principal es diseñar un Ultra High Performance Concrete (UHPC) es utilizar este material y determinar la

cantidad óptima para que obtenga mejores características mecánicas. Donde se determinó que la mejor combinación es en reemplazar el 100% del polvo de cuarzo por polvo de vidrio, donde se concluye que sí existe una mejora en las propiedades del concreto cuando se añade polvo de vidrio como adición al cemento. En la Figura se comparan las mezclas con diferentes cantidades de polvo de vidrio.



**Fuente:** Vaitkevičius, V., Šerelis, E., & Hilbig, H (2014).

**El concreto**, según (Parker, 1982), “El concreto es un agregado de piedra artificial que se crea mediante mezcla de una pasta de Clinker y agua, se combina física - químicamente y forma un sólido similar a la piedra cuando endurece” (p.21).

**Cemento portland tipo I**, de acuerdo con (Ortega, 2014) el cemento es un aglomerante que se forma mezclando uniendo áridos inertes lo cual surge como producto de una masa sólida que cumple con características y propiedades diferentes, para satisfacer a diferentes propósitos constructivos. (p.13)

De acuerdo con (Giraldo, 1987) es un ingrediente genérico que posee la posesión de unir fragmentos sólidos que individuales para formar una serie de reacciones entre sus propiedades de dichos materiales ayudado comúnmente con el agua.

**Agua,** Según (Abanto, 2009) el “Agua es la principal sustancia que debe utilizarse en la producción de hormigón, debe basarse en la aplicabilidad del agua potable como principal referencia debe de ser verificado de acuerdo a las estipulaciones de la norma NTP 334.088” (p.21).

Para la preparación del hormigón, el ingrediente básico a mezclar es el agua, la cual debe estar libre de sustancias nocivas, aceites y otros materiales orgánicos que no afecten el desempeño del hormigón. (Parker, 1982)

**Relave,** Los relaves mineros compensan los residuos generados durante el proceso de concentración de minerales, los lodos están compuestos por lodos, que contienen una gran cantidad de depósitos minerales depositados en una pequeña cantidad de rocas inertes e inertes. Los lodos de relaves están compuestos por varios elementos químicos y compuestos producidos durante el proceso minero.

**Agregado,** El agregado es básicamente producto de la descomposición de materiales finos y gruesos, por lo que este elemento natural representa del 70% al 75% de la masa obtenida al combinar estos reactivos para la construcción. (Ortega, 2014)

**Agregado Fino,** según (Abanto, 2009) “los agregados finos se consideran arena de tamaño fino o piedras naturales finamente divididas que pasan a través de un tamiz de 3/8 de pulgada (9,52 mm) y se retienen en un tamiz No. 200 (0,074 mm) de acuerdo con NTP 400,037” (p.23)

**Granulometría,** Según el Código Nacional de Edificación, estipula que el volumen de partícula de arena es la distribución de tamaño de partículas separadas en diferentes rejillas normalizadas según la norma ASTM, clasificadas como N ° s 4, 8, 16, 30, 50 y 100. (Abanto, 2009 pág. 24).



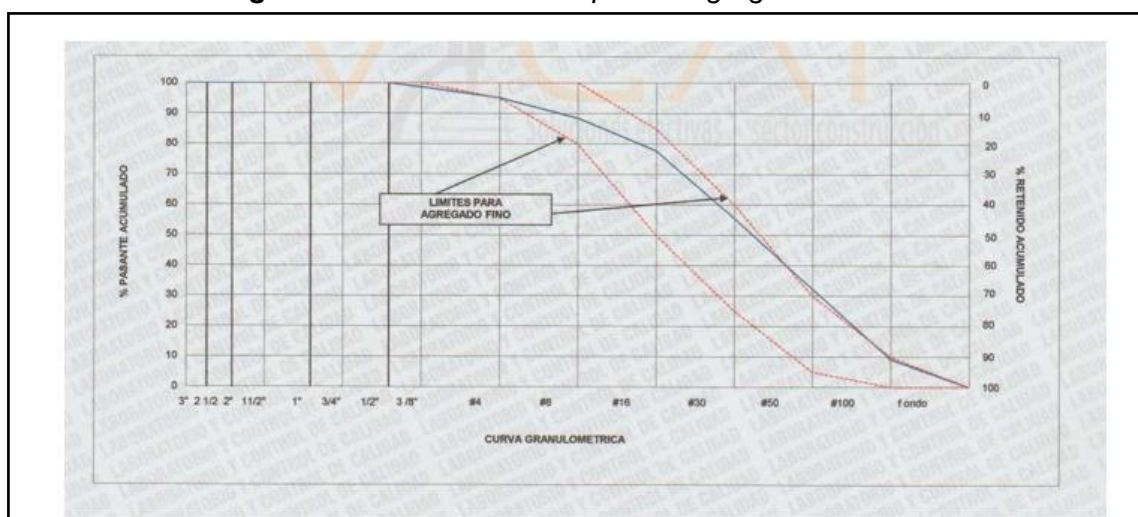
**Tabla 1:** Requisitos granulométricos para el compuesto fino

TAMIZ MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
9.5mm (3/8")	100
4.75mm(N°4)	95 a 100
2.36mm(N°8)	80 a 100
1.18mm(N°16)	50 a 85
600µm(N°30)	25 a 60
300µm(N°50)	05 a 30
150µm(N°100)	0 a 10

**Fuente:** Elaboración propia,2021

La figura 1, ilustra la curva líneas abajo:

**Figura 1:** Curva envolvente para el agregado fino



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Módulo de Finura**, Según Código Nacional de Edificación, estipula que la partícula de arena es el reparto de dimensión en las partículas separadas en diferentes rejillas normalizadas según la norma ASTM, clasificadas como N ° s 4, 8, 16, 30, 50 y 100.3",1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividida entre 100. (Abanto, 2009 pág. 28)

$$MF = \frac{\%retenido\ acumulado}{100}$$

**Peso Específico (NTP 400.022)**, Es un ensayo donde nos permite decretar la gravedad específica (densidad); gravedad fijada saturada en la superficie seca, la gravedad delimitada y tasa de absorción de agregado fino después de un día en agua.

$$P. e. s = \frac{W_s}{(W_m - V)}$$

### **Peso específico aparente**

$$P. e. a = \frac{W_s}{(W_m - V) - (W_{sss} - W_s)}$$

### **Absorción**

$$\%Abs = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s} \times 100$$

**Peso unitario (NTP 400.017)**, también conocido como peso aparente nos permite determinar volumen unitario, donde se ve afectado por la gravedad específica, el tamaño de partícula, el perfil y textura de la superficie, el radio de humedad y factores relacionados con el volumen (Calla, 2013). Se puede clasificar en dos grupos donde se menciona a prosecución:

- **Peso unitario suelto**, Esta prueba permite determinar el peso del agregado llenando el agregado en un contenedor de volumen unitario, donde el volumen unitario es el agregado y el agujero correspondiente. Utilice el peso obtenido y analícelo para convertirlo de peso en volumen

$$P. U. S = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

- **Peso unitario compactado**, Esta prueba relacionada con la sustancia del material apisonado con el volumen del contenedor la cual nos permite precisar el grado en compactación del ingrediente en su estado natural. Por lo tanto, en relación con el peso unitario suelto, cuando se compactan, diferentes agregados naturales tienen diferentes relaciones de peso unitario.

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

**Agregado grueso;** (Abanto, 2009) afirma que es el material mantenido en el filtro # 4 (4.75 mm), el cual puede ser desintegrado con natural o mecánicamente de la piedra, el cual se ejecuta con lo establecidos por la normativa (p. 26)

Por lo que el agregado grueso se clasifica en los siguientes recursos naturales:

**Gravas**, (Abanto, 2009) origina el concepto de la siguiente forma: son diminutos fragmentos de piedras, desintegración natural de las rocas por las heladas, y están expuestos a estos elementos naturales y otros factores externos, habitualmente presentes en las canteras de producto natural del cauce de los ríos, cada fragmento se pierde sus bordes afilados están redondeados.

**Piedra Partida o Chancada**, denominada al material grueso que se obtiene triturando manualmente de la grava. Como agregado grueso, se utiliza el tipo de piedra agrietada la cual debe de estar limpia y duradera.

Su empleo primordial es aumentar la dimensión y soportar su propio esfuerzo. Las pruebas muestran que el canto triturado es fuerte al hormigón hecho de adoquines. (Abanto, 2009 pág. 26) En este levantamiento se utilizaron agregados gruesos de la cantera "Río Santa"- Huaraz.

**Granulometría NTP 400.012**, También conocido como análisis del tamaño de partículas, es una exhibición numeral de la repartición del volumen de las pizcas de tamaño. El agregado se encuentra en el eje principal del analizador de tamaño de partículas, se puede ajustar separando el material a través de la pantalla intermedia en una proporción adecuada. Es muy importante que la curva no esté fuera del eje principal de tamaño de grano. Lo importante es si la combinación es conforme, porque es el factor final el que determina el resultado de la mezcla. Por esta razón, es mejor no estar desfasado con el eje principal de tamaño de grano. (Calla, 2013)

**Limites Granulométricos**, de acuerdo con la Tabla 2, se introduce en detalle el límite de tamaño de partícula (husillos) del agregado grueso recomendado por NTP 400.037 y se observan 15 límites de tamaño de partícula.

**Tabla 2. Límites granulométricos para el agregado grueso**

Nº ASTM	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100mm (4 Pulg)	90mm (3 ½ Pulg)	75mm (3 Pulg)	63mm (2 ½ Pulg)	50mm (2 Pulg)	37,5mm (1 ½ Pulg)	25mm (1 Pulg)	19mm (¾ Pulg)	12,5mm (½ Pulg)	9,5mm (3/8 Pulg)	4,75mm (Nº 4)	2,36mm (Nº 8)	1,18mm (Nº 16)	4,75µm (Nº 50)
1	90mm a 37.5mm (3½ Pulg a 1½ Pulg)	100	90 a 100	0	25 a 60	0	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0	0
2	63mm a 37.5mm (2½ Pulg a 1½ Pulg)	0	0	100	9 a 100	35 a 70	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0	0
3	50mm a 25mm (2 Pulg a 1 Pulg)	0	0	0	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0	0
357	50mm a 4.75mm (2 Pulg a Nº4)	0	0	0	100	95 a 100	0	35 a 70	0	10 a 30	0	0 a 5	0	0	0
4	37.5mm a 19mm (1½ Pulg a ¾Pulg)	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0	0 a 5	0	0	0	0
467	37.5mm a 4.75mm (1½ Pulg a Nº4)	0	0	0	0	100	95 a 100	0	35 a 70	0	10 a 30	0 a 5	0	0	0
5	25mm a 12.5mm (1 Pulg a ½ Pulg)	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	0	0	0	0
56	25mm a 9.5mm (1 Pulg a 3/8 Pulg)	0	0	0	0	0	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	0	0	0
57	25mm a 4.75mm (1 Pulg a Nº4)	0	0	0	0	0	100	95 a 100	0	25 a 60	0	0 a 10	0 a 5	0	0
6	19mm a 9.5mm (¾Pulg a 3/8 Pulg)	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	0	0	0
67	19mm a 4.75mm (¾Pulg a Nº4)	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	0	20 a 55	0 a 10	0 a 5	0	0
7	12.5mm a 4.75mm (½ Pulg a Nº4)	0	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	0	0
8	9.5mm a 2.36mm (3/8 Pulg a Nº8)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	0
89	9.5mm a 1.18mm (3/8 Pulg a Nº16)	0	0	0	0	0	0	0	0	100	90 a 100	20 a 35	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75mm a 1.18mm (Nº4 a Nº16)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

**Fuente:** Norma Técnica Peruana

**Tamaño Máximo**, según la normativa peruana, se precisa que el tamaño del grano grueso es "*correspondiente al tamiz más pequeño por el que se introduce a toda la muestra de grano grueso*". Por otro lado (Quevedo , 2013). Define al agregado grueso como la dimensión de la malla que permite pasar todos los agregados de dimensión máxima.

**T°M° Nominal**, el estatuto peruano, se aclara a la dimensión del agregado grueso como "*correspondiente al tamiz más pequeño de lo utilizado para producir el retenido*".

El calibre nominal máximo del agregado es la grandeza del orificio del tamiz que produce el agregado por primera vez.

De acuerdo con la norma técnica E.060 para estructuras de hormigón, el volumen nominal no debe ser mayor que cualquiera a los siguientes:

- Un quinto del espacio más pequeño entre los dos lados de la plantilla. segundo.
- El tercio superior de una placa (si aplica).
- Tres cuartos del firmamento autónomo minúsculo entre palancas de acero simple, haces de acero, haces de acero simples, haces de acero o conductos. Si el método de trabajabilidad y compactación muestra que el hormigón se puede colocar sin vacíos o "fragmentación", estas restricciones pueden no aplicarse.

**Diferencia entre el Tamaño Máximo y T° M° Nominal**, mejor discernir entre la magnitud efectiva y el tamaño efectivo máximo.

El primero se identifica como la rejilla con la abertura más pequeña, y cuando la colección se tamiza secuencialmente en rejillas con aberturas que aumentan gradualmente, todas las partículas de la colección realmente pasan a través de la rejilla. Al analizar muestras representativas de depósitos naturales mediante análisis de tamaño de partícula, es necesario determinar el tamaño máximo de depósito para comprender el tamaño máximo de depósito entre los depósitos que se están estudiando. El control es una medida de comprobar básicamente en el proceso de suministro de árido grueso clasificado (antes de su uso en la producción de hormigón) para

evitar la incorporación de partículas mayores al rango permitido, lo que puede provocar su preparación, manipulación y procesamiento.

El T°M°N la especificación de agregado es la dimensión requerida para el hormigón de cada elemento estructural especificada, se aclara acuerdo a varias apariencias, tanto la geometría y las particularidades de refuerzo en la estructura, los escalones utilizados y la colocación del hormigón del equipo, y el hormigón requerido. Nivel de resistencia mecánica, etc. Dado que es difícil asegurar un tamaño de partícula máximo exacto en el proceso de clasificación y suministro de agregados gruesos, generalmente se otorga una tolerancia dimensional del tamaño de partícula máximo nominal.

De tal manera, no es suficiente especificar solo el tamaño nominal máximo, y no es posible especificar el tamaño efectivo máximo permitido y la relación máxima permisible de partículas entre el tamaño nominal y efectivo, el tamaño de las partículas constituyentes. (Gómez , 2009)

**Tabla 3:** Porción diminuta de la muestra de agregado grueso

<b>Tamaño Máximo Nominal</b>	<b>Cantidad de la Muestra de Ensayo</b>
Aberturas cuadradas	Mínimo
mm(pulg)	Kg (Lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19 (3/4)	5 (11)
25 (1)	10 (22)
37.5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

**Fuente:** Norma Técnica Peruana

**Módulo de Fineza**, para (Abanto, 2009) manifiesta que es un índice aproximado del volumen promedio del agregado. Cuando el registro es menudo, significa que el total es bueno; cuando el índice es elevado, significa lo adverso. La medida de finura no puede distinguir el tamaño

de partícula, pero si el agregado está dentro del porcentaje especificado por el estándar de tamaño de partícula, se puede controlar su uniformidad. Del mismo modo el mismo autor menciona que el tipo de finura del material grueso será menor la arena, y el estándar utilizado para el cálculo es el mismo que el de la arena, es decir, sumarlo al porcentaje de retención acumulativo del tamiz: 3 pulgadas, 1 1/2 ", 3/4", 3/8 ", # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100 dividido por 100.

**Contenido de Humedad**, es definida como el aumento del líquido del material en su forma originaria, esto trasciende por cambiar el nexa agua / cemento en el planteamiento de la composición, afectando la energía y cualidades al hormigón.

$$\text{Contenido de Humedad del A. Grueso} = \frac{(\text{Peso Humedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

La evolución del cálculo del contenido de humedecimiento es semejante al del adherido fino.

**Peso Específico**, la gravedad específica del natural grueso es la proporción al peso dividido al volumen absoluto. Es utilizada para deducción de mezclas y medir la proporción. La gravedad específica del agregado ordinario varía de 2500 a 2750 kg / m<sup>3</sup>. (Tufino, 2009).

**Absorción**, se deduce el contenido de remojo interna del material en condiciones de saturación superficial seca. Por otro lado (Rivva, 2007), define a la absorción como la amplitud de mitigar el espacio del agua de los agregados a utilizarse de donde depende del aumento del peso seco del horno.

El porcentaje está determinado por la siguiente igualdad:

$$\% \text{ de Absorción del Agregado Grueso} = \frac{B - A}{A} \times 100$$



Por ende:

- La sustancia de la muestra seca (gr)
- El peso saturado superficialmente seca (gr)

**Peso Unitario**, también denominado carga volumétrica del agregado, en una determinada unidad de volumen. Suele manifestarse en kilos por m<sup>3</sup> de material. Este valor es necesario para materiales leves o pesados, cuando se vierte concreto en lotes por volumen.

Con la misma composición mineralógica y tamaño de partícula, los agregados redondos con textura suave generalmente tienen una masa unitaria alta con contornos angulares y estructura rugosa. (Rivva, 2007).

El procedimiento de aflojamiento o compactación de peso unitario del material grueso al mismo del agregado fino.

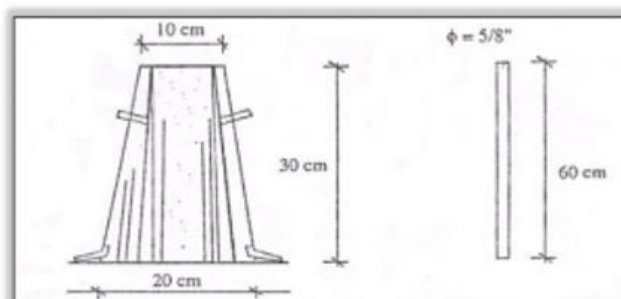
### Concreto en Estado Fresco

(Abanto, 2009, p. 47) hace vigor en los siguientes parámetros pragmáticos.

**Trabajabilidad**, es definido como presentación del concreto en estado fresco” para su posterior mezclado, colocado y culminación sin segregación y exudación durante los procesos. **Consistencia**, definida por el grado de humedeciendo de la mezcla la cual depende del agua empleada.

**Ensayo de consistencia del concreto**, reconocida también como slump es sustancial donde nos permite determinar el comportamiento de la pasta en estado fresco por lo que se utilizara el ensayo establecido por Duft Abrahams de acuerdo con ASTM C 143. (Abanto, 2009, p. 47)

**Figura 2.** Instrumento de consistencia



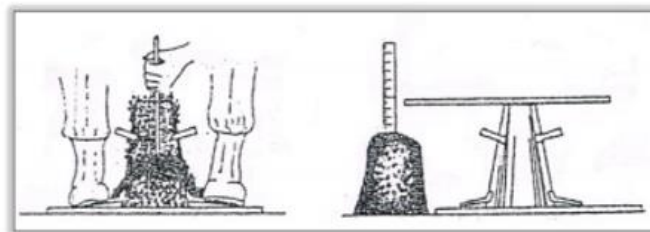
**Fuente:** Abanto Castillo, “Tecnología del concreto”

**Actuación**, instalar la tara sobre un área llana, húmeda y manténgalo estacionario pisando el dissipador de calor. En seguida desparrame una película de concreto hasta un 1/3 del volumen. Apisonar con una varilla unas 25 pasadas, distribuidas uniformemente.

En seguida use el mismo procedimiento para ubicar las otras dos capas en 1/3 del volumen y combine para que la barra de acero discierna en la siguiente capa.

La tercera capa debe llenarse y luego enjuagarse al final de la fusión. Llene y enjuague el molde, luego lentamente y con cuidado levántelo verticalmente.

**Figura 3.** Ensayo de consistencia



**Fuente:** Flavio Castillo, "Tecnología del concreto"

En la tabla 4 se muestra las clases de mezclas según su asentamiento en estado fresco:

### Estado del concreto endurecido

**Tabla 4:** Mezclas según asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
<b>Seca</b>	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración Normal
<b>Plástica</b>	3" a 4"	Trabajable	Vibración Ligera
<b>Fluida</b>	Mayor a 5"	Muy Trabajable	Chuseado

**Fuente:** Abanto Castillo, "Tecnología del Concreto"

**Resistencia a la Compresión**, la mezcla endurecida corresponde a la tercera vida del hormigón, en la reacción del grado de hidratación entre las lechadas de cemento, y las lechadas de cemento mantienen unidas las partículas de agregado. (Lucas, 2009)

Para el siguiente ensayo de los aglomerados cilíndricos se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$f'c = \frac{P}{A} \left( \frac{kg}{cm^2} \right); A = \frac{\pi \phi^2}{4}$$

Los moldes utilizados para hacer estos compactos de hormigón deben ser materiales Impermeable, no absorbente, no reacciona con el cemento. El molde estándar está hecho de acero 39. Al final, están hechos de plástico duro, hojalata y cartón encerado.

**Proceso de desarrollo del esfuerzo a compresión**, para conseguir un concreto de alta calidad, inmediatamente de mezclar en la etapa inicial de endurecimiento, se requiere un curado adecuado.

La Tabla 5 nos indica el esfuerzo del hormigón definitiva a los 28 días: (Harmsen, 1995)

**Tabla 5:** Relación entra la resistencia a la compresión del concreto en diferentes etapas y la resistencia a los 28 días

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	6 meses	1 año	2 años	5 años
$f'c(t)/f'c28$	0.67	0.86	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

**Fuente:** (Harmsen, 1995 pág. 22)

### **III. METODOLOGIA**

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

##### **Enfoque**

Cuantitativo, permite determinar el agrupado de datos para acreditar hipótesis con principio para el sondeo numérico y estudio escrutinio con fin de alojar modelos a la vez cotejar teorías (Hernandez Sampieri, 2014)

##### **Tipo de Investigación**

La investigación a utilizar para la presente investigación es Aplicada, debido como fin principal resolver problemas en un tiempo determinado, realizando acciones concretas para resolver problemas, por lo que se dirige a acciones y al desarrollo de la teoría, resultados mediante partidas precisas para resolver las interrogantes (Chávez, 2007, p. 134)

##### **Diseño de Investigación**

Arnau (1995), indica la que la investigación experimental es “un plan estructurado de diseño mediante de acción que mediante sus objetivos básicos está orientado a la adquisición de resultados o datos relevantes a los problemas consignados” (p. 27). En la reciente exploración se manejó un plan del modelo bloque al azar, el cual nos permite estudiar el esbozo patronal del concreto en cotejo con el reciente diseño proyectado con la suplencia porcentual con respecto al cemento de relave minero, dicho análisis en su desarrollo se enfocó en las pruebas desarrollados en el laboratorio, donde el investigador estaba físicamente con los experimentos consumados, logrando frutos de acuerdo a lo consignado en las metas.

##### **Nivel de Investigación.**

Restituto Sierra. (2002) “las investigaciones explicativas buscan importantes acontecimientos que mostraran resultados experimentalmente de laboratorio o campo”. Para el presente eestudio, el nivel de investigación es Explicativa.

### **Escala de medición**

Coronado (2007), certifica la mencionada escala es idónea para medir las variables cuantitativas, por lo que la presente investigación se orienta a variables o escala del esfuerzo del concreto.

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

3.2.1 Variable Independiente:

Empleo de Relave Minero

3.2.2 Variable Dependiente:

Mejorar la Resistencia a la Compresión del Concreto.

### **3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

#### **Población**

Definida como elementos las cuales pertenece a un ámbito espacial donde nos permite desarrollar los trabajos de investigación las cuales pueden ser finitas o infinitas (Carrasco, 2019, p. 236). Por medio de esta noción la estadística del estudio viene a hacer finita, personificada por un conjunto de Briquetas de concreto con diferentes dosificaciones para determinar el esfuerzo a la compresión.

#### **Muestra**

Conjunto de la población, las descripciones esenciales como objetiva y reflejo de ella, donde resultados hallados en la muestra puedan diversificar los elementos conformados por la población (Carrasco, 2019, p. 237). Para el estudio realizado está conformada por 27 briquetas la cual se trabajará con un esfuerzo a opresión del concreto 2500 *psi*, basándose en una proporción diseñada mensurando métodos. Realizarán ensayos de compresión, en sus diferentes edades de 7,14 y 28 días conforme el siguiente cuadro:

**Tabla 6. Edades de esfuerzo al aplastamiento del concreto**

Porcentajes	Edades(días)			Sub Total
	7	14	28	
0%	3	3	3	9
	Briquetas	Briquetas	Briquetas	Briquetas
5%	3	3	3	9
	Briquetas	Briquetas	Briquetas	Briquetas
10%	3	3	3	9
	Briquetas	Briquetas	Briquetas	Briquetas
<b>TOTAL</b>				<b>27</b>
				Briquetas

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### Muestreo

Sampieri, Fernández & Baptista (2014), nos indican que se clasifican en dos especies: probabilístico y no probabilístico, esta última tiene características de selección inmediata por el indagador a los implicados por deducir señaladas por sí mismo (p. 171). El concepto sintetizado el muestreo utilizado para la presente investigación es no probabilístico por lo que se estudiara 27 briquetas las cuales se someterán a un análisis de edades de 7,14 y 28 días como un ensayo piloto, posteriormente se fijara en los ensayos de estudio a las briquetas de muestra, adornado de forma geométrica como es el cilindro que tiene un diámetro de 10.16 cm respectivamente, lo mismo que han de ser elaboradas al plan.

### Unidad de análisis

Briquetas de forma cilíndrica de concreto  $f'_c = 175\text{kg/cm}^2$

## 3.4. Instrumentos e técnicas de recolección de datos

### Técnicas

Acciones a colocar en la presente investigación se mencionan en la siguiente manera:

**Análisis Documental:** Se hará referencia a diferentes fuentes, y también se obtendrán datos de diversos estudios sobre temas que se estudiaron anteriormente.

**Toma de Muestras:** Con el fin de analizar las condiciones del área de estudio, se diseñará una guía para recolectar datos de campo para investigar el estado del relave minero y agregados.

**Tabla 7.** Guía de Recaudación de datos de Investigación

TECNICA	INSTRUMENTO	AMBITO (2 grupos)
Observación Científica	Guía de Observación resumen. Fichas técnicas de laboratorio de las pruebas a realizar.	Grupo de control y Grupo experimental

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Piloto de percepción.** Esta herramienta nos permitirá tratar metodológicamente, desde la obtención de agregados y relave minero hasta obtener resultados y observar la resistencia de diseño de la elaboración las Briquetas de concreto, como se ejecuta realmente.

En la presente investigación se denota que es experimental, por ende probamos muestras de nuestra población en el laboratorio y decidimos utilizarlo como destreza de investigación: observación (Como herramienta de guía de observación), comparar los cambios en la resistencia hasta llegar al final la cual establezca que se utilizarán en el diseño, adecuados para concreto patrón y con dosificación de relave de mina al 5% y 10% con respecto al cemento de Briquetas de concreto con moldes de ensayo, y muestras de concreto (experimental ) para resistencia a la compresión.

### **Instrumentos**

(Carrasco, 2019, p. 236), nos afirma que se utiliza para registrar datos generados por el contacto directo entre el observador y la realidad observada. La mesa de observación es un instrumento fácil de usar, pero muy útil". Por tanto, este trabajo cuenta con registros de observación como herramienta de recolección de datos.

## La validación de Instrumento

La comprobación de la herramienta se realizó a través de un juicio de expertos cinco (5) ing. civiles colegiados ratifican mediante un formulario de valoración en escala de Likert (1-5), donde 5 es siempre, 4 es casi siempre, 3 es algunas veces, 2 casi nunca y 1 nunca

**Tabla 8.** Participante del juicio de expertos

Ingenieros	CIP
Cesar Manuel Salazar Jamanca	101323
Yashin Phares Bolo Saldaña	253773
Eladio Nicanor Rosa Maguiña	129654
Sánchez Robles Cristian Ernesto	161689
Juan Carlos Torres Castillo	125794

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

## Confiabilidad

Según la valoración de fiabilidad utilizamos la regla de coeficiente de  $\alpha$  (Alpha de Cronbach) examinado por el SPSS. Quero (2010), nos dice que la confiabilidad esta enlazada en una duración interna del instrumento representada por el coeficiente  $\alpha$ , sugerido por Lee J. Cronbach en 1951(p. 249)

**Tabla 9.** Procesamiento de casos y confiabilidad del instrumento

		N <sup>o</sup>	%	Número de elementos	Alfa de Cronbach
Casos	valido	5	100,0	8	0.823
	excluido	0	0		
	total	5	100,0		

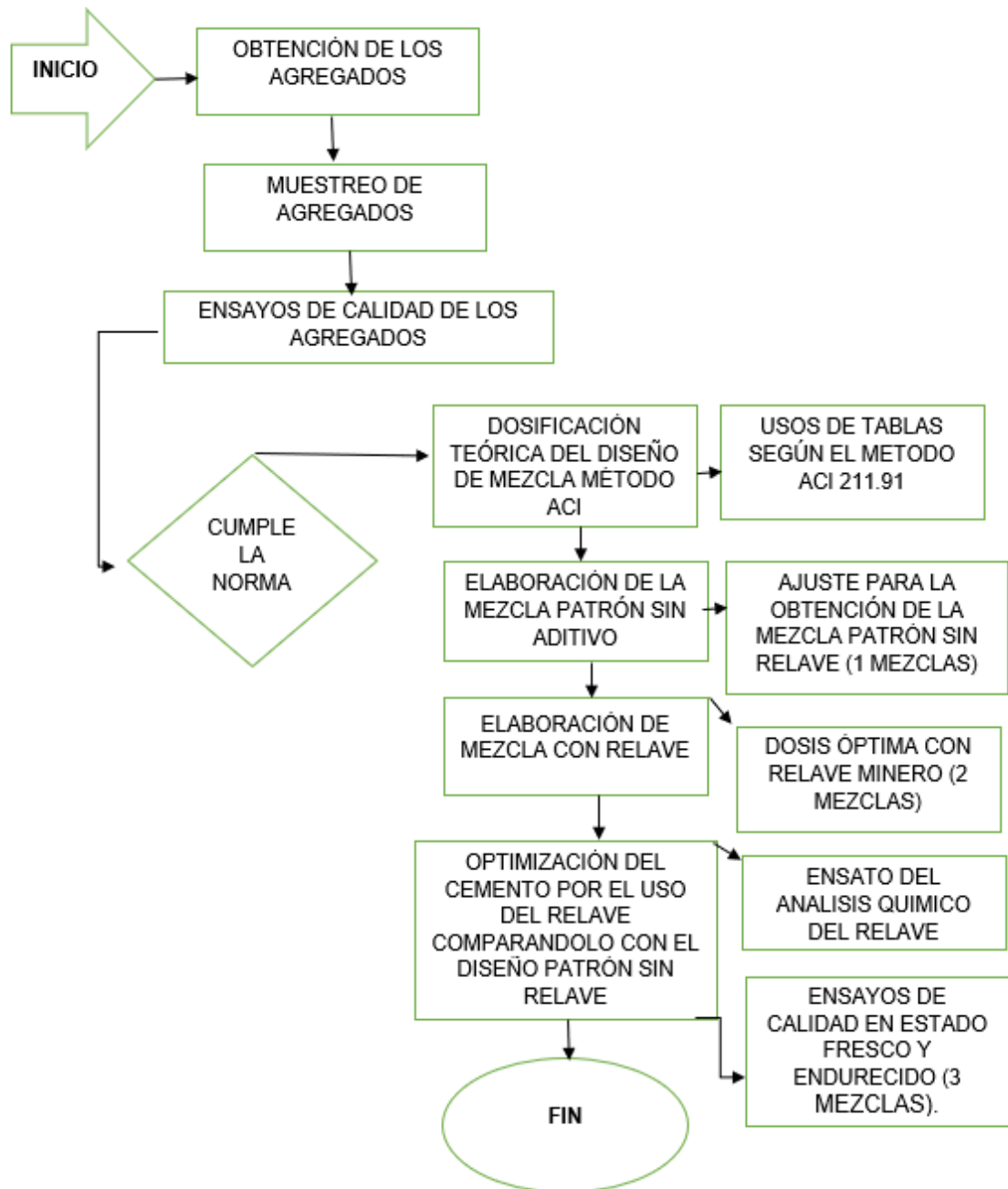
**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Interpretación: Los resultados del coeficiente  $\alpha$  obtenido es de 0.823, donde se ubica en un intervalo de [0.80-1.00] apreciando una intensidad de Alta confiabilidad.



### 3.5. Procedimientos

La presente investigación pretende orientar y proponer como una opción factible a considerar para el uso adecuado del cemento en concretos dosificados con los aditivos, en tal sentido reducir costos y prolongar la vida útil de las construcciones, por tal motivo se elaboró el siguiente diagrama de flujo:



## **Nacimiento y tanteos de los elementos a utilizar en la investigación**

### **Cantera**

Recursos contemplados en fabricación del concreto para la indagación son sacados del rio santa, ubicada a 15 Km., de la ciudad de Huaraz al Distrito de Ticapampa.

Los agregados extraídos de la cantera se llevaron al Laboratorio VICAT Construcción E.R.I.L, donde se realizó los ensayos correspondientes de los materiales a utilizar.



**Figura 4.** *Extracción de los Agregados de la Cantera del Rio Santa*

### **Agregado fino**

Para la presente investigación, se utilizó el tamiz N°4 para separar el agregado en grueso y fino con ambos materiales provenientes de la cantera de rio santa. El tamizado se realizó de la siguiente manera:

Inicialmente se realiza la andanada de los materiales a la intemperie para desarrollar el escurrimiento de los materiales permitiendo así que las partículas de los agregados no se combinen

Posteriormente se realizó la separación del agregado fino y agregado grueso con material seco donde se utiliza la malla N°4 proporcionada por el laboratorio Vicat Construcción E.I.R.L.

## Granulometría

El tamizado en laboratorio se realizó siguiendo el siguiente procedimiento:

- Tomar una muestra por cuarteo no menor que 500 gr, secarlo hasta peso constante, dejar enfriar.
- Limpiar los tamices y verificar el orden de colocación de estas en orden decreciente según tamaño de abertura: 3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100 y fondo
- Se procedió a colocar la muestra de agregado en la malla superior, y se imprime movimientos a la muestra (adelante, atrás, izquierda, derecha y circular) no se debe forzar con la mano el paso de una partícula a través de los tamices.
- Se da por finalizada la operación de tamizado, cuando en el transcurso de un minuto no pase más del 1% en peso del material sobre el tamiz.
- Retirar malla por malla y pesar el material retenido en cada una de ellas y anotar los resultados.
- Luego realizar los cálculos, como las que se muestran en los cuadros siguientes, así mismo para su mejor interpretación y verificación de los (usos) establecidos.

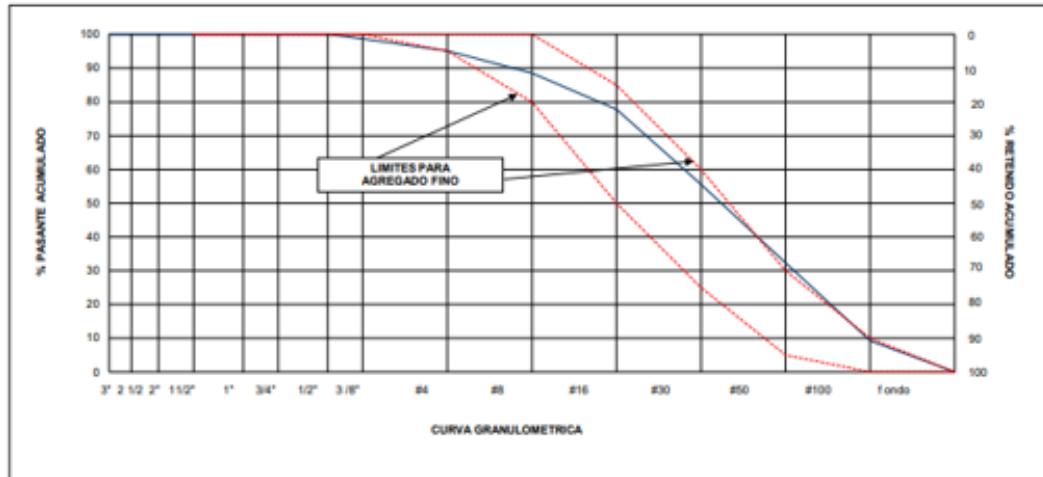
El máximo error respecto del peso total inicial con el peso obtenido en la sumatoria de los pesos retenidos será de  $\pm 1\%$ .



**Figura 5.** Se observa el cuarteo del agregado fino

Los frutos de los exámenes granulométrico se muestran en el aspecto 6, donde se puede observar que la granulometría obtenida del agregado fino está dentro de los parámetros establecidos por la norma peruana, como se observa en la siguiente figura.

**Figura 6.** Curva granulométrica del agregado fino



**Fuente:** Elaboración Propia, 2021

### Módulo de fineza

El presente valor se obtuvo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos } (3", 1 \frac{1}{2}", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Donde el resultado del M.F ensayada obtuvo el valor: 2.43 (ver anexo)

### Contenido de Humedad

La humedad del material fino es obtenida con la próxima igualdad:

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Fino} = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} * 100$$

Para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

- Comenzamos esta prueba seleccionando el material de la muestra a seguir cortando (quitar la parte opuesta y quitar las otras partes).

- Luego, tamizamos el agregado fino a través del tamiz No. 4, y todos los tamices pasados son seleccionados para la prueba.
- Luego pelamos la piel que se pondrá en el recipiente de nuestro material.
- Pesamos los elementos en 2 muestras: la masa del recipiente No. 23 es 1350.5 g, incluyendo el peso del recipiente de 166.7 g, y el peso del recipiente No. 50 es de 1311.0 g.
- Incluido el peso del envase es de 168,8gr.”
- Después de que la pesa esté parcialmente seca, colóquela en un horno a una temperatura de 100° a 110 ° C durante 24 horas.
- Transcurridas 24 horas, sacarlo de la tahona posteriormente establecer la muestra y conseguir la humedad.

En caso del estudio se efectuó el contenido de remojo a 2 días posterior de la formulación de las briquetas.

**Tabla 9.** Contenido de humedad del agregado fino

N° de Tara	A-7	A-15	W-2
Peso de Tara	15	18	17
Peso de Tara + M. Humedad	850.7	854.8	852.7
Peso de Tara + M. Seca	790	794	792
Peso de Agua	60.7	60.8	60.7
Peso Muestra Seca	775	776	775
Contenido de humedad W%	7.83	7.84	7.83
Promedio Cont. Humedad W%	<b>7.83</b>		

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### **Peso específico y absorción**

Se procedió a realizar el presente procedimiento

- Pesar la muestra aproximadamente 500 a 1000 gr.
- Saturar por 24 ± 4 horas el material.
- Al día siguiente esparcir sobre la bandeja y secarlo empleando una hornilla para calentar la bandeja moviendo continuamente la muestra (tostado de la muestra).

- Para comprobar si la muestra está seca, echar al cono truncado el material que se estuvo secando, apisonando con 25 golpes sin compactar el material (altura de caída 0.5cm), si al levantar el molde la muestra queda exacta al molde, entonces aún falta secar superficialmente, si queda desmoronado parcialmente y de punta, significa que la muestra está saturado superficialmente seco (SSS).
- Pesar 500 gr de la muestra saturado superficialmente seco (SSS) e introducir la muestra a la fiola.
- Luego pesamos la fiola de 500ml, anotamos y llenamos con agua hasta casi el tope y la pesamos correspondientemente.
- Luego pasamos la muestra de la fiola con agua destilada de la cual se toma la medida también.
- Luego se prende la estufa, donde se coloca una bandeja que contiene el agregado fino.
- La fiola se calentará con la muestra, deberá agitarse cada vez que existe burbujas de aire, el gas o aire que se encuentre dentro de la muestra de suelo saturado con el agua destilada.
- Finalmente observamos que la muestra presenta burbujas o presencia de aire, se saca la bandeja y se coloca en un lugar adecuado, es decir la muestra asentada y el agua adquiera una totalidad clara y cristalina.



**Figura 7.** Agregado fino después del apisonado



**Figura 8.** Opresión el agregado fino a la fiola

**Tabla 10.** Datos obtenidos en laboratorio para el cálculo del peso específico y absorción del agregado fino

I. Datos	g
A. PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA ( $W_{sss}$ )	500.00
B. PESO DE LA FIOLA O FRASCO CON AGUA	675.00
C. $W_{sss}$ + PESO DE LA FIOLA + TAPA + AGUA	979.60
D. PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	490.00
E. PESO DE LA MUESTRA ( $W_{muestra}$ ) (C - B)	304.60
F. VOLUMEN DE LA MUESTRA. (A + B - C)	195.40

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### Peso Específico de los Sólidos

$$P. e. s = \frac{W_s}{(W_m - V)}$$

Por lo que el p.e. saturado con superficie seca es:

$$P. e. s = \frac{500}{(W_m - V)}$$

Susnacia aparente

$$P. e. a = \frac{W_s}{(W_m - V) - (W_{sss} - W_s)}$$

Absorción:

$$\%Abs = \frac{500 - W_s}{(W_s)} \times 100$$

Sustituyendo los datos obtenidos en laboratorio



**Tabla 11.** Resultados peso específico (gr/cm<sup>3</sup>) y % de absorción del agregado fino.

<b>II. RESULTADOS</b>	
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA: P.E.M. $D / (A + B - C)$	2.51
P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S. $(A / (A + B - C))$	2.56
PESO ESPECÍFICO APARENTE P.E.A.: $D / (D + B - C)$	2.64
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN: % Abs $(A - D) / D$	2.04

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

$$W_s = 490.00 \text{ gr}, W_m = 305.50 \text{ gr}, V = 195.40 \text{ gr}$$

### **Peso unitario**

las deducciones se realizaron de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}, \text{Peso Unitario Suelto: (P.U.S)}$$

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}, \text{Peso Unitario Compactado (P.U.C)}$$

### **Procedimiento para el ensayo:**

1. Tomar una fuente seca, limpia, pesada y con espacio conocida.
2. Para el Peso Unitario Suelto, llenar el recipiente con el agregado, enrasar y pesar.
3. Para el Peso Unitario Compactado, llenar el recipiente con el agregado en tres capas aplicando 25 golpes por cada capa con una varilla de 3/8" de diámetro y 30 cm de longitud con punta redondeada, enrasar y pesar.



**Figura 9.** Enrasado y pesado del recipiente con la muestra para el cálculo del peso unitario suelto



**Figura 10.** Llenado del recipiente con el agregado

**Tabla 12. Resultados de la masa unitaria suelta del agregado fino**

N° MOLDE	I	II	
PESO DE LA MUESTRA SUELTA +CONTENEDOR 1/10 $pie^3$ (g)	6160.00	6130.00	Peso unitario suuelto promedio
PESO DEL CONTENEDOR (g)	1650.00	1650.00	
PESO MUESTRA SUELTA (g)	4520.00	4490.00	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2780.000	2780.000	
PESO UNITARIO SUELTO TOTAL (kg/m3)	<b>1626.00</b>	<b>1616.00</b>	<b>1621</b>

**Fuente:** Elaboración propia,2021

**Tabla 13. Resultados del Peso Unitario Compactado del agregado fino.**

N° MOLDE	I	II	
PESO DEL MOLDE (gr)	1650.00	1650.00	Peso Unitario Suelto Promedio
PESO MOLDE + MUESTRA (gr)	6710.00	6740.00	
PESO DE LA MUESTRA (gr)	5060.00	5090.00	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2845.000	2845.000	
PESO UNITARIO COMPACTADO TOTAL (kg/m3)	<b>1777</b>	<b>1789</b>	<b>1783</b>

**Fuente:** Elaboración propia,2021

### **Agregado grueso**

- Dividimos la muestra en cuatro partes iguales (tomamos la parte opuesta y retiramos las otras partes).
- Luego continuamos tamizando la muestra a través del tamiz No. 4, y todo el resto se usa para la prueba.
- Pesamos el peso de los materiales en las 2 muestras: el peso del recipiente N° 33 donde nos da 164,7 g, el peso del recipiente N° 20 es 167,0 gr.
- Después de que la pesa esté parcialmente seca, colóquela en un horno a 105 ° C durante 24 horas.
- Después de 24 horas, sáquelo del horno y séquelo durante 1-3 horas para que se enfríe.

- Finalmente, el peso del material se calcula la capacidad de saturación de la arena gruesa.

## **Análisis granulométrico del agregado grueso**

### **A. Materiales a utilizar:**

De acuerdo a lo mencionado en la parte teórica, establecido en la Norma peruana el agregado para ensayo del agregado se asignó la Piedra chancada de 1/2".

### **Procedimientos a seguir:**

#### **Agregado Grueso**

- a. Mezclar correctamente todos los materiales, luego hacer el cuarteo fragmentos equilibrados, mezclar los dos segmentos opuestos y deseche las sobrantes. Esta debe ser una muestra característica de todos los materiales. Optamos una muestra inicial de 2531 gr.
- b. Limpiar los tamices y verificar el orden de colocación de estas en orden decreciente
- c. Se procede a colocar la muestra de agregado en la malla superior, y se aplica giro rotatorio a la muestra (adelante, atrás, izquierda, derecha y circular) no se debe forzar con la mano el paso de una partícula a través de los tamices.
- d. Se da por finalizada la operación de tamizado, cuando en el transcurso de un minuto no pase más del 1% en peso del material sobre el tamiz
- e. Retirar malla por malla y pesar el material retenido en cada una y anotar los resultados.
- f. Después de culminar el tamizado del material se procede a pesar cada retenido, para su cálculo respectivo.

Establecimos al peso de limpieza en seco inicial de 39113,5 gramos como peso de lavado inicial. Ensamblamos tamices 3/4, 1/2, 3/8, # 4, # 8 #16, #30, #50, #100, y luego tamizamos nuestras muestras. Se desarrollo el pesado de cada muestra retenida en el tamiz. La siguiente tabla enumera cuyos datos.

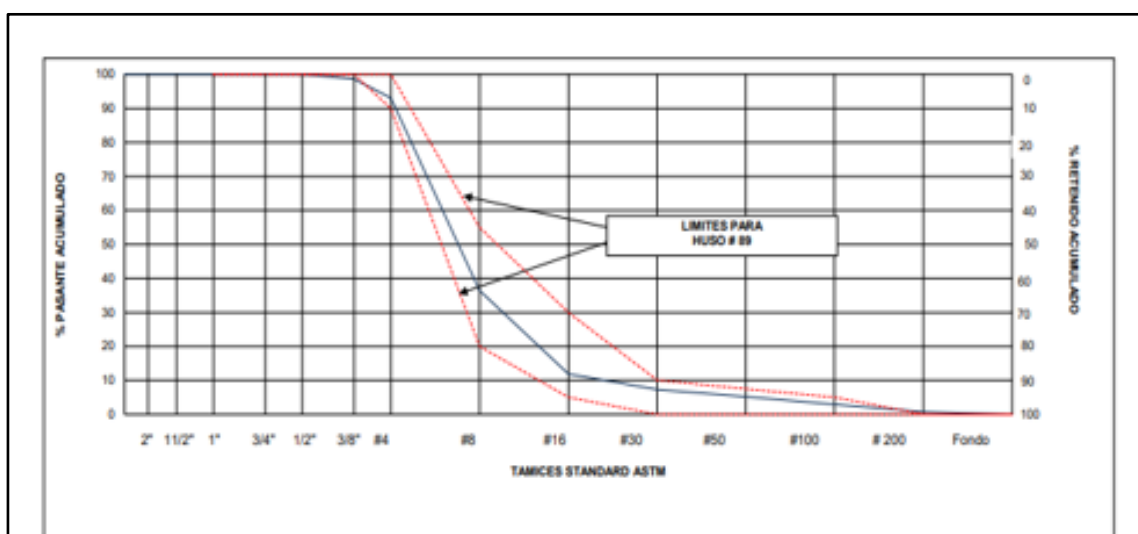
**Tabla 14.** Resultados de estudio granulométrico de material grueso

Tamiz	Peso Retenido (gr.)
3/4"	0.0
1/2"	49.00
3/8"	198.50
#4	2022.00
#8	880.00
#16	162.00
#30	75.00
#50	82.00
#100	79.00
Fondo	25.00
<b>Peso total</b>	<b>3572.00</b>

*Fuente:* Elaboración propia,2021

El efecto del fruto se muestra en la tabla 15, donde se puede observar que la curva del agregado está dentro de los límites establecidos (Huso 089), como se puede ver (lamina 11).

**Figura 11.** Curva granulométrica del agregado grueso



*Fuente:* Elaboración propia,2021



**Figura 12.** Selección del agregado grueso



**Figura 13.** Cantidades retenidos del tamizado

### **Módulo de Fineza**

El presente ensayo, es menos usado que el agregado fino, para su cálculo se usa el mismo criterio que para la arena, o sea se suma de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividida entre 100.

El módulo de fineza obtenido del agregado grueso ensayado es: **5.42** (Ver Anexo 04)

### **Contenido de humedad**

El proceso para el cálculo del mencionado ensayo es semejante al del agregado fino mencionadas líneas arriba.

**Tabla 15. Contenido de Humedad del agregado grueso**

N° de Tara	A-8	A-9	B-3
Peso de Tara	15	19	17
Peso de Tara + M. Humedad	1218	1219	1217
Peso de Tara + M. Seca	1202.7	1203.5	1201.9
Peso de Agua	15.3	15.5	15.1
Peso Muestra Seca	1184.7	1184.5	1184.9
Contenido de humedad W%	1.29	1.31	1.27
Promedio Cont. Humedad W%	<b>1.29</b>		

**Fuente:** *Elaboración propia, 2021*

### **Absorción de los agregados y gravedad específica**

#### **Elementos y Equipos a emplear:**

Piedra de ½ pulgada, balanza, cucharas, hornos, tamices, cestas y fuentes metálicas.

#### **A. Procedimientos a proseguir:**

##### **Agregado Grueso:**

El inicio de esta prueba es eligiendo el material que queremos cortar, tomando la parte opuesta y retirando muestras de otras partes. Luego, tamizamos la piedra a través del tamiz No. 4 y seleccionamos el resto para probar. Pesamos el recipiente en el que se colocará nuestro

material, nuestra cantidad mínima de piedra chancada es de ½. Después se coloca el ejemplar en agua por 24 horas, y luego secan las partículas en el paño, se secan con el paño hasta que desapareció el agua. Después de que el material esté seco, pésela para obtener el peso superficial. La canasta se pesa en una balanza mecánica y luego se colocan los materiales. Luego la muestra llenar en una canasta de metal para determinar el peso de inmersión. Coge la muestra y sumérgela en agua. Después de sumergir la pesa, colóquela en un horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante  $24 \pm 4$  horas. Finalmente, saque la muestra del horno y déjela enfriar para obtener un peso de muestra seca (incluido el peso del recipiente), que es nuestro peso de muestra seca

Para ello se identificó el peso específico de acuerdo a las posteriores ecuaciones:

$$\text{Peso Especifico de Masa} = \frac{A}{(A - C)}$$

$$\text{Peso Especifico Aparente} = \frac{A}{(B - C)}$$

$$\text{Peso Especifico SSS} = \frac{B}{(B - C)}$$

Donde:

Pesos especifico (gr/cm<sup>3</sup>)

- a. Peso seco (gr)
- b. Peso saturado seco (gr)
- c. Peso sumergido en agua (gr)



El porcentaje se determinó con la siguiente relación

$$\% \text{ Absorción del Agregado Grueso} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

- a. Peso del espécimen (gr)
- b. Peso saturado seca (gr)



**Figura 14.** Cuarteo del agregado grueso



**Figura 15.** Pesado del agregado grueso

**Tabla 16.** Datos Obtenidos en Laboratorio para el Cálculo del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

<b>I. DATOS</b>	
A. PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (W <sub>sss</sub> )	1724.0
B. PESO CANSTILLA DENTRO DEL AGUA	1634.7
C. PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA+CANASTILLA	2882.9
D. PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	1680.1
E. PESO DE LA MUESTRA SATUDADA DENTRO DEL AGUA	1048.2
F. VOLUMEN DE LA MUESTRA.	475.80

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Tabla 17.** Resultados Peso específico (gr/cc) y % de Absorción del Agregado Grueso.

<b>III. RESULTADOS</b>	
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA: P.E.M.	2.48
P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S.	2.55
PESO ESPECÍFICO APARENTE P.E.A.:	2.66
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN: % ABS	2.61

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### **Peso unitario**

El presente ensayo es similar al de agregado fino mencionadas líneas arriba, en donde:

#### **P.U agregado grueso**

##### **A. Equipos y materiales a utilizar:**

Envase cilíndrico, barrote  $\varnothing = 3/8"$  y 30 centímetros de largo con punta semiesférica, balanza, zapa.

##### **B. Procedimiento de elaboración:**

###### **Calibración del Recipiente**

Calibre el recipiente determinando con precisión el peso del agua a llenar.

### **Peso Unitario Suelto**

Luego se realiza el pesaje correspondiente y preste atención a esta importante información, realice este proceso 3 veces, y anote las notas correspondientes en el papel. Cargar el contenedor con una pala y vaciar el agregado a una altura no mayor de 5 cm de la superficie del contenedor, igualmente llenar el contenedor con agua y retirar el exceso de agregado con la ayuda de una varilla, para determinar dicho proceso se utilizará la siguiente relación:

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del Material Suelto}}{\text{Volumen del Recipiente}}$$

### **Peso Unitario Compactado (P.U.C)**

Se debe eludir que la varilla golpee el fondo del contenedor. Al apisonar la capa superior, se debe aplicar la fuerza necesaria para que la varilla solo pase a través de la capa correspondiente. Una vez que el contenedor está lleno, se debe utilizar la varilla para enderezar la superficie. Del mismo modo, realizamos el procesamiento de agregados gruesos, es decir, tomamos el peso + la muestra en el molde. El agregado se pondrá en 3 pisadas de próximamente el igual del volumen. Cada capa debe emparejarse manualmente y apisonarse con 25 golpes. Cuando se apisona la primera capa, se distribuirá uniformemente en cada capa. para determinar dicho proceso se utilizará la siguiente relación:

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del Material Compactado}}{\text{Volumen del Recipiente}}$$



**Figura 16.** Colocación del agregado grueso al recipiente para el cálculo del P.U. suelto y compactado

**Tabla 18.** Resultados del peso unitario suelto del agregado grueso

<b>CARACTERÍSTICAS DE LA TARA</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	
PESO DEL MOLDE (gr)	1800	1800	Peso unitario suelto promedio
PESO MOLDE + MUESTRA (gr)	5990	6010	
PESO DE LA MUESTRA (gr)	4190	4210	
VOLUMEN DEL MOLDE (m <sup>3</sup> )	28245	28245	
PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm <sup>3</sup> )	14830.4	14910.0	
PESO UNITARIO SUELTO TOTAL (kg/m <sup>3</sup> )	1483.4	1491.0	<b>1487.2</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

**Tabla 19.** Resultados del peso unitario compactado del agregado grueso.

N° MOLDE	I	II	
PESO DEL MOLDE (gr)	1800	1800	Peso unitario compactado promedio
PESO MOLDE + MUESTRA (gr)	6500	6510	
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (gr)	4710	4710	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2824.500	2824.500	
PESO UNITARIO COMPACTADO (gr/cm3)	16.66	16.68	
PESO UNITARIO COMPACTADO TOTAL (kg/m3)	1666	1668	<b>1667</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### Relave Minero Extraído

El relave minero también conocido como residuos sólidos mineros resultado de operaciones de tratamiento de beneficio metalúrgico por flotación, la cual fue extraído por el tesista la cual se utilizará en remplazo parciales porcentuales del cemento.

La extracción del relave minero se realizó del distrito de Ticapampa, la cual se utilizó como sustituto porcentual del cemento en un 5% y 10% para una resistencia de  $f'_c = 175\text{kg/cm}^2$  en la presente investigación.



**Figura 17.** Extracción del relave minero



**Figura 18.** Determinación ( $\gamma$ ) del relave.

### Características de relave minero extraído

El relave minero se puede ver en forma de lodo la cual se encuentran en las canchas de relave en la mina del distrito de Ticapampa.

El análisis de la composición química del relave minero se realizó en la ciudad de Lima en Laboratorios VICAT Construcción, donde los resultados fueron los siguientes (Ver Anexo 06)

**Tabla 20.** Análisis químico del relave minero utilizado

<b>SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152 / BS 1377 - Part.3)</b>	33776 ppm
	0.3776%

**Fuente:** Certificado de análisis de Laboratorio Vicat Construcción E.I.R.L (Anexo 6)

**Tabla 21.** Análisis químico del relave minero utilizado

<b>SULFATOS SOLUBLES (NTP 339.178 / AASHTO T 290)</b>	1387 ppm
	0.1387%

**Fuente:** Certificado de análisis de Laboratorio Vicat Construcción E.I.R.L (Anexo 6)

**Tabla 22.** Análisis químico del relave minero utilizado

<b>CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES (NTP 339.177 / AASHTO T291)</b>	72 ppm
	0.1387%

**Fuente:** Certificado de análisis de Laboratorio Vicat Construcción E.I.R.L (Anexo 6)

**Tabla 23.** Análisis químico del relave minero utilizado

<b>PH</b>	<b>2.48</b>
-----------	-------------

**Fuente:** Certificado de análisis de Laboratorio Vicat Construcción E.I.R.L (Anexo 6)

Para el análisis físico del relave minero se realizó la determinación del peso específico en el laboratorio VICAT construcciones E.I.R.L.

**Tabla 24.** Características físicas y químicas del relave minero.

<b>Peso Especifico</b>	<b>2.48</b>
------------------------	-------------

**Fuente:** Elaborado por el tesista, Laboratorios VICAT Construcciones E.I.R.L (Anexo 6)  
Elaborado por el tesista, Laboratorios VICAT Construcciones E.I.R.L (Anexo 6)



**Figura 19.** Evaluación de la Emisión de gases al momento de la combustión.

### **Cemento utilizado**

El cemento usado para el estudio es el cemento portland tipo I marca sol, el cual es el más utilizado en nuestra región de Áncash.

### **Agua**

El agua empleada para la presente investigación es Agua no Potable para consumo humano tomada directamente del laboratorio VICAT construcciones E.I.R.L.

### **Preparación del concreto**

Para la preparación del concreto se tuvo consideración las propiedades físicas de los agregados obtenidos en el laboratorio, los cuales se mencionan de la siguiente manera:



**Tabla 25.** Características físicas de los materiales para el diseño

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO	RELAVE MINERO	AGREGADOS	
				FINO	GRUESO
Tamaño máximo	pulg			½	¾
Peso específico	gr/cm <sup>3</sup>	3.15	2.48	2.51	2.49
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>			1621	1487
Peso específico compactado	kg/m <sup>3</sup>			1783	1667
Contenido de humedad	%			7.83	1.29
Absorción	%			2.04	2.62
Módulo de fineza				2.43	5.42

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### Diseño del concreto patrón

Para el diseño de mezclas, de concreto se realizó por lo que está establecido del comité 211 del ACI, lo cual se visualiza en el siguiente procedimiento:

#### A. Selección de la resistencia promedio

Como no se conoce un registro de resultados de ensayos donde contribuyamos a calcular el promedio, por lo tanto, el esfuerzo buscado deberá ser señalada aplicando los números de la lámina 24.

**Tabla 26.** Esfuerzo a la presión promedio

$f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

**Fuente:** Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

El  $f'_c$  requerido será de 175kg/cm<sup>2</sup> se utiliza la tabla 24 es:

$$f'_{cr} = 175+70= 245 \text{ kg/cm}^2$$

#### B. Selección del tamaño nominal del agregado

Tamaño Máximo Nominal: ½"

#### C. Selección del asentamiento

Slump: 1" a 3" (Mezcla Plástica)

#### D. Selección del volumen unitario de agua de diseño

Para determinar el volumen de líquido de diseño, es obligatorio las mezclas de concreto cuyo asentamiento es de 3" a 4", con mezcla sin aire atrapado cuyo agregado tiene un tamaño de 1/2".

**Tabla 27.** Volumen Unitario de agua

Asentamiento	Agua, en lt/m <sup>3</sup> , para los tamaños Máximos Nominales de agregado grueso y consistencia indicados								
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"	
Concretos Sin Aire Incorporado									
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	
3" a 4"	228	<b>216</b>	205	193	181	169	145	124	
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---	
Concretos Con Aire Incorporado									
1" a 2"	9.5	9.6	9.6	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---	

**Fuente:** Rivva López "Diseño de Mezclas", Pág. 82

Para el diseño de la investigación el agua seleccionada es de 216 litros por metro cubico.

#### E. Selección del contenido de aire

**Tabla 28.** Contenido de Aire atrapado

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

**Fuente:** Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

El contenido de aire atrapado para el agregado grueso es  $\frac{1}{2}$ " por lo que será de 2.5% el porcentaje de aire

#### F. Selección de la relación cemento-agua

**Tabla 29.** Relación Agua - Cemento por Resistencia

f'cr (28 días)	Relación Agua Cemento – Cemento de Diseño en Peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
450	0.38	---

**Fuente:** Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

Se utilizó la tabla 30 para tomar una resistencia promedio correspondiente a 218.80 kg en un concreto sin aire incorporado, se encuentra una relación agua-cemento por resistencia de 0.67

#### G. Factor cemento

$$\text{Factor cemento} = 220/0.67 = 328.36\text{kg/m}^3 = 7.7261 = 7.80 \text{ bolsas/m}^3$$

#### H. Contenido de agregado grueso

**Tabla 30.** *Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto*

Tamaño Máximo Nominal	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos Módulos de Fineza del Agregado Fino			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72

**Fuente:** Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas", Pág. 120

Entrando a la tabla 31, el módulo de fineza del agregado fino es de 2.43 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1/2, se encuentra un valor de 0.59 metros cúbicos de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen.

Peso del agregado Grueso = 923.00 kg/m<sup>3</sup>

#### I. Cálculo de volúmenes absolutos

Resultados conocidos de los diferentes materiales usados como el cemento, agua, agregado fino y grueso, donde se procede a calcular los valores de los componentes:

Volumen absoluto de:

Cemento:	$328.36/3.15 \times 1000$	$= 0.104 \text{ m}^3$
Agua:	$220/1 \times 1000$	$= 0.220 \text{ m}^3$
Aire:	$0.025/1 \times 1$	$= 0.025 \text{ m}^3$
Agregado grueso:	$923.0/2.49 \times 1000$	$= 0.370 \text{ m}^3$
Suma de volúmenes conocidos:		$= \mathbf{0.719 \text{ m}^3}$

## J. Englobado agregado fino

$$\begin{aligned}\text{Volumen absoluto A. Fino} &= 1 - 0.719 = 0.281 \text{ m}^3 \\ \text{Peso A. Fino Seco} &= 0.281 \times 2.51 \times 1000 = 705.31 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

## K. Cantidad de materiales por $m^3$ en peso

Cemento	:	330.00 $kg/m^3$
Agua de diseño	:	220.00 $lt/m^3$
Agregado fino seco	:	702.00 $kg/m^3$
Agregado grueso seco	:	923.00 $kg/m^3$
Peso de la mezcla	:	<b>2175.00 <math>kg/m^3</math></b>

## L. Corrección por humeado del agregado

Peso húmedo del:

$$\begin{aligned}\text{Agregado fino} &= 757.00 \times (1 + 0.0783) = 816.27 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregado grueso} &= 935.00 \times (1 + 0.0129) = 947.06 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

## M. Contribución de agua de los agregados

### 1. Humedad superficial de los agregados

$$\begin{aligned}\text{Agregado fino} &= 7.83 - 2.04 = 5.79\% \\ \text{Agregado grueso} &= 1.29 - 2.62 = -1.33\% \\ \text{Total} &= 4.46\%\end{aligned}$$

### 2. Cantidad de humedad de los agregados

$$\begin{aligned}\text{Agregado fino seco: } &702.00 \times (0.0579) = 40.646 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado grueso seco: } &923.00 \times (-0.0133) = -12.276 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Humedad de los materiales:} &= \mathbf{28,370 \text{ lt/m}^3} \\ \text{Agua efectiva: } &220 - (28,370) = 191.63 = 192.00 \text{ lt/m}^3\end{aligned}$$

## N. Cantidad de materiales corregidos por $m^3$ de concreto

Cemento	330.00 $kg/m^3$
Agua efectiva	192.00 $lt/m^3$
agregado fino húmedo	757.00 $kg/m^3$
Agregado grueso húmedo	935.00 $kg/m^3$

#### O. Proporciones en peso de los materiales corregidos

$$\text{Cemento} = 330.00/330.00 = 1.00$$

$$\text{Agua} = 192.00/330.00 = 0.58$$

$$\text{Agregado fino} = 757.00/330.00 = 2.29$$

$$\text{Agregado grueso} = 935.00/330.00 = 2.83$$

#### P. Cuantía de ingredientes corregidos

$$\text{Cemento} = 1 \times 42.50 = 42.50 \text{ kg/bol}$$

$$\text{Agua efectiva} = 0.58 \times 42.50 = 24.72 \text{ kg/bol}$$

$$\text{Agregado fino} = 2.29 \times 42.50 = 97.33 \text{ kg/bol}$$

$$\text{Agregado grueso} = 2.83 \times 42.50 = 120.28 \text{ kg/bol}$$

#### Dosificación de mezclas de concreto para diferentes porcentajes y resistencias de relave minero.

El uso de Puzolanas artificiales, para la presente investigación donde se tomará los porcentajes porcentuales tomados basados en cantidades de 5%, 10%

**Tabla 31.** Resumen de materiales en peso

DESCRIPCION	PESOS EN Kg/m <sup>3</sup> , PARA F' <sub>c</sub> =175 Kg/cm <sup>2</sup>		
% Cemento	100%	95%	90%
% Relave Minero	0%	5%	10%
Relación a/ (c+ m)	0.67	0.70	0.74
Cemento	330.0	313.50	297.0
Relave minero	0	16.50	33.00
Agregado fino	701.90	700.30	698.70
Agregado grueso	923.00	920.90	918.90
Agua	220.0	220.0	220.0

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

#### Fabricación y ahumado de las briquetas.

##### A. Materiales a utilizar

Arena, Piedra Huso 89, liquido, Clinker, relave, carburante esta última es utilizada en cubrir el módulo de sonda y eludir que el hormigón se engome al testigo y es fácil de quitar.

## **B. Equipos**

Mezclador de 18L (1p3), moldes de 4" x 8" para la muestra, caretila buggy para el traslado del concreto en estado fresco, prensa hidráulica, pala, poner la mezcla en el molde, mazo de goma, balanza electrónica, varilla apisonadora con punta redonda de  $\frac{3}{4}$ " y 300 mm de longitud, plancha de albañilería, utilizado para recortar las crestas de la superficie de hormigón.

## **C. Elaboración de Briquetas de Prueba**

- Se situó los trónqueles de cilindros en una extensión horizontal, llana y rígida
- Se engrasó con petróleo la pared y la base interior de los moldes cilíndricos.
- Se llenó el molde de las briquetas en tres capas iguales con la cuchara.
- Se compactó la capa apisonando, con una varilla de  $\frac{3}{4}$ ", 25 inserciones (chuseadas) uniformemente distribuidas en cada capa.
- Se realizo un afinado con la plancha para alcanzar una superficie lisa y llano.
- Finalmente, toda la indagación se rotula en el impreso donde se escribirá datos de la briqueta utilizando una pluma indeleble y sin malograr la superficie.
- superficie.



**Figura 20.** Mezclado del concreto de diseño



**Figura 21.** Moldes vaciados con concreto, para su posterior desencofrado luego de 24 horas de vaciado.

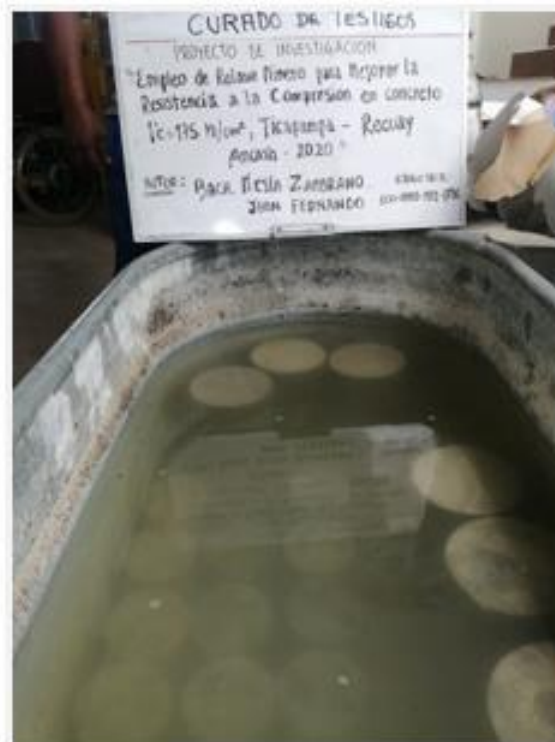


## Proceso de curado de briquetas

El curado de las Briquetas se realizó en los recipientes del Laboratorio Vicat Construcciones E.I.R.L, como se puede apreciar en la figura

Las muestras de concreto han sido extraídas de los moldes a las 24 horas del vaciado, Según la Norma ASTM C – 192, donde deben sr sumergidas en agua o en un ambiente con un 95% de humedad relativa de tal forma para la presente investigación no se ha cumplido esta última, por lo que se tomó el agua como elemento principal para el proceso de curado.

Las briquetas fueron colocadas en recipientes de curado hasta esperar al momento de las roturas los cuales serán sometidas a compresión.



**Figura 22.** Curado de las Briquetas.

## **Análisis Estadístico (Prueba de Hipótesis)**

En el presente estudio es analizar la hipótesis siguiente:

La sustitución de relave minero en 5%, 10% con respecto al peso del cemento mejorara el esfuerzo a la compresión del concreto patrón  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

Para esta investigación lo que se a probar es: Si la resistencia del concreto a compresión mejora con la sustitución de relave minero con respecto al cemento, en distintitas dosificaciones en peso de 5% y 10%, frente a un concreto normal.

**Prueba de hipótesis a los 7 días del concreto patrón (CP) con respecto al concreto experimental  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  (5 y 10% de relave minero)**

### **Paso 01. Hipótesis Alternativa e Hipótesis nula**

La fuerza del concreto con la sustitución de relave minero con respecto al peso del cemento en distintas dosificaciones de 5 y 10%, donde conllevara a probar la hipótesis planteada sobre la diferencia de medidas donde la resistencia del concreto mejorara con dichas sustituciones, frente a un concreto patrón.

$H_a$ : Si se emplea 5% y 10% de relave minero, en reemplazo del cemento; entonces se obtendrá una mayor resistencia a la compresión del concreto.

$H_o$ : Si se emplea 5% y 10% de relave minero en reemplazo del cemento; entonces No se obtendrá una mayor resistencia a la compresión del concreto

### **Donde:**

$ux_{RM}$  : Representa a la media aritmética de la resistencia a compresión del concreto con diferentes dosificaciones de relave minero.

$ux_{CP}$  : Representa la media aritmética del concreto patrón.

### **Paso 02: Nivel de significancia**

En campo se habitúa a utilizar niveles de tolerancia del 0.05 o 0.01, por ello se elige un nivel de significación del 0.05 o 5 % al diseñar un ensayo de hipótesis, entonces hay aproximadamente 5 ocasiones en 100 en que se

rechazaría la hipótesis cuando debería ser aceptada, es decir, se está con un 95 % de confianza de que se toma la decisión adecuada.

En tal caso se dice que la hipótesis ha sido rechazada al nivel de significación del 0.05, lo que significa que se puede cometer error con una probabilidad de 0.05.

Para el proyecto de investigación se usará un nivel significativo de  $\alpha=0.05$

### **Paso N°03: Identificador o seleccionar el estadístico de prueba**

Para la presente investigación se conllevará a utilizar el t de Student para la prueba de Hipótesis, ya que las variables independientes cuantitativas, el número de variables es menor a 30.

### **Prueba de hipótesis con la distribución t de student.**

Como la hipótesis a comprobar es: la sustitución porcentual de relave minero con respecto al cemento portland tipo I, mejora el esfuerzo a compresión del concreto.

Por lo tanto, nuestra Hipótesis es de forma:

$$H_a: ux_{RM} > ux_{CP}$$

En tanto el Test se trata de una cola, con:

Hipotesis nula:  $H_0: ux_{RM} \leq ux_{CP}$  ; Hipotesis alternativa:  $H_0: ux_{RM} > ux_{CP}$

Para una distribución de las pruebas ensayadas el t – student con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad es el siguiente:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} t_p = \frac{X_{RM} - X_C}{S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$ux_{RM}$ : Medias de resistencias a compresión del concreto con sustitución de relave minero en distintas cantidades porcentuales en peso con respecto al cemento de 5%, 10%.

$ux_{RM}$ : Medias de las resistencias a compresión del concreto patrón (sin relave minero)

Un caso para el esfuerzo a compresión del concreto  $f'c = 250\text{psi}$  a los 7 días con “95.00% cemento portland + 5% de relave minero” ( $95.00\%_{CP} + 5.00\%_{RM}$ )

Analizando:

$$S_p = \sqrt{\frac{(3-1) * 1.35 + (3-1) * 1.88}{3+3-2}} = 1.27t_p = \frac{204.87 - 219.97}{1.27 * \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{1}{3}}} = -14.56$$

De igual manera para los demás tipos de concreto para los 7 días de edad.

**Tabla 32.** Cálculo del estadístico de prueba  $t_p$  para el concreto a una edad de 7 días

Nº de Ensayo	RESISTENCIA DEL CONCRETO (kg-f/cm <sup>2</sup> ); Edad 7 días		
	100 <sub>CP</sub> + 0 <sub>RM</sub>	95 <sub>CP</sub> + 5.0 <sub>RM</sub>	90 <sub>CP</sub> + 10 <sub>RM</sub>
1	218.4	207.3	173.5
2	219.8	202.7	168.8
3	221.7	204.6	174.2
$n_i$	3	3	3
$\bar{x}_i =$	219.97	204.87	172.17
$S^2$	1.35	1.88	2.39
$\bar{x}_{RM} - \bar{x}_{CP} =$		-15.10	-47.80
$S_p =$		1.27	1.36
$t_p =$		-14.56	-43.04

**Fuente:** Elaboración propia 2021

#### **Paso 04: Elaborar la guía de decisión**

Se formula teniendo en cuenta la regla con la cual trata una prueba unilateral (una salida)

Para los ensayos unilaterales, se rechaza la hipótesis nula cuando:

$$t_n + m - 2 > t_{\alpha, n + m - 2}, \text{ tambien: } t_p > t_{\text{tabla}}$$

en su aceptación de rechazo de la hipótesis nula del valor crítico de acuerdo a las tablas t student, para un nivel de significancia de 0.05 y 4 grados de libertad por lo que queda definido en la siguiente ecuación:

$$t_{\alpha, n + m - 2} = t_{0.05, 3+3-2} = t_{0.05, 4} = 2.132$$

Como se puede apreciar en la siguiente figura, donde si el  $t_p$  es superior a 2.132, automáticamente se rechaza la hipótesis nula, en cambio si el  $t_p$  es inferior a 2.132 no se rechaza la nula.



**Figura 23.** Gráfica de la distribución t para  $\alpha = 0.05$  y 4 grados de libertad  
**Fuente:** StatKey.com - Theoretical Distribution.

### **Paso 05: Toma de una decisión**

La toma de una decisión (No se rechaza  $H_0$ , o se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ ) se determinará con respecto a los resultados estadísticos calculados líneas arriba para un a resistencia a compresión  $f_c = 175\text{kg}/\text{cm}^2$  con relave minero a la edad de 7 días del concreto.

### **Edad de 7 días**

Se ha calculado para cada tipo de concreto donde se obtiene de la estadística lo siguiente:

**Tabla 33.** Decisión de la hipótesis  $H_0$  con el  $t_p$  para el concreto a 7 días de edad

Descripción	RESISTENCIA DEL CONCRETO ( $\text{kg-f/cm}^2$ ); Edad 7 días		
	$100_{CP} + 0_{RM}$	$95_{CP} + 5.0_{RM}$	$90_{CP} + 10_{RM}$
$t_p =$		-14.56	-43.04
$\alpha$	0.05	0.05	0.05
$n_1 + n_2 - 2 =$		4	4
$t_{\text{tabla}}$		2.132	2.132
Decision	No se Rechaza $H_0$	No se Rechaza $H_0$	No se Rechaza $H_0$

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De lo mencionado anteriormente se obtiene las siguientes incógnitas:

La estadística de prueba del concreto de:  $95_{CP}+5.0_{RM}$ ,  $90_{CP}+10.0_{RM}$ , descienden en una región donde “No se Rechaza la  $H_0$ ” de la curva de t student ( $t_p < t_{\text{tabla}}$ ). De ta forma no se rechaza la hipótesis Nula nos afirma que la resistencia a compresión del concreto con sustitución de relave minero ( $95_{C}+5_{RM}$ ,  $90_{C}+10_{RM}$ ) es significativamente menor a la de un concreto sin relave minero ( $100_{CP} + 0_{RM}$ ) para una resistencia de  $f'_c = 175 \text{kg/cm}^2$ , a una edad de 7 días, con un nivel de error de 0.05 (5%).

### Decisión respecto a la hipótesis de investigación

La siguiente tabla podemos apreciar el desagregado de todo lo analizado líneas arriba, con respecto a la resistencia a la compresión del concreto para las diferentes sustituciones porcentuales de relave minero:

$H_0$ : La sustitución porcentual de relave minero con respecto al cemento portland no mejora la resistencia a compresión del concreto

**Tabla 34.** Resumen de análisis de datos con el estadístico t de student

Descripción		$100_{CP} + 0_{RM}$	$95_{CP} + 5.0_{RM}$	$90_{CP} + 10_{RM}$
Concreto con 7 días de edad	$t_p =$		-14.56	-43.04
	$\alpha$	0.05	0.05	0.05
	$n_1 + n_2 - 2 =$		4	4
	$t_{\text{tabla}} =$		2.132	2.132
	Decision	No se Rechaza $H_0$	No se Rechaza $H_0$	No se Rechaza $H_0$

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De tabla 35 se puede deducir lo siguiente: No se acepta la hipótesis definida en la investigación donde nos afirma; que la sustitución de relave minero como adición de la puzolana portland tipo I mejora el esfuerzo del hormigón a la compresión a la edad a 7 días.

El análisis de la resistencia a la compresión del concreto se analiza en los resultados que se puede apreciar en el acápite de resultados, la cual tendrá un mejor panorama de análisis en la presente sección.

### **Prueba de hipótesis a los 14 días del concreto patrón respecto la concreto experimental $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$**

#### **Paso 01. Hipótesis Alternativa e Hipótesis nula**

$H_0$ : Si se emplea 5% y 10% de relave minero en reemplazo del cemento; entonces No se obtendrá un superior esfuerzo a la compresión de la mezcla.

$H_a$ : Si se emplea 5% y 10% de relave minero, en reemplazo del cemento; entonces se obtendrá una mayor resistencia del hormigón.

#### **Donde:**

$ux_{RM}$  : Representa a la media aritmética de la resistencia a compresión del concreto con diferentes dosificaciones de relave minero.

$ux_{CP}$  : Representa la media aritmética del concreto patrón.

#### **Paso 02: Nivel de significancia**

Para el proyecto de investigación se usará un nivel significante de  $\alpha=0.05$

#### **Paso 03: Identificador o seleccionar el estadístico de prueba**

El número de variables es menor a 30.

#### **Prueba de hipótesis con la distribución t de student.**

Como la hipótesis a comprobar es: la sustitución porcentual de relave minero con respecto al cemento portland tipo I, mejora la resistencia a compresión del concreto.

Por lo tanto, nuestra Hipótesis es de forma:

$$H_a: ux_{RM} > ux_{CP}$$

En tanto el Test se trata de una cola, con:

Hipótesis nula:  $H_0: ux_{RM} \leq ux_{CP}$  ; Hipótesis alternativa:  $H_0: ux_{RM} > ux_{CP}$

Para una distribución de las pruebas ensayadas el t – student con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad es el siguiente:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} t_p = \frac{X_{RM} - X_C}{S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$ux_{RM}$ : Medias de resistencias a compresión del concreto con sustitución de relave minero en distintas cantidades porcentuales en peso con respecto al cemento de 5%, 10%.

$ux_{RM}$ : Medias de las resistencias a compresión del concreto patrón (sin relave minero)

Un caso para la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 175kg/cm^2$  a los 14 días con “95.00% cemento portland + 5% de relave minero” (95.00% $_{CP}$  + 5.00% $_{RM}$ )

Analizando:

$$S_p = \sqrt{\frac{(3 - 1) * 10.39 + (3 - 1) * 3.56}{3 + 3 - 2}} = 2.64 t_p = \frac{229.2 - 273.4}{2.64 * \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{1}{3}}}$$

De igual manera para los demás tipos de concreto para los 14 días de edad.



**Tabla 35.** Cálculo del estadístico de prueba  $t_p$  para el concreto a una edad de 14 días

Nº de Ensayo	RESISTENCIA DEL CONCRETO ( $\text{kg-f/cm}^2$ ); Edad 14 días		
	$100_{CP} + 0_{RM}$	$95_{CP} + 5.0_{RM}$	$90_{CP} + 10_{RM}$
1	282.2	226.0	226.6
2	258.8	227.0	234.6
3	279.2	234.7	210.3
$n_i$	3	3	3
$\bar{x}_i =$	273.4	229.2	223.8
$S^2 =$	10.39	3.56	11.44
$\overline{x_{RM}} - \overline{x_{CP}} =$		-44.2	49.6
$S_p =$		2.64	3.30
$t_n =$		-20.5	-18.4

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

#### Paso 04: Elaborar la regla de decisión

Se formula teniendo en cuenta la regla con la cual se trata una prueba unilateral (una salida)

Para los ensayos unilaterales, se rechaza la hipótesis nula cuando:

$$t_n + m - 2 > t_{\alpha, n + m - 2}, \text{ tambien: } t_p > t_{\text{tabla}}$$

en su aceptación de rechazo de la hipótesis nula del valor crítico de acuerdo a las tablas t student, para un nivel de significancia de 0.05 y 4 grados de libertad por lo que queda definido en la siguiente ecuación:

$$t_{\alpha, n + m - 2} = t_{0.05, 3+3-2} = t_{0.05, 4} = 2.132$$

Como se puede apreciar en la siguiente figura, donde si el  $t_p$  es superior a 2.132, automáticamente se rechaza la hipótesis nula, en cambio si el  $t_p$  es inferior a 2.132 no se rechaza la nula.



**Figura 24.** Gráfica de la distribución t para  $\alpha = 0.05$  y 4 grados de libertad  
**Fuente:** StatKey.com - Theoretical Distribution.

#### **Paso 05: Toma de una decisión**

La toma de una decisión (No se rechaza  $H_0$ , o se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ ) se determinará con respecto a los resultados estadísticos calculados líneas arriba para un a resistencia a compresión  $f_c = 175\text{kg}/\text{cm}^2$  con relave minero a la edad de 14 días del concreto.

#### **Edad de 14 días**

Se ha calculado para cada tipo de concreto donde se obtiene de la estadística lo siguiente:

**Tabla 36.** Decisión de la hipótesis  $H_0$  con el  $t_p$  para el concreto a 14 días de edad

Descripción	RESISTENCIA DEL CONCRETO ( $\text{kg-f}/\text{cm}^2$ ); Edad 14 días		
	$100_{CP} + 0_{RM}$	$95_{CP} + 5.0_{RM}$	$90_{CP} + 10_{RM}$
$t_p =$		-20.5	-18.4
$\alpha$	0.05	0.05	0.05
$n_1 + n_2 - 2 =$		4	4
$t_{\text{tabla}}$		2.132	2.132
Decision		No se Rechaza $H_0$	No se Rechaza $H_0$

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De lo mencionado anteriormente se obtiene las siguientes incógnitas:

La estadística de prueba del concreto de: 95CP+5.0RM, 90CP+10.0RM, descienden en una región donde “No se Rechaza la  $H_0$ ” de la curva de t student ( $t_p < t_{tabla}$ ). De ta forma no se rechaza la hipótesis Nula nos afirma que la resistencia a compresión del concreto con sustitución de relave minero (95C+5RM, 90C+10RM) es significativamente menor a la de un concreto sin relave minero (100CP +ORM) para una resistencia de  $f'_c = 175kg/cm^2$ , a una edad de 14 días, con un nivel de error de 0.05 (5%).

### Decisión respecto a la hipótesis de investigación

La siguiente tabla podemos apreciar el desagregado de todo lo analizado líneas arriba, con respecto a la resistencia a la compresión del concreto para las diferentes sustituciones porcentuales de relave minero:

$H_0$ : La sustitución porcentual de relave minero con respecto al cemento portland no mejora la resistencia a compresión del concreto.

**Tabla 37.** Resumen de análisis de datos con el estadístico t de student

Descripción		100 <sub>CP</sub> + 0 <sub>RM</sub>	95 <sub>CP</sub> + 5.0 <sub>RM</sub>	90 <sub>CP</sub> + 10 <sub>RM</sub>
Concreto con 14 días de edad	$t_p =$		-20.5	-18.4
	$\alpha$	0.05	0.05	0.05
	$n_1 + n_2 - 2 =$		4	4
	$t_{tabla} =$		2.132	2.132
	Decision		No se Rechaza Ho	No se Rechaza Ho

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

La tabla 38 se deduce lo siguiente: No se aprueba la hipótesis definida en la investigación donde nos afirma; la sustitución de relave minero como adición del cemento portland tipo I mejora la resistencia del concreto a la compresión a la edad de los 14 días.

El análisis del esfuerzo a la presión del concreto se analiza en productos que son apreciados en el acápite de resultaos, la cual tendrá un mejor panorama de análisis en la presente sección.

## Prueba de hipótesis a los 28 días del concreto patrón (CP) con respecto al concreto experimental $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ (5 y 10% de relave minero)

### Paso 01. Hipótesis Alternativa e Hipótesis nula

$H_a$ : Si se emplea 5% y 10% de relave minero, en reemplazo del cemento; entonces se obtendrá una considerable resistencia al esfuerzo del concreto.

$H_o$ : Se emplea 5% y 10% de relave minero en reemplazo del cemento; entonces No se obtendrá una mayor resistencia del concreto

### Paso 02: Nivel de significancia

El proyecto de investigación se usará un nivel significativo de  $\alpha=0.05$

### Paso 03: Identificador o seleccionar el estadístico de prueba

El número de variables es menor a 30.

### Prueba de hipótesis con la distribución t de student.

Como la hipótesis a comprobar es: la sustitución porcentual de relave minero con respecto al cemento portland tipo I, mejora la resistencia a compresión del concreto.

Por lo tanto, nuestra Hipótesis es de forma:

$$H_a: ux_{RM} > ux_{CP}$$

En tanto el Test se trata de una cola, con:

Hipótesis nula:  $H_o: ux_{RM} \leq ux_{CP}$  ; Hipótesis alternativa:  $H_a: ux_{RM} > ux_{CP}$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} t_p = \frac{X_{RM} - X_C}{S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Para una distribución de las pruebas ensayadas el student - (t) con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad es el siguiente:

$ux_{RM}$ : Medias de resistencias a compresión del concreto con sustitución de relave minero en distintas cantidades porcentuales en peso con respecto al cemento de 5%, 10%.

$ux_{RM}$ : Medias de las resistencias a compresión del concreto patrón (sin relave minero)

Un caso para el esfuerzo al aplastamiento del concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  en los 28 días con “95.00% cemento portland + 5% de relave minero” ( $95.00\%_{CP} + 5.00\%_{RM}$ )

Analizando:

$$S_p = \sqrt{\frac{(3-1) * 5.05 + (3-1) * 5.64}{3+3-2}} = 2.31 t_p = \frac{249.2 - 284.9}{2.31 * \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{1}{3}}}$$

De igual manera para los demás tipos de concreto para los 28 días de edad.

**Tabla 38.** Cálculo del estadístico de prueba  $t_p$  para el concreto a una edad de 28 días

N° de Ensayo	RESISTENCIA DEL CONCRETO ( $\text{kg-f/cm}^2$ ); Edad 28 días		
	$100_{CP} + 0_{RM}$	$95_{CP} + 5.0_{RM}$	$90_{CP} + 10_{RM}$
1	288.7	263.0	235.8
2	276.6	256.8	238.4
3	284.9	249.2	244.4
$n_i$	3	3	3
$\bar{x}_i =$	283.4	256.3	239.53
$S^2$	5.05	5.64	3.60
$\bar{x}_{RM} - \bar{x}_{CP} =$		-27.1	-43.87
$S_p =$		2.31	2.07
$t_p =$		-18.92	-25.95

**Fuente:** Elaboración propia 2021

#### **Paso 04: Elaborar la regla de decisión**

Se formula teniendo en cuenta la regla con la cual se trata una prueba unilateral (una salida)

Para los ensayos unilaterales, se rechaza la hipótesis nula cuando:

$$t_n + m - 2 > t_{\alpha, n + m - 2}, \text{ tambien: } t_p > t_{\text{tabla}}$$

en su aceptación de rechazo de la hipótesis nula del valor crítico de acuerdo a las tablas t student, para un nivel de significancia de 0.05 y 4 grados de libertad por lo que queda definido en la siguiente ecuación:

$$t_{\alpha, n + m - 2} = t_{0.05, 3+3-2} = t_{0.05, 4} = 2.132$$

Como se puede apreciar en la siguiente figura, donde si el  $t_p$  es superior a 2.132, automáticamente se rechaza la hipótesis nula, en cambio si el  $t_p$  es inferior a 2.132 no se rechaza la nula.



**Figura 25.** Gráfica de la distribución t para  $\alpha = 0.05$  y 4 grados de libertad  
Fuente: StatKey.com - Theoretical Distribution

### **Paso 05: Toma de una decisión**

La toma de una decisión (No se rechaza  $H_0$ , o se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ ) se determinará con respecto a los resultados estadísticos calculados líneas arriba para un a resistencia a compresión  $f_c = 175\text{kg}/\text{cm}^2$  con relave minero a la edad de 28 días del concreto.

### **Edad de 28 días**

Se ha calculado para cada tipo de concreto donde se obtiene de la estadística lo siguiente:

**Tabla 39.** Decisión de la hipótesis  $H_0$  con el  $t_p$  para el concreto a 28 días de edad

Descripción	RESISTENCIA DEL CONCRETO (kg-f/cm <sup>2</sup> ); Edad 28 días		
	100 <sub>CP</sub> + 0 <sub>RM</sub>	95 <sub>CP</sub> + 5.0 <sub>RM</sub>	90 <sub>CP</sub> + 10 <sub>RM</sub>
$t_p =$		-18.92	-25.95
$\alpha$	0.05	0.05	0.05
$n_1 + n_2 - 2 =$		3	3
$t_{tabla}$		2.132	2.132
Decision		No se Rechaza Ho	No se Rechaza Ho

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De lo mencionado anteriormente se obtiene las siguientes incógnitas:

La estadística de prueba del concreto de: 95CP+5.0RM, 90CP+10.0RM, descienden en una región donde “No se Rechaza la  $H_0$ ” de la curva de t student ( $t_p < t_{tabla}$ ). De ta forma no se rechaza la hipótesis Nula nos afirma que la resistencia a compresión del concreto con sustitución de relave minero (95C+5RM, 90C+10RM) es significativamente menor a la de un concreto sin relave minero (100CP +ORM) para una resistencia de  $f'_c = 175\text{kg/cm}^2$ , a una edad de 28 días, con un nivel de error de 0.05 (5%).

### Decisión respecto a la hipótesis de investigación

La siguiente tabla podemos apreciar el desagregado de todo lo analizado líneas arriba, con respecto a la resistencia a la compresión del concreto para las diferentes sustituciones porcentuales de relave minero:

$H_0$ : La sustitución porcentual de relave minero con respecto al cemento portland no mejora la resistencia a compresión del concreto.

**Tabla 40.** Resumen de análisis de datos con el estadístico t de student

Descripción		100 <sub>CP</sub> + 0 <sub>RM</sub>	95 <sub>CP</sub> + 5.0 <sub>RM</sub>	90 <sub>CP</sub> + 10 <sub>RM</sub>
Concreto con 28 días de edad	$t_p =$		-18.92	-25.95
	$\alpha$	0.05	0.05	0.05
	$n_1 + n_2 - 2 =$	3	3	3
	$t_{tabla} =$		2.132	2.132
	Decision		No se Rechaza Ho	No se Rechaza Ho

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

De la tabla 41 se puede deducir lo siguiente: No se admite la hipótesis definida en el estudio donde nos afirma; que la sustitución de relave minero como

adición del cemento portland tipo I mejora la resistencia del concreto a la compresión a la edad de los 28 días.

El análisis de la resistencia a la compresión del concreto se analiza en los resultados que se puede apreciar en el acápite de resultaos, la cual tendrá un mejor panorama de análisis en la presente sección.

### **3.6. Tácticas de estudio de datos**

#### **Métodos Descriptivos.**

Proyecto se dará por un procesamiento de datos que se llevará a cabo después de cada prueba respaldada por los cálculos en excel.

El proceso descrito se realizarán las siguientes operaciones:

Se representa mediante una tabla estadística, así como una tabla estadística de los datos de cada índice medido obtenido en la observación y su respectiva gráfica (curva de efecto), la resistencia promedio de cada índice medido, y el diseño del núcleo de mortero con cola minero. Para el cálculo de la resistencia, los datos del gráfico (generalmente números) se dibujarán en las siguientes ubicaciones para ser representados por líneas, planos o símbolos para ver la relación entre ellos.

#### **Métodos Inferenciales.**

Comprobación o Verificación de las Hipótesis se realizará mediante la aplicación de la prueba de las Hipótesis ya que las variables de dicho proyecto son cuantitativas.

Para estimar los resultados de la muestra de la población se aplicará la estimación de la media aritmética poblacional tanto en forma puntual e interválico considerará un nivel de confiabilidad altamente calificado para así cumplir con el objetivo general.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Según (González, 2001), la moralidad es una parte de una ideología que se encarga de lo moral y las responsabilidades humanas. La indagación no es solo un acto técnico. El primero es actuar con responsabilidad. Por lo que para la preparación de la presente investigación con respecto a las definiciones



conceptuales y datos citados se apoyó en las Normas técnicas y la Norma extranjeras.

Se desarrollo a realizar la recolección de datos de fuentes señaladas y expuesta en las definiciones conceptuales en la guía de la elaboración de las investigaciones de la fuente correspondiente.

#### IV. RESULTADOS

##### Análisis de Difracción de Rayos X

Se ha realizado los análisis por difracción de rayos X de la muestra de los relaves, determinándose la siguiente mineralogía:

**Tabla 41.** Resultados Análisis de Difracción de Rayos "X"

SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152 / BS 1377 - Part.3)	33776 ppm
	0.3776%
SULFATOS SOLUBLES (NTP 339.178 / AASHTO T 290)	1387 ppm
	0.1387%
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES (NTP 339.177 / AASHTO T291)	72 ppm
	0.1387%
PH	2.21
PESO ESPECIFCO	2480 g/cm <sup>3</sup>

**Fuente:** Certificado de análisis de Laboratorio Vicat Construcción E.I.R.L (ver Anexo 10)

El análisis químico del relave minero se realizó a base de difracción de rayos X, realizada en el laboratorio Vicat E.I.R.L, donde se obtuvo los siguientes resultados sales solubles 33776 ppm, sulfatos 1387ppm, Cloruro 72ppm, pH de 2.21 y un peso específico de 2480 g/cm<sup>3</sup>

**Esfuerzo a la compresión  $f'c = 175kg/cm^2$**

a) **Concreto  $175kg/cm^2$  con 100% contenido de cemento y 0% contenido de relave.**

**Tabla 43. Resistencia a la compresión 100%(Cemento)+0% (Relave Minero)**

N°	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área de Sección (cm <sup>2</sup> )	Resistencia de Diseño a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	PUC (kg/m <sup>3</sup> )	Tipos de Falla	Fuerza máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de Resistencia
1	7	10.16	81.10	175	3.640	2210	2	17703.0	218.4	219.97
2	7	10.16	81.10	175	3.650	2216	3	17804.0	219.8	
3	7	10.16	81.10	175	3.630	2203	2	17970.0	221.7	
4	14	10.16	81.10	175	3.680	2234	2	22609.0	282.2	273.40
5	14	10.16	81.10	175	3.660	2222	2	20732.0	258.8	
6	14	10.16	81.10	175	3.630	2203	3	22365.0	279.2	
7	28	10.16	81.10	175	3.620	2197	4	23175.0	288.7	283.40
8	28	10.16	81.10	175	3.620	2197	4	22204.0	276.6	
9	28	10.16	81.10	175	3.620	2197	4	22870.0	284.9	

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Se observo que al realizar el ensayo de la mezcla de concreto sin sustituir relave minero se observa que la resistencia del concreto de tal esfuerzo es favorable con un ligero 13.54% incremento de la resistencia requerida, con lo que se comprueba el correcto uso del diseño de mezclas por el método ACI.

**b) Concreto a la compresión  $f'c = 175kg/cm^2$  con 95% contenido de cemento y 5% contenido de relave minero.**

**Tabla 44. Resistencia a la compresión 95%(Cemento)+5% (Relave Minero)**

N°	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área de Sección (cm <sup>2</sup> )	Resistencia de Diseño a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	PUC (kg/m <sup>3</sup> )	Tipo de Falla	Fuerza Máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de Resistencia
10	7	10.16	81.10	175	3.640	2210	2	16791.0	207.3	204.67
11	7	10.16	81.10	175	3.650	2216	3	16419.0	202.7	
12	7	10.16	81.10	175	3660	2222	2	16573.0	204.6	
13	14	10.16	81.10	175	3680	2234	3	18143.0	226.0	229.23
14	14	10.16	81.10	175	3660	2222	2	17395.0	227.0	
15	14	10.16	81.10	175	3630	2203	4	18823.0	234.7	
16	28	10.16	81.10	175	3620	2197	4	21115.0	263.0	256.33
17	28	10.16	81.10	175	3620	2197	4	20617.0	256.8	
18	28	10.16	81.10	175	3620	2197	4	20010.0	249.2	

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Al desarrollar el estudio de la resistencia a la compresión de las muestras de concreto con una adición del 5% como sustituto del cemento, se observa una

disminución notable de resistencia a los 28 días, lo cual nos indica que está dentro del parámetro del esfuerzo al prensamiento del concreto.

**c) Concreto a la compresión  $f'c = 175$  con 90% contenido de cemento y 10% contenido de relave minero**

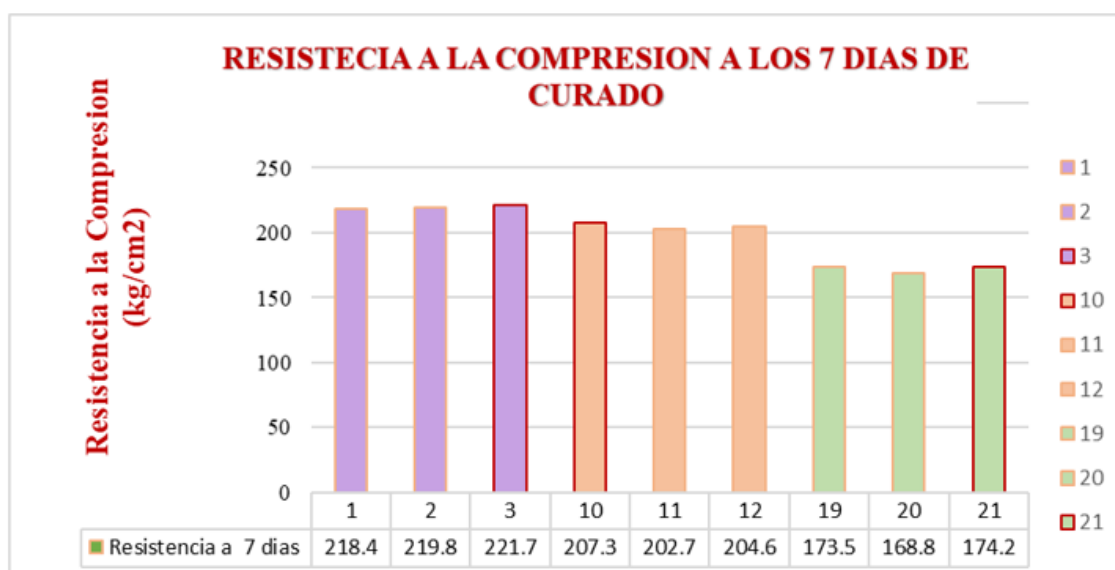
**Tabla 45. Resistencia a la compresión 90%(Cemento)+10% (Relave Minero)**

Nº	Edad (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área de Sección (cm <sup>2</sup> )	Resistencia de Diseño a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	PUC (kg/m <sup>3</sup> )	Tipo de Falla	Fuerza Máxima (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de Resistencia
19	7	10.16	81.10	175	3,650	2216	2	14064.0	173.5	172.17
20	7	10.16	81.10	175	3.640	2210	3	13685.0	168.8	
21	7	10.16	81.10	175	3650	2216	2	14120.0	174.2	
22	14	10.16	81.10	175	3.650	2216	3	18154.0	226.6	223.83
23	14	10.16	81.10	175	3.660	2222	3	18796.0	234.6	
24	14	10.16	81.10	175	3.620	2197	3	16047.0	210.3	
25	28	10.16	81.10	175	3.620	2197	4	18934.0	235.8	239.53
26	28	10.16	81.10	175	3.620	2197	4	19143.0	238.4	
27	28	10.16	81.10	175	3.620	2197	4	19625.0	244.4	

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Al desarrollar el estudio del esfuerzo del estrujón de los modelos de concreto con una añadidura del 10% como reemplazo del cemento, la disminución es notable de resistencia a los 28 días, lo cual nos indica que está dentro del parámetro.

**Gráfico 1. Variación de resistencia a la compresión de los diseños patrón sin aditivo**



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

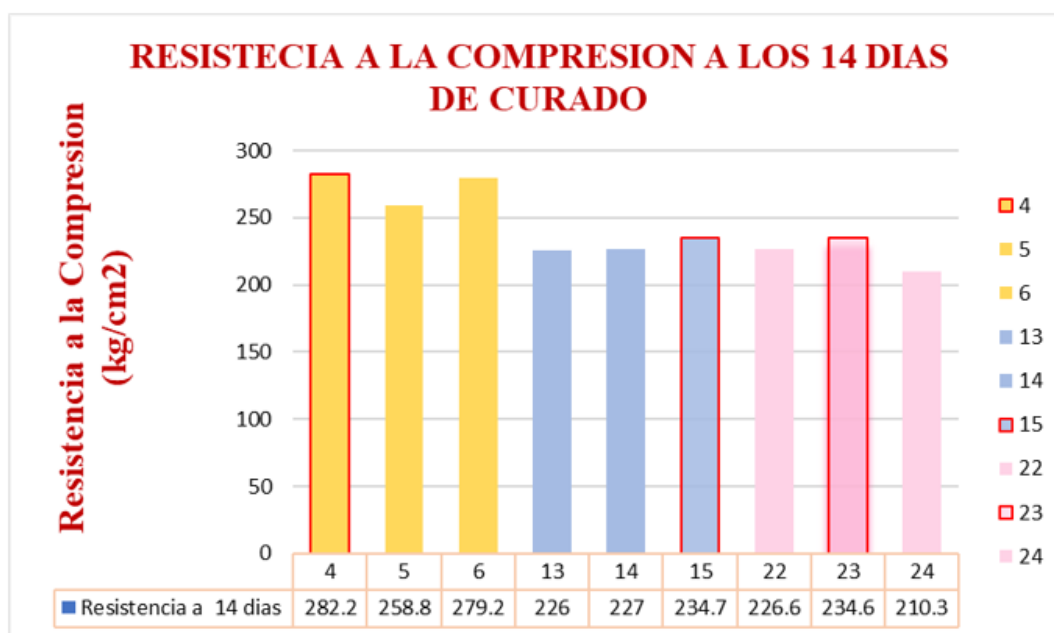
### Interpretación.

Pueden observar resultados obtenidos (ver gráfico 1), para un tiempo de curado de 7 días donde se puede observar que la resistencia alcanzada fue de  $221.7 \text{ kg/cm}^2$  del concreto convencional,  $207.3 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de 5% de relave minero,  $174.20 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de 10% de relave minero. Se puede apreciar que a partir de esta edad de ensayo la resistencia disminuye para todos porcentajes de relave minero adicionados con respecto al concreto patrón.

### Análisis descriptivo de la resistencia a la compresión a los 07 días de curado.

El experimento se desarrolló con un factor de proporciones con 3 niveles, proporcionando 9 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, realizándose tres pruebas a compresión.

**Gráfico 2.** Variación de esfuerzo de los diseños sin aditivo

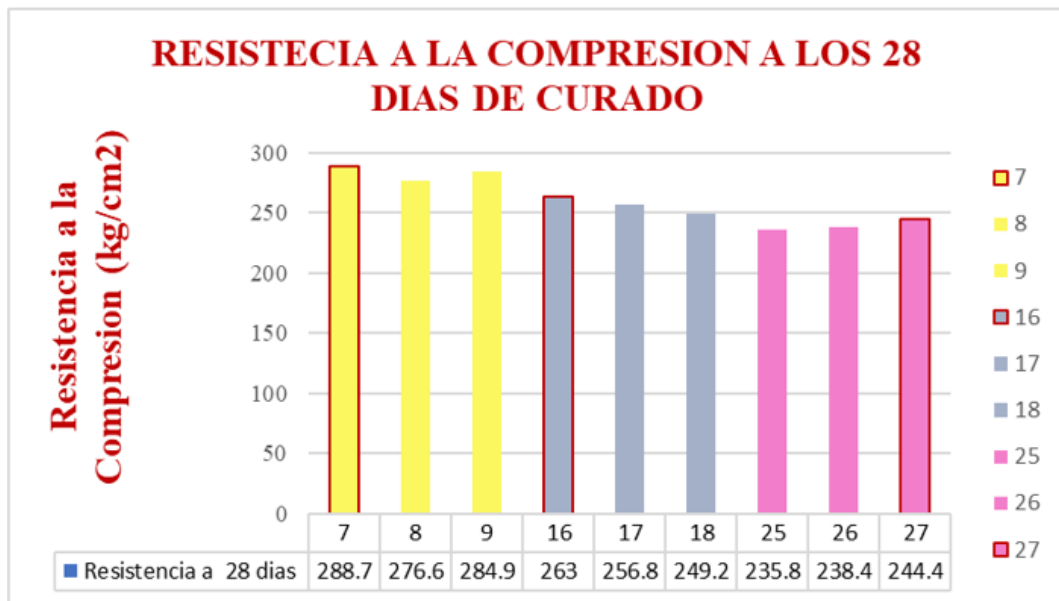


**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### Interpretación.

Se pueden observar los resultados obtenidos (ver gráfico 2), para un tiempo de curado de 14 días donde se puede observar que la resistencia alcanzada fue de  $282.20 \text{ kg/cm}^2$  del concreto convencional,  $234.7 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de 5% de relave minero,  $234.60 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de 10% de relave minero. Se puede apreciar que a partir de esta edad de ensayo la resistencia disminuye para todos porcentajes de relave minero adicionados con respecto al concreto patrón.

**Gráfico 3.** Variación de resistencia a la compresión de los diseños patrón sin aditivo



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

### Interpretación.

En el gráfico 3, se pueden observar los resultados obtenidos para un tiempo de curado de 28 días donde se puede observar que la resistencia alcanzada fue de  $288.7 \text{ kg/cm}^2$  de concreto convencional,  $263.0 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de 5% de relave minero,  $244.4 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de 10% de relave minero. Se puede apreciar que a partir de esta edad de ensayo la resistencia disminuye para todos porcentajes de relave minero adicionados con respecto al concreto patrón.

### Análisis descriptivo de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado.

El experimento se desarrolló con un factor de proporciones con 3 niveles, proporcionando 9 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, realizándose nueve pruebas a compresión.



**Figura 26.** Rotura de briquetas de 4"x8" respectivamente.

Lo fundamental de este estudio es hallar la resistencia de un concreto  $f'c = 175$  con la sustitución de la Clinker por relave minero, considerando los factores de tamaño y porcentaje del relave minero en la dosificación del concreto. Para el cumplimiento de este propósito se elaboraron 27 unidades de Briquetas: 9 unidades de Briquetas patrón, 9 unidades de Briquetas con 5% sustituyendo relave minero y 9 unidades de Briquetas con 10% sustituyendo relave minero. En base a ello se planteó la hipótesis estadística en las que se desarrolla esta investigación.

Para la presente investigación se incurrió a realizar ensayos con los siguientes materiales la cual se mencionan a continuación:

- Cemento portland Tipo I
- Material fino procedente del rio santa.
- Material grueso procedente de rio santa.
- Relave minero, traído desde la misma mina por el investigador.
- Agua potable de la red de suministro.

## **Ensayos preliminares**

En la presente investigación se ensayaron los agregados fino y grueso para poder hallar las características físicas, también se realizó el análisis químico del relave minero para conocer si cumple con los requisitos de la norma ASTM C618- para ser colocada en el concreto.

Para el diseño del concreto patrón los porcentajes de arena y piedra para la mezcla global se determinó de acuerdo a las tablas indicadas de la ACI, con modificaciones eventuales en el diseño.

Con un mismo diseño de mezclas se elaboró el concreto cabe indicar que se consideró se varió la relación agua/cemento para todas las muestras de concreto (concreto patrón y concreto con diferentes sustituciones porcentuales de relave minero)

Las condiciones de curado fueron realizadas a temperatura de aproximadamente 25°C (cabe indicar que la temperatura representa la temperatura del agua y medio ambiente en la zona)

## **Agregados**

### **El agregado fino**

Se conceptualiza en la presente investigación que el recurso de obtuvo del canchal del río mostrándose el gráfico de la curva granulométrica (ver anexo) se puede apreciar que la curva se encuentra entre los límites determinados por la norma establecida.

### **Agregado grueso**

El mencionado recurso se obtuvo en la cantera río Santa. En la gráfica de la curva granulométrica (ver anexo) se puede apreciar que la curva se encuentra dentro de los límites establecidos por el Huso 89, la cual se determinó por la norma peruana.

## Propiedades del mortero hidráulico en Estado Fresco

### Trabajabilidad

En el presente estudio se pudo apreciar los asentamientos de diseño de 1" a 3" (concreto seco), considerándola mezcla consistente seca, donde se realizó con la misma cantidad de agua para los diseños, que se realizaron en las resistencias de  $f_c = 175\text{kg/cm}^2$ .

**Tabla 46.** Propiedades en estado fresco los 03 diseños patrón

N° Diseño	Tipo de Diseño		Temperatura (°C)		Asentamiento (pulg)	Aire (%)
			Ambiente	Concreto		
1	Patrón	Dosis 0%	28.3	27.3	3"	2.5
2	Relave minero (5%)	Dosis 5%	28.2	27.2	3"	2.5
3	Relave minero (10%)	Dosis 10%	28.8	27.3	2 3/4"	2.5

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Según lamina 46 se realizó el resumen de las propiedades en estado fresco de las 03 variables donde se constata que se encuentran dentro parámetros normativos de temperatura promedio obtuvo  $27.3^\circ$ , con asentamientos que oscilan de 1" -3", contenido de aire de 2.5 por ciento

**Gráfico 4.** Alteración de asentamiento de porcentajes de relave



**Fuente:** Elaboración propia, 2021



## Propiedades del Concreto Endurecido

### Resistencia a la Compresión

Se muestran los resultados promedios de resistencia final obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión para el concreto con diferentes porcentajes de relave minero a los 7, 14 y 28 días, tal como se muestra en la tabla 47.

**Tabla 47.** Resistencia a la compresión comparativa obtenido tomado  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Concreto con		Resistencia a la compresión con respecto a $175 \text{ kg/cm}^2$ con					
Cemento	Relave minero	7 días		14 días		28 días	
		Kg/cm <sup>2</sup>	%	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Kg/cm <sup>2</sup>	%
Resistencia Teórica ->		117.25	67%	150.50	86%	175.00	100%
100%	0%	<b>219.96</b>	125.69%	<b>273.40</b>	156.23%	<b>283.40</b>	161.94%
95%	5%	<b>204.87</b>	117.06%	<b>229.23</b>	130.98%	<b>256.33</b>	146.47%
90%	10%	<b>172.17</b>	98.38%	<b>223.83</b>	127.90%	<b>239.53</b>	136.87%

**Fuente:** Elaboración Propia,2021

**Gráfico 5.** Comparación de la Resistencia a Compresión obtenidos para diferentes Porcentajes de Relave Minero.



**Fuente:** Elaboración propia,2021

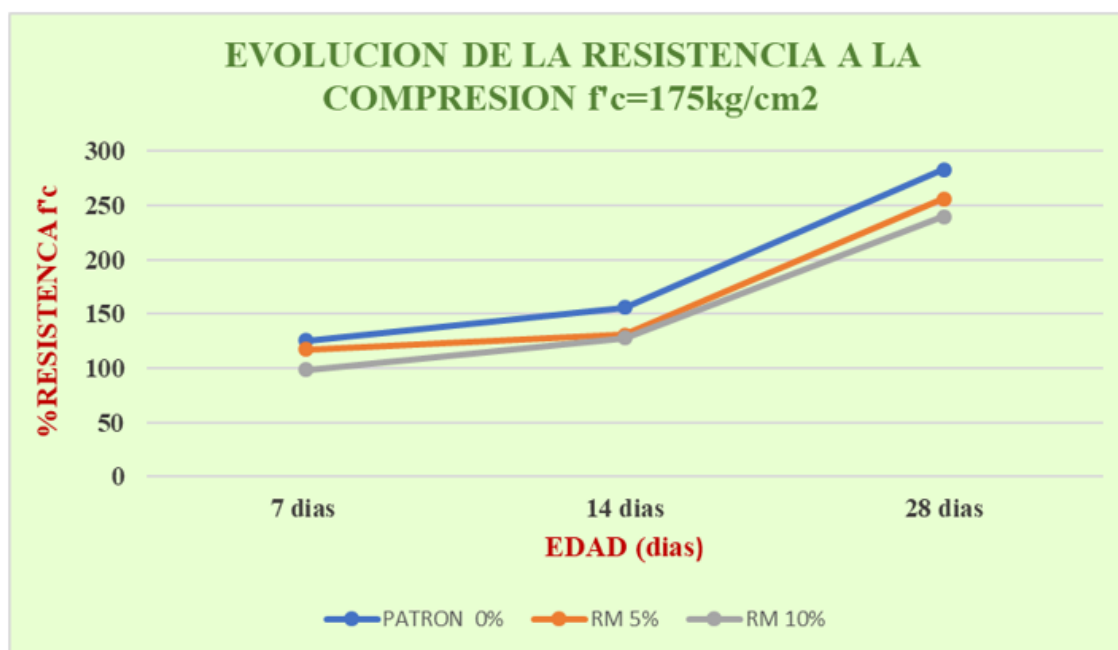
## Interpretación

En el gráfico 5, tenemos las comparaciones de resistencia según las edades y la marca del cemento, a los 28 días el concreto patrón se ha conseguido un esfuerzo de  $283.40 \text{ kg/cm}^2$ , sustituyendo un 5% de relave minero se obtuvo una resistencia de  $256.33 \text{ kg/cm}^2$  y sustituyendo un 10% de relave minero se alcanzó una resistencia de  $239.53 \text{ kg/cm}^2$ .

Como se puede apreciar sustituyendo un 5% de relave minero, informa particularidades bastante cercanas a las del patrón.

Se puede apreciar mediante la tabla 48 donde se representa gráficamente la evolución del del concreto en sus diferentes diseños, como indica el Gráfico 6.

**Gráfico 6.** Evolución de la Resistencia a Compresión obtenidos para diferentes porcentajes de relave minero.



**Fuente:** Elaboración propia, 2021

## V. DISCUSIÓN

A continuación, se detalle aquellos aspectos convergentes y divergentes reportados de la investigación de los resultados obtenidos. Por lo que, se discutirán posibles aclaraciones relativas a los obtenidos de la presente investigación con otros antecedentes realizadas.

En cuanto a las discusiones se considera dos a detalle:

1. La presencia de los objetivos, desde los objetivos específicos.
2. Los tres asignados comparativos que se ha llevado en cuenta los siguientes:  
Resultados obtenidos por el siguiente estudio, valores hallados en los antecedentes y los valores por teoría. Se ilustra con el siguiente gráfico:



**Figura 27.** *Discusión de Resultados*

### **Discusión de Resultados.**

En tanto a las discusiones, establecieron en la prelación de los efectos, realizándose por el general y finalmente determinar los específicos:

**En cuanto a la Hipótesis general: Si se emplea 5% y 10% de relave minero, en reemplazo del cemento; entonces se conseguirá un superior esfuerzo a la presión del concreto.**

Los resultados obtenidos se tienen que el empleo de relave minero en sustitución con respecto al cemento en porcentajes de 5% y 10% no genera buenos resultados

en la resistencia en los lapsos de 7, 14 y 28 días, donde se concluye que la resistencia es inferior al patrón en los grupos de control elaborados.

El resultado de Isaac Milton y José Larico (2017), sirve para saber si existe relación entre tres variables, por lo que nos señala una relación eficaz en las variables, donde se descarta la suposición nula y se admite la absoluta. Por tanto, se deduce que: La incorporación de relave minero en porcentajes de 3%, 6% y 9%, en vez de la pasta hidráulica. La resistencia es inferior al concreto normal en todos los grupos de control, donde se demostró que con sustitución de relave minero disminuye el costo de producción.

**En cuanto a la Hipótesis específica 1: El estudio de los componentes básicos del relave minero influirá a la resistencia.**

Mediante los resultados de los componentes básicos del relave minero las cuales influyen directamente en las propiedades del concreto en sus estados de diseño protagonizando la no mejora a la compresión del concreto, por tanto, se rechaza la hipótesis específica.

Contrastando el resultado de (Anicama Acosta, 2010) del cual nos sirve para saber si hay relación de resultados, indica que existe relación negativa de análisis químico del relave minero por lo que no se admite la hipótesis específica 1. Por lo tanto, se finaliza que: las características químicas no cumplen al término por lo mencionado en la normativa las sales solubles y sulfatos solubles (ver tabla 32).

**En cuanto a la Hipótesis específica 2: La resistencia a la compresión del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  cumple con los parámetros de diseño.**

Al realizar el cálculo de dosificación de las mezclas con concreto patrón sin aditivos, por la regla ACI 211.91 de 250 psi se consideró las singularidades físicas de los agregados, se consignó en realizar los pasos correspondientes tales como la obtención de  $f'cr = 245 \text{ kg/cm}^2$  con un coeficiente de confianza de 70 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que el esfuerzo a la presión cumple con los parámetros establecidos de diseño.

El resultado de (Fernandez, 2019) determina el esfuerzo  $f'c=175\text{kg}\cdot\text{cm}^2$  en 7,14,28 jornadas, este procedimiento es congruente a los desarrollado en la presente investigación como se ilustra en el cuadro.

**Tabla 48.** Resultados del esfuerzo del concreto  $f'c = 175\text{kg}/\text{cm}^2$

Fernández, Mercedes			Mis datos obtenidos		
Cemento Portland Tipo I a un $f'c=175$	Resistencia $\text{kg}/\text{cm}^2$	Llega %	Cemento Portland Tipo I a un $f'c=175$	Resistencia $\text{kg}/\text{cm}^2$	Llega %
7 días	169.81	97.03	7 días	219.96	125.60
14 días	168.58	96.33	14 días	273.40	156.22
28 días	169.61	96.92	28 días	283.40	161.94

**Fuente:** Elaboración propia,2021

Como puede visualizarse los desenlaces medianos son relativamente mejores a los obtenidos por Fernández, Mercedes, por lo cual se puede deducir que hemos logrado llegar a una resistencia apropiada según esta investigación y por lo tanto cumple con los parámetros de diseño.

En el estudio de Isaac & José (2017), determinaron el esfuerzo al estrujón de un Concreto  $f'c = 175\text{kg}/\text{cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días, este procedimiento es congruente contemplado en el presente estudio observado en el cuadro:

**Tabla 49.** Resultados a la compresión promedio  $f'c = 175\text{kg}/\text{cm}^2$

Isaac & José			Mis datos obtenidos		
Cemento Portland Tipo I a un $f'c=175$	Resistencia $\text{kg}/\text{cm}^2$	Llega %	Cemento Portland Tipo I a un $f'c=175$	Resistencia $\text{kg}/\text{cm}^2$	Llega %
7 días	122.21	69.83	7 días	219.96	125.60
14 días	158.05	90.32	14 días	273.40	156.22
28 días	180.33	103.04	28 días	283.40	161.94

**Fuente:** Elaboración propia,2021

Apreciado en la lámina superior los datos promedios obtenidos según (Caceres, y otros, 2017) son bajos a la resistencia a la compresión, mientras nuestros datos tienen un aumento de la resistencia ascendente y homogéneo.

**En cuanto a la Hipótesis específica 3: el empleo de relave minero por sustitución en peso del cemento portland tipo I en proporciones de 5% y 10% aumenta la resistencia a la compresión del concreto de  $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con respecto a la resistencia del concreto patrón.**

El estudio de (Caceres, y otros, 2017) nos permite conocer si hay relación de variables donde nos indica que hay relación positiva entre las variantes se acepta la hipótesis específica 3. donde, se concluye que: la incorporación de relave minero en la pasta no mejora la resistencia a la compresión del mortero hidráulico.

El presente estudio corrobora lo propuesto por Isaac Milton & José Larico, dado que coincide con los hallazgos encontrados donde se determinó en cuanto del concreto a las edades de 7, 14 y 28 donde realizaron diseños con  $f'_c = 175, 210$  y  $245 \text{ kg/cm}^2$ , donde incorporaron porcentualmente en 3%, 6% y 9% relave minero con respecto a cemento donde determinaron las características del relave minero y agregados, sus ensayos de granulometría de los agregados usados su, peso unitario,  $\gamma$ , contenido de humedad, absorción, esfuerzo al aplastamiento, la cual se detalla a continuación:

Granulometría del material grueso:  $1489 \text{ kg/cm}^3$ , peso compactado  $1633 \text{ kg/cm}^3$ , peso específico  $2700 \text{ kg/cm}^3$ , el modulo de fineza es de 6.8%, el % de absorción es 3.42% y el porcentaje humedad es 2.90%.

Granulometría del agregado fino: Peso unitario  $1534 \text{ kg/cm}^3$ , peso unitario compactado  $1687 \text{ kg/cm}^3$ , peso específico:  $2790 \text{ kg/m}^3$ , módulo de fineza de 3.02, porcentaje de absorción 4.57% y el porcentaje de humedad es 2.16%. Para obtener las proporciones de diseño de mezcla se aplicaron la guía del ACI y dato de agua-cemento = 0.608.

Por otro lado obtuvieron los resultados de una resistencia final en el ensayo de resistencia a la compresión para un concreto convencional y con diferentes adiciones de porcentajes de relave minero de 3%, 6% y 9% a las edades de 7, 14 y 28 días tal como se define a continuación: con un concreto patrón obtuvieron  $f'_c = 175$  a los 7 días  $122.21$ , a los 14 días  $f'_c = 158 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días un  $f'_c = 180.33 \text{ kg/cm}^2$ , adicionando un 3% de relave minero obtuvieron una resistencia a los 7 días  $f'_c = 120.73 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días un  $f'_c = 155.84 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días un ; adicionando un 6% de relave minero obtuvieron una resistencia a los 7 días  $f'_c = 119.60 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días un y a los 28 días un  $f'_c = 166.36 \text{ kg/cm}^2$

y adicionando un 9% de relave minero obtuvieron una resistencia a los 7 días  $f'_c = 112.19 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días un  $f'_c = 136.82 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días un . Por otro lado, obtuvieron el esfuerzo a apretón media de  $f'_c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$ , con concretó convencional a los 7 días  $f'_c = 148.18 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días  $f'_c = 187.43 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días un , adicionando un 3% de relave minero obtuvieron una resistencia a los 7 días  $f'_c = 144.87 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días un  $f'_c = 181.46 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días un  $f'_c = 201.75 \text{ kg/cm}^2$  ; adicionando un 6% de relave minero obtuvieron una resistencia a los 7 días 139.21 , a los 14 días un  $f'_c = 177.18 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días un 195.38 y adicionando un 9% de relave minero obtuvieron una resistencia a los 7 días  $f'_c = 134.87 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días un  $f'_c = 170.62 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días un  $f'_c = 184.82 \text{ kg/cm}^2$ .

Por otro lado, obtuvieron una resistencia promedio , de concretó convencional 245 a los 7 días  $160.15 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días 206.81 y a los 28 días un 241.36 , adicionando un 3% de relave minero obtuvieron una resistencia a los 7 días  $f'_c = 152.86 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días un  $f'_c = 200.50 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días un  $f'_c = 227.39 \text{ kg/cm}^2$  ; adicionando un 6% de relave minero obtuvieron una resistencia a los 7 días  $f'_c = 143.93 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días un  $f'_c = 194.98 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días un y adicionando un 9% de relave minero obtuvieron una resistencia a los 7 días  $f'_c = 138.08 \text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días un y a los 28 días un 208.77  $\text{kg/cm}^2$ .

Los resultados de estudio presentado se asemejan con los resultados de la resistencia al concreto promedio de  $f'_c = 245.00 \text{ kg} - \text{cm}^2$ , además influye a las características granulométricas también el método a realizar del concreto, en el presente estudio la mezcla fue con mezcladora de 80 litros ( $1p^3$ ) y el estudio de Isaac Milton y José Larico fue con ( $6p^3$ ). También realizaron el estudio de análisis de costos de materiales por  $\text{m}^3$  de concreto de diseño al esfuerzo axial de empleando diferentes porcentajes de relave minero, sin tomar en cuenta los insumos de mano calificada, equipos y hm. Realizando los cálculos de  $f'_c = 175.00 \text{ kg/cm}^2$ , obtuvieron para diferentes dosificaciones el costo con cemento 97% +RM 3% el mayor costo unitario fue de S/ 211.04, seguido con 94% +RM 6%, con un costo unitario de S/ 208.23 y por último con cemento 91% +RM 9% con un costo unitario de S/ 205.43.

Realizando los cálculos para  $210\text{kg-cm}^2$ , obtuvieron para diferentes dosificaciones el costo con cemento 97% +RM 3% el mayor costo unitario fue de S/ 232.43,

seguido con 94% +RM 6%, con un costo unitario de S/ 229.25 y por último con cemento 91% +RM 9% con un costo unitario de S/ 226.07.

Realizando los cálculos para  $f'_c = 245.00 \text{ kg/cm}^2$ , obtuvieron para diferentes dosificaciones el costo con cemento 97% +RM 3% el mayor costo unitario fue de S/ 251.14, seguido con 94% +RM 6%, con un costo unitario de S/ 247.64 y por último con cemento 91% +RM 9% con un costo unitario de S/ 244.13.

**Tabla 50.** Resultados de la resistencia promedio con adición de relave minero en porcentaje

Isaac & José				Mis datos obtenidos			
Relave Minero (%)	Cemento Portland Tipo I a un $f'_c=175$	Resistencia $\text{kg/cm}^2$	Llega %	Relave Minero (%)	Cemento Portland Tipo I a un $f'_c=175$	Resistencia $\text{kg/cm}^2$	Llega %
6	7 días	119.60	68.34	5	7 días	204.87	83.62
	14 días	150.71	86.12		14 días	229.23	93.56
	28 días	166.36	95.06		28 días	256.33	104.62
9	7 días	112.19	64.11	10	7 días	172.17	70.27
	14 días	136.82	78.18		14 días	223.83	91.36
	28 días	155.99	89.14		28 días	239.53	97.77

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

Los resultados de la presente investigación son diferentes porque el peso específico en el estudio mencionado del cemento es 3.10 y en nuestra investigación es de 3.15.

Los resultados presentados por los autores mencionados anteriormente con diferentes, respecto a nuestra investigación porque la correlación de agua/cemento del autor mencionado da 0.608 para todos sus diseños, en el presente informe para los ensayos de mezclas en el mortero convencional y adicionando porcentualmente relave minero la relación agua/cemento fue de diferentes resultados.

Los resultados de la presente investigación son diferentes por tener más agua en la mezcla de  $f'_c = 175.00$ .



**En cuanto a la Hipótesis específica 4: El uso de relave minero en la elaboración del concreto no genera problemas con la salud y el medio ambiente.**

Para determinar que el uso del relave minero para elaboración del concreto de esfuerzo  $f_c=175\text{kg-cm}^2$  se encontró que al realizar los ensayos de diseño adicionando relave minero en porcentaje, respecto al diseño patrón no generará problemas con la salud y el medio ambiente, lo cual se exploró mediante la ejecución de los ensayos de las 18 briquetas de ensayadas a las edades 7 , 14 y 28, por otra parte Ledesma (2018) hace la propuesta del tratamiento del depósito de relaves con el método de encapsular con geomembrana y cubierta vegetal a fin de disminuir el ambiente contaminante a base de exitosa experiencias la cual favorecerán a la recuperación ambiental y consiguiendo buenos beneficios a la salud, social y económica.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión general**

1. Se concluye que sustituyendo relave minero en porcentajes de 5% y 10% con relación al valor del cemento, el esfuerzo a la presión es inferior al concreto patrón, en todos los grupos de control; Se ha logrado demostrar que el concreto con sustitución de relave minero no arregla la resistencia del concreto.

### **Conclusiones específicas**

2. Se concluye que se identificaron las principales características químicas del residuo industrial de la minería, las sales solubles totales fueron de 0.3776%, los sulfatos encontrados oscilan de 0.1387%, cloruros solubles con 0.1387%. dicho residuo de relva presento un pH igual a 2.21, de coloración amarillento y textura arcillosa.
3. Se considero las características físicas de los agregados, se siguió los pasos correspondientes tales como la obtención del  $f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$ , con un factor de seguridad de  $70 \text{ kg/cm}^2$ , se concluye que la capacidad de resistencia a la compresión de las briquetas experimentales; observando así una de la

resistencia a los 7 días de curado en un 219.96 kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días un esfuerzo de 273.40 kg. A los 28 días una resistencia de 283.40 kg/cm<sup>2</sup>, en la edad de 28 días se obtuvo una mayor resistencia a todas las edades diseñadas corroborado en la tabla 47 (p.96) en este sentido, se concluye que el esfuerzo al aplastamiento del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , cumple los parámetros diseño”, fue aceptada por su aumento en un 13.55%.

4. Se determinó el efecto de la sustitución de relave minero en proporción porcentual de 5 % en el concreto normal  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  se asemeja a la resistencia y con sustitución de 10% de ingrediente minero se aleja al esfuerzo de diseño para 175 requerida.
  - Se concluye que las sustituciones de relave en proporciones menores a 5% no afectan las características físicas principales de los concretos convencionales.
  - Se observa que adiciones mayores a 10% influyen negativamente y reducen las características resistentes de los concretos convencionales.
5. Se concluye que el empleo del relave minero en la elaboración de concretos con adición de relve minero en porcentajes, no genera problemas a la salud ni al medio ambiente.

## VII. RECOMENDACIONES

Este proyecto de tesis cumplió con los objetivos de acuerdo a lo establecido, sin embargo, sería profundizar en algunos temas, que son:

- Se recomienda realizar análisis químico como el contenido de metales pesados, pH, contenido de sulfatos de los relaves para poder determinar un método de tratamiento.
- Para resistencia de  $f'c = 175kg/cm^2$ , se recomienda usar de 5% de relave minero con respecto al peso del cemento lo cual serán utilizados para actividades de concreto simple.
- Se sugiere la aplicación posterior del uso del relave minero en cantidades porcentuales diferentes para incorporarlos en morteros para asentado albañilería confinada, cimientos, por lo que se beneficiara con un panorama en la práctica en construcción civil.
- Se recomienda continuar con la aplicación de estos tipos de ensayos, debido, por lo que demuestra que el relave minero puede ser usado de manera segura sin que afecte negativamente a la salud y medio ambiente.
- Investigar aditivos que puedan mitigar la cantidad de reactivos químicos que presenta la sustancia minera, mejorar la resistencia; de tal forma que el producto sea reaprovechado en obras diversas y así mismo se estaría contribuyendo con el agente ambiental.

## REFERENCIAS

1. **Abanto, Flavio. 2009.** Tecnología de Concreto. 2da. Lima : San Marcos E.I.R.L, 2009,. págs. 11-81. 9786123020606.
2. **Achanai , Buasri . 2013.** Calcium Oxide Derived from Wast Shells of Mussel Cockle, and Scallop as Othe Heterogeneous Catalyst for Biodisel Production. Tailandia: Bangkok : s.n., 2013.
3. **Aldana, Rodu Miller. 2014.** Estudio Experimental de Resistencias a Compresión del Hormigón: Correlación entre Resultados de Probetas Cúbicas y Probetas Cilíndricas. Chile : Universidad de Chile, 2014.
4. **American Society for Testing and Materials. 2016.** ASTM C138/C138M-16 “ Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete, West Conshohocken, PA, USA. USA : s.n., 2016.
5. American Society for Testing and Materials. **ASTM C29 / C29M-09 “Standard Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate”, West Conshohocken. 2009.** PA, USA : s.n., 2009.
6. **Amin Salvador , Nazer Varela. 2016.** Caracterización y Determinación de las Propiedades Cementantes de Escorias de Cobre del Siglo XIX de la Región de Atacama, Chile para su uso en construcción. España : Universitat Politècnica de València, 2016. pág. 123.
7. **Anicama Acosta , Gerson Alfredo. 2010.** Estudio Experimental del Empleo de Materiales de Desecho de Procesos Mineros en Aplicaciones Prácticas con Productos Cementicios (Tesis de Pregrado). Lima, Peru : Ponteficia Universidad Catolica del Peru, 2010.
8. **ASTM, American Society for Testing and Materials. Annual Book of Standrds, vol. 04.08 Soil and Rock y Dimension Stone, Synthetics. 1997.** ASTM. 1997.
9. **Borralleras Mas, Pere. 2019.** Borralleras Mas, Pere. Intercalation mechanism of polycarboxylate-based superplasticizers into montmorillonite clays. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya. 2019. pág. 282.
10. **Bradley, Michael, Berry, Robert y Farnish, Richard. 2011.** Methods for design of hoppers. Silos, bins and bunkers for reliable gravity flow, for pharmaceutical, food, mineral and other applications. Chatham: University of Greenwich, UK. 2011.
11. **Cabrera , Juan Walter. 2010.** Relación entre asentamiento y esfuerzo de cedencia en relaves mineros. Lima- Perú : UNI-Tesis, 2010.
12. **Caceres Pachari, Isaac Milton y Larico Tito, Jose Luis. 2017.** Evaluación de Mezclas de Concreto  $f'c=175, 210$  Y  $245 \text{ kg/cm}^2$  con Relave Minero del Distrito de Ananea - Putina - Puno(Tesis de Pregrado). Puno : Universidad Nacional Del Altiplano, 2017.
13. **Caceres, Isaac y Larico, Jose. 2017.** Evaluacion de Mezclas de Concreto  $f'c=175, 210$  Y  $245 \text{ kg/cm}^2$  con Relave Minero del Distrito de Ananea - Putina - Puno. PUNO. Ananea : s.n., 2017. pág. 151, Tesis de Pregrado.

14. **Calla, Raul. 2013.** Resistencia del Concreto Utilizando Aditivos Superplastificante y Microsílice con Agregados de la Cantera Cutimbo. Universidad Nacional del Altiplano . Puno : s.n., 2013. pág. 151, Tesis de Pregrado.
15. **Carrasco , Sergio. 2019.** Metodología de La Investigación Científica. [ed.] 19. s.l. : Editorial Sn Mrcos E.I.R.LTDA, 2019. pág. 476. 978-9972-38-344-1.
16. **Castellón, H y De la Ossa, K. 2013.** Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes. Universidad de Cartagena, Colombia: : s.n., 2013.
17. **Celada Blesa, Ulric. 2019.** Theoretical and experimental study of the behaviour at service and failure of partially prestressed concrete beams under flexure and shear. Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya. 2019. pág. 192.
18. **Chipana, Edinson. 2018.** Empleo del relave Minero para el Mejoramiento de las Características Mecánicas de la Carretera Ananea – Suches. Juliaca, Universidad Andina Nestor Caceres Velazquez. Juliaca : s.n., 2018. pág. 163.
19. **Civancik-Uslu, Didem. 2019.** Advances in life cycle assessment of plastics with mineral fillers in packaging applications. Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya. 2019. pág. 169.
20. **Curo Ordoñez, Eliseo y Rashuamán Benito, Percy Paul. 2015.** Diseño de mezcla de concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  adicionado relave minero de la relavera n.º 09-Acchilla-Cochaccasa, para tránsito ligero (metodo aci) en el Distrito de Lircay Provincia de Angaraes - Huancavelica. Lircay : Universidad Nacional de Huancavelica, 2015.
21. **Fernandez, Mercedes. 2019.** Resistencia Mecánica de un Concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  Sustitución del 50% de Cemento por Relave Minero, Distrito de Jangas, Huaraz - Ancash. Ancash, Univeridad San Pedro. Huaraz : s.n., 2019. pág. 116, Investigacion Científica.
22. **G. Melián, Gonzalo Barluenga, Hernández Francisco. 2010.** Aumento de la tenacidad de hormigones autocompactables reforzados con fibras cortas de polipropileno. 2010. págs. 93-97. 0465-2746.
23. **Giraldo , Enrique. 1987.** 1987.
24. **Gómez , Gutiérrez M. 2009.** Límites de consistencia de los agregados para mezclas de. Mexico D.F. : Universidad nacional autónoma de México, 2009. Tesis.
25. **Harmsen. 1995.** 1995.
26. **Juanita, Galas. 2011.** Estado del Arte en la Disposición de Relaves Espesados. Mediana Minería . [En línea] 2011. <https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2016/05/10.-Estado-del-Arte-en-Disposici%C3%B3n-de-Relaves-Espesados.pdf>.
27. **Kabashi, Naser, y otros. 2017.** Corrosion in concrete under sulphate and chloride attacks en line. Zadar: 1st International Conference on Construction Materials for Sustainable Future. Croacia : s.n., 2017.

28. **Liaudat, Joaquín. 2018.** Experimental and numerical study of the effect of stress on ASR expansions in concrete. Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya. 2018. pág. 363.
29. **Lincoln H., Syed M. y Lincoln H. y Syed M. 2010.** Modern Construction Lean Project Delivery and Integrated Practices. s.l. : Lean Project Delivery and Integrated Practices. 2010. SBN: 978-1-4200-6313-4.
30. **Lucas. 2009.** 2009.
31. **Marcondes, C., y otros. 2015.** Nanotubos de carbono en concreto de cemento Portland. Influencia de la dispersión en las propiedades mecánicas y en la absorción de agua. 2015. Vol. vol.5. ISSN 2007-6835.
32. **Marquez, Jorge. 2017.** The effect of biodeterioration on the mechanical properties of cement mortar. 2017. pág. 205.
33. **Matienzo, Jorge. 2017.** Resistencia a la compresión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz. Ancash. Huaraz : s.n., 2017. pág. 113.
34. **Merma, Matilde y Churata, Rossibel. 2015.** Obtencion de Geopolimeros a partir de Relave Minero de Cobre con Ceniza Volante y Metacaolin. AREQUIPA, Universidad Nacional San Agustín . Arequipa : s.n., 2015. pág. 259.
35. **Mondragón , Rosa Haydee. 2003.** Manual de Laboratorio de Mecánica. s.l. : Editorial Universitaria UNC, 2003.
36. **Mora, Gerardo. 2019.** Evaluacion del Relave Minero y su Tratamiento en la Planta de Beneficio MVC-2011-II. Sayan –Lima. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion. Huacho : s.n., 2019. pág. 102.
37. **O'Reilly , Vitervo, Hernandez , Ruben y Ruiz, Lourdes. 2010.** Las Tecnologías del Concreto en su Ciclo de Vida Concr. cem. investig. desarro [online]. Mexico : s.n., 2010. págs. 42-47. 2007-3011.
38. **Ortega, Juan. 2014.** Diseño de estructuras de concreto armado. Lima : s.n., 2014. 978-612-304-217-2.
39. **Oseda, Gago. 2008.** Metodología de la Investigacion. 2008.
40. **Oyarzun, I. 2013.** Influencia de las Escorias de Cobre en la Fabricación de Hormigón. Santiago : Universidad Austral de Chile, 2013.
41. **Parker, Harry. 1982.** Diseño Silplificado de Concreto Reforzado . Mexico : Limusa, 1982.
42. **Prisco, M. di, Plizzari, G. y Vandewalle, L. 2009.** Fibre reinforced concrete: new design perspectives”, Materials and Structures, RILEM. 2009. 1527-009-9529-4.
43. **Quevedo , E C. 2013.** Granulometría de agregados (grueso y fino). Chimbote : Universidad Nacional del Santa, 2013. Manual de tecnología de materiales.
44. **Rivera, Jorge. 2018.** Effect of mineral admixtures on high-performance concrete: C-S-H formation and physical-mechanical properties: Effet des ajouts minéraux sur

- le béton à haute performance : formation de C-S-H et propriétés physico-mécaniques / Efecto de los aditivos minera. Canada : s.n., 2018. pág. 151.
45. **Rivva. 2007.** Diseño de Mezclas. Segunda Edicion. Lima : Williams E.I.R.L, 2007. págs. 11-123.
  46. **Rivva, Enrique. 2012.** Centro de Investigaciones Viales - Área Estructuras y Materiales de Construcción, Naturaleza y Materiales del Concreto. Instituto de la Construcción y Gerencia. 4ta. Lima : s.n., 2012.
  47. **Rojas, Lissett y Ventura, Liz. 2017.** Utilizacion del Relave Minero Para la Elaboracion de Bloques de Concreto Tipo Ensamblable. Huancavelica, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica : s.n., 2017. pág. 251.
  48. **Rosario, Quenlli Benito. 2010.** Determinación de parámetros reológicos de flujos hiperconcentrados aplicados a relaves mineros. Lima-Perú : UNI-Tesis, 2010.
  49. **Sajjad, Mirsalehi. 2018.** Hydro-mechanical behaviour of compacted binary mixtures : an experimental study. Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya. Catalunya : s.n., 2018. pág. 215.
  50. **Torres, Juan. 2013.** valuación de la resistencia a la comprensión del concreto co aditivo Sika Rapid 1. Cajamarca -Perú : Universidad Nacional de Cajamarca, 2013.
  51. **Tufino, Santiago. 2009.** Variación de resistencias vs. edades y relación a/c con cemento pórtland tipo I (sol). (Tesis de Pregrado). LIMA : Universidad Ricardo Palma, 2009. Tesis para obter el título ptofesional de Ingeniero.
  52. **Villalaz, Carlos. 2004.** Mecanica de Suelos y Cimentaciones. Mexico : Limusa, 2004. págs. 48-87. Vol. 5a ed. .
  53. **Zeña , José Antony. 2018.** Resistencia a la Comprensión de Concretos con Epóxicos Adherentes. Lambayeque - Perú : UNPRG-Institucional, 2018. 10.1.5.21:UNPRG/1622.

## ANEXOS

### ANEXO 01. Operacionalización de Variables

VARIABLE DE ESTUDIO		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Dependiente	Mejorar la Resistencia a la Compresión del Concreto	(Abanto Flavio, 2009, p. 51). La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una Briqueta de concreto bajo diferentes cargas, en el caso de la investigación será de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .	Concreto en Estado Fresco	Relación Slump	Formatos	Razón
				Concreto en Estado Endurecido	$f'c$ a los 7 días	Máquina de compresión Accu-Teck	
					$f'c$ a los 14 días	Máquina de compresión Accu-Teck	
$f'c$ a los 28 días	Máquina de compresión Accu-Teck						

VARIABLE DE ESTUDIO		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente	Empleo de Relave Minero.	Se trata de un conjunto de desechos tóxicos de procesos mineros de la concentración de minerales de altas concentraciones de químicos.	Empleo del relave minero en reemplazo del cemento para el diseño de briquetas a compresión	Dosificación al 5% y 10% de relave minero.	Porcentaje de relave minero con respecto al peso del cemento	Recolección de gráficos y datos estadísticos	Porcentaje

Fuente: Elaboración Propia, 2021



## ANEXO 02: Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipotesis	Definición operacional	Operacionalización				
				Variable	Dimensiones	Indicadores	Métodos y Técnicas	Escala de medición
<p><b>General</b></p> <p>¿De qué manera influirá el relave minero en la mejora de la resistencia a la Compresión en Concreto <math>f'c=175\text{kg/cm}^2</math>, Ticapampa – Recuay – Ancash – 2020?</p>	<p><b>General</b></p> <p>Determinar la influencia del empleo de relave minero en el mejoramiento de la resistencia a compresión de un concreto <math>f'c=175\text{kg/cm}^2</math>, Ticapampa – Recuay – Ancash</p>	<p><b>General</b></p> <p>Si se emplea 5% y 10% de relave minero, en reemplazo del cemento; entonces se obtendrá una mayor resistencia a la compresión del concreto.</p>	<p>Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de concreto bajo diferentes cargas, en el caso de la investigación será de <math>175\text{kg/cm}^2</math>.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Mejorar la Resistencia a la Compresión del Concreto.</p>	<p>- Concreto en Estado Fresco</p> <p>- Concreto en Estado Endurecido</p>	<p>Relación slump</p> <p><math>f'c</math> a los 7 días.</p> <p><math>f'c</math> a los 14 días</p> <p><math>f'c</math> a los 28 días</p>	<p>- <b>Universo</b>=Finito</p> <p>- <b>Muestra</b>= 27 briquetas</p> <p>- <b>Método</b>. Científico</p> <p>- <b>Esquema del proyecto</b>: De acuerdo a la universidad cesar vallejo de la facultad de ingeniería y arquitectura.</p> <p>- <b>Técnicas a utilizar</b></p> <p>1. <b>Para acopio de datos.</b> Observación y fichas.</p> <p>2. <b>Para procesamiento de datos.</b> Consistenciación, clasificación de información y tabulación de datos</p>	<p>Razón</p>
<p><b>Específicos</b></p> <p>- ¿Cuáles serán las propiedades físico-químico del relave minero a utilizar en el mejoramiento de la resistencia a compresión de un concreto <math>f'c=175\text{kg/cm}^2</math>?</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>- Determinar las propiedades físico-químico del relave minero a utilizar en el mejoramiento de la resistencia a</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>- El estudio de los componentes básicos del relave minero influirá en la resistencia a la compresión del concreto.</p>	<p>Empleo del relave minero en reemplazo del cemento para mejorar la resistencia a compresión del concreto de <math>f'c=175\text{kg/cm}^2</math>.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Empleo del Relave Minero</p>	<p>Dosificación al 5% y 10% de relave minero</p>	<p>Porcentaje de relave minero con respecto al peso del cemento</p>	<p>Porcentaje</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuál será la resistencia a la compresión de un concreto <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup>?</li> <li>- ¿Cuál será la resistencia a la compresión de un concreto <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup> con sustitución en peso del cemento portland tipo I por relave minero en proporciones de 5% y 10%?</li> <li>- ¿El uso del relave minero en la elaboración del concreto de resistencia <math>f'c=175</math>kg/cm<sup>2</sup> no generará problemas a la salud y el medio ambiente?</li> </ul>	<p>compresión de un concreto <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la resistencia a la compresión de un concreto <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup>.</li> <li>- Determinar la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup> con sustitución en peso del cemento portland tipo I por relave minero en proporciones de 5% y 10%.</li> <li>- Determinar que el uso del relave minero en la elaboración del concreto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup> cumple con los parámetros de diseño.</li> <li>- El empleo de relave minero por sustitución en peso del cemento portland tipo I en proporciones de 5% y 10% aumenta la resistencia a compresión del concreto de <math>f'c=175</math> kg/cm<sup>2</sup> con respecto a la resistencia del concreto patrón.</li> <li>- El uso de relave minero en la elaboración</li> </ul>		<p><b>VARIABLE INTERVENIENTE</b></p> <p>Relave Minero de Ticapampa</p>			<ol style="list-style-type: none"> <li>3. <b>Técnicas para el análisis de datos.</b> Estadística descriptiva para cada variable.</li> <li>4. <b>Para presentación de datos.</b> tablas, gráficos estadísticas y figuras</li> <li>5. <b>Para el informe final.</b> Esquema propuesto por la facultad de ingeniería y arquitectura</li> <li>6. <b>Tipo de investigación.</b> Aplicada</li> <li>7. <b>Diseño.</b> Experimental</li> </ol>	
---	---	--	--	--	--	--	--	--

	de resistencia $f'c=175$ kg/cm2 no generará problemas con la salud y el medio ambiente.	del concreto no genera problemas con la salud y el medio ambiente.						
--	---	--	--	--	--	--	--	--

**Fuente:** Elaboración propia, 2021

## ANEXO 03. Certificado de Laboratorio de Construcciones



“AÑO DEL BICENTENARIO DE PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

EL QUE SUSCRIBE, GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA VICAT: EXPIDE LA PRESENTE:

**CONSTANCIA**

Que el Sr. Jhon Fernando Mejía Zambrano, está desarrollado el trabajo de investigación titulado: **“EMPLEO DE RELAVE MINERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , Ticapampa – Recuay – Ancash – 2020”**

Dicho proyecto de investigación se está llevando a cabo con el personal técnico y especialistas en ingeniería civil de nuestro laboratorio: Vicat construcción, durante el mes de enero hasta finales de febrero del presente año.

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines que se estime conveniente.

Lima, 8 de febrero de 2021

  
Ing. Yashin Bolo Saldaña  
GERENTE GENERAL  
VICAT E.I.R.L.

WWW.VICATCONSTRUCCION.COM / Informes@vicatconstruccion.com  
Dirección: Villa Esperanza Mz. F Lt 10 Km.18.5 Tupac Amaru Carabayllo.  
CONTACTO: 7287343 - 992025641



## ANEXO 04. Certificado de Ensayos del Agregado Fino de Laboratorio.

Código : LEM-EADM-001	INFORME		VICAT	
Fecha : 23-01-2021	CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO			
Página : 1 de 1	CON FINES DE DISEÑO (Método ACI 211)			
PROYECTO : Proyecto de investigación - Empleo de Relave minero para mejorar la resistencia a la compresión del concreto f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> , Ticapampa - Recuay / Ancash 2020			Registro N°	VC 21-LEM-100-05
SOLICITANTE : Bachiller Jhon Fernando Mejía Zambrano.		MUESTREADO POR : Tec. Jorge Bolo	Fecha de muestreo: 19-01-2021	
CLIENTE : Bachiller Jhon Fernando Mejía Zambrano.		ENSAYADO POR : Tec. Jorge Bolo	Fecha de ensayo : 20-01-2021	
Tipo de muestra	Agregado fino para concreto			
Identificación de la muestra	AF			
Descripción de la muestra	Arena gruesa			

GRANULOMETRÍA				CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	
3"		0.0	0.0	100.0	MÓDULO DE FINEZA
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECÍFICO SECO
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECÍFICO SSS
1"		0.0	0.0	100.0	% ABSORCIÓN
3/4"		0.0	0.0	100.0	% PASANTE DE MALLA # 200
1/2"		0.0	0.0	100.0	% HUMEDAD
3/8"	7.5	1.3	1.3	98.7	% ABRASIÓN POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ANGELES
# 4	21.0	3.6	4.9	95.1	% PARTICULAS FRIABLES Y TIRONES DE ARCILLA
# 8	38.1	6.5	11.4	88.6	% PARTICULAS LIGERAS
# 16	63.0	10.8	22.2	77.8	% INALTERABILIDAD POR MEDIO DE SULFATO DE MAGNESIO
#30	129.3	22.2	44.4	55.6	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m <sup>3</sup> )
#50	135.6	23.3	67.7	32.3	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m <sup>3</sup> )
#100	134.4	23.1	90.7	9.3	
fondo	54.0	9.3	100.0	0.0	
TOTAL	582.9	100.0	MODULO DE FINEZA	2.43	

CURVA GRANULOMETRICA


VICAT E.I.R.L.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:

[WWW.VICATCONSTRUCCION.COM](http://WWW.VICATCONSTRUCCION.COM) / [Informes@vicatconstruccion.com](mailto:Informes@vicatconstruccion.com)  
 Dirección: Villa Esperanza Mz. F Lt 10 Km.18.5 Tupac Amaru Carabayllo.  
 CONTACTO: 7287343 - 992025641



# ANEXO 05. Certificado de Ensayos del Agregado Grueso de Laboratorio.

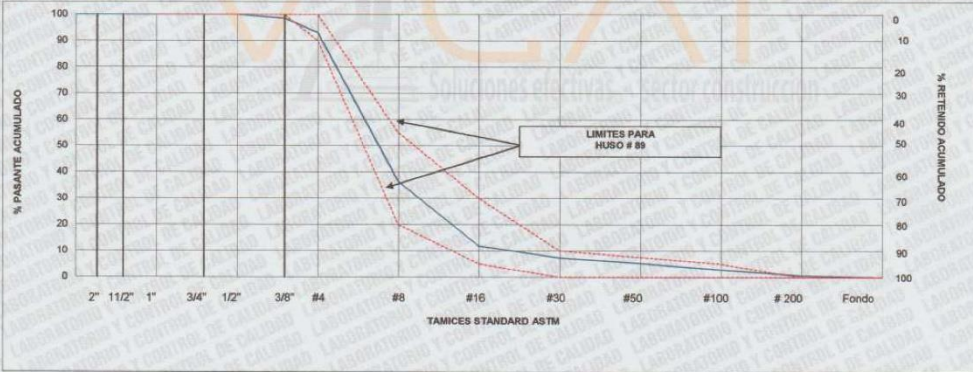
Código : LEM-EADM-002	<b>INFORME</b>	
Fecha : 23-01-2021	<b>CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO GRUESO CON FINES DE DISEÑO (Método ACI 211)</b>	
Página : 1 de 1		

**PROYECTO** : Proyecto de investigación - Empleo de Relave minero para mejorar la resistencia a la compresión del concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>, Ticapampa - Recuay / Ancash 2020 **Registro N°** : VC 21-LEM-100-05




**SOLICITANTE** : Bachiller Jhon Fernando Mejia Zambrano. **MUESTREADO POR** : Tec. Jorge Bolo  
**CLIENTE** : Bachiller John Fernando Mejia Zambrano. **ENSAYADO POR** : Tec. Jorge Bolo **Fecha de muestreo**: 19-01-2021  
**Fecha de ensayo** : 20-01-2021

**Tipo de muestra** : Agregado Grueso para concreto  
**Identificación de la muestra** : AG.  
**Descripción de la muestra** : Piedra triturada - Confitillo

GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.		
3"					MÓDULO DE FINEZA	5.42
2 1/2"					TAMAÑO MÁXIMO	3.4
2"					PESO ESPECÍFICO SECO	2.49
1 1/2"					PESO ESPECÍFICO SSS	2.55
1"					% ABSORCIÓN	2.62
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0	% PASANTE DE MALLA # 200	2.60
1/2"	49.0	1.4	1.4	98.6	% HUMEDAD	1.29
3/8"	198.0	5.5	6.9	93.1	% ABRASIÓN POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES	.....
# 4	2022.0	56.6	63.5	36.5	% PARTICULAS FRIABLES Y TERCIONES DE ARCILLA	.....
# 8	880.0	24.6	88.2	11.8	% PARTICULAS LIGERAS	.....
# 16	162.0	4.5	92.7	7.3	% INALTERABILIDAD POR MEDIO DE SULFATO DE MAGNESIO	.....
# 30	75.0	2.1	94.8	5.2	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1487
# 50	82.0	2.3	97.1	2.9	PESO UNITARIO COMPACT (kg/m <sup>3</sup> )	1667
# 100	79.0	2.2	99.3	0.7	<b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS</b>	
fondo	25.0	0.7	100.0	0.0	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	.....
					SULFATOS SOLUBLES (ppm)	.....
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	.....
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	.....
<b>TOTAL</b>	<b>3572.0</b>	<b>100.0</b>	<b>MODULO FINEZA</b>	<b>5.42</b>		




**LIMITES PARA HUSO # 88**

<b>VICAT E.I.R.L.</b>		
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CQC - LEM</b>
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 YASHIN PHARES BOLA SALDAÑA INGENIERO CIVIL Reg. N° CIP: 253773	 GERENCIA GENERAL VICAT E.I.R.L.

[WWW.VICATCONSTRUCCION.COM](http://WWW.VICATCONSTRUCCION.COM) / [Informes@vicatconstruccion.com](mailto:Informes@vicatconstruccion.com)  
 Dirección: Villa Esperanza Mz. F Lt 10 Km.18.5 Tupac Amaru Carabayllo.  
 CONTACTO: 7287343 - 992025641





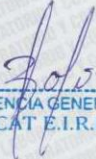
## ANEXO 06. Certificado de Laboratorio E.P. Química (peso específico del relave minero)

Código : LEM-EADM-003	<b>INFORME</b>		
Fecha : 23-01-2021	<b>ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELO,ROCA Y AGUA</b>		
Página : 1 de 1			
PROYECTO : Proyecto de investigación - Empleo de Relave minero para mejorar la resistencia a la compresión del concreto f'c 175 kg/cm2,Ticapampa -Recusay /Ancash 2020	MUESTREADO POR : Tec. Jorge Bolo	Registro N° : VC 21-LEM-100-05	Fecha de muestreo: 19-01-2021
SOLICITANTE : Bachiller Jhon Fernando Mejia Zambrano.	ENSAYADO POR : Tec. Jorge Bolo	Fecha de ensayo : 20-01-2021	
CLIENTE : Bachiller John Fernando Mejia Zambrano.			
Tipo de muestra : Relave minero			
Identificación de la muestra : RM			
Descripción de la muestra : Relave en polvo humedo.			

SALES SOLUBLES TOTALES( NTP 339.152 / BS 1377 - Part.3)	<b>3776 ppm</b> <b>0.3776%</b>
SULFATOS SOLUBLES ( NTP 339.178 / AASHTO T 290)	<b>1387 ppm</b> <b>0.1387%</b>
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES( NTP 339.177 / AASHTO T291)	<b>72 ppm</b> <b>0.0072%</b>
PH	<b>2.21</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA ( NTP 400.022 / ASTM C-128)	<b>2480 g/cm3</b>

<b>VICAT E.I.R.L.</b>		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>YASHIN PARES BOLA SALDAÑA</b> INGENIERO CIVIL Reg. N° CIP: 253773	Nombre y firma:  <b>GERENCIA GENERAL</b> VICAT E.I.R.L.

[WWW.VICATCONSTRUCCION.COM](http://WWW.VICATCONSTRUCCION.COM) / [Informes@vicatconstruccion.com](mailto:Informes@vicatconstruccion.com)  
 Dirección: Villa Esperanza Mz. F Lt 10 Km.18.5 Tupac Amaru Carabayllo.  
 CONTACTO: 7287343 - 992025641



# ANEXO 07. Certificado de Ensayo de Diseño de Mezcla de $f'_c = 175\text{kg/cm}^2$ , por el Método ACI, del Laboratorio.

Código : LEM VPT - 001		INFORME		VICAT			
Fecha : 25-01-2021		DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO (REFERENCIA ACI 211)					
Página : 1 de 3							
PROYECTO :	Proyecto de investigación - Empleo de Relave minero para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f_c$ 175 kg/cm <sup>2</sup> .	REGISTRO N° :	VC21-LEM-100-05				
LUGAR :	Ticapampa - Recuay / Ancash 2020						
SOLICITANTE :	Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.	MUESTREADO POR :	Tec. Jorge Bolo S.	Fecha de muestreo :	25-01-2021		
CLIENTE :	Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.	ENSAYADO POR :	Tec. Jorge Bolo S.	Fecha de ensayo :	25-01-2021		
Agregado :	Ag. Grueso / Ag. Fino	F <sub>c</sub> de diseño :	175 kg/cm <sup>2</sup>				
Procedencia :	Huaraz	Asentamiento :	1" - 3"				
Cemento :	Cemento SOL TIPO I - Lima	Código de mezcla :	Patrón				
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA			5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO				
F <sub>cr</sub> = 245			Cemento = 330 kg				
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO			6. FACTOR CEMENTO				
R <sub>a/c</sub> = 0.67			Bolsas x m <sup>3</sup> = 7.8 Bolsas				
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA							
Agua = 220 L							
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO							
Aire = 2.5%							
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS							
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Cemento SOL TIPO I - Lima	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1047 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2200 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0.0250 m <sup>3</sup>					
Agregado grueso	2490 kg/m <sup>3</sup>	---	1.29%	2.62%	5.42	1487	1667
Agregado fino	2510 kg/m <sup>3</sup>	---	7.83%	2.04%	2.43	1621	1783
Volumen de pasta		0.3497 m <sup>3</sup>					
Volumen de agregados		0.6503 m <sup>3</sup>					
8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS			12. RESUMEN PROPORCIONES EN PESO (Kg/m <sup>3</sup> )				
Agregado grueso 57.0% = 0.3707 m <sup>3</sup> = 923.0 kg			COMPONENTE PESO SECO PESO HÚMEDO				
Agregado fino 43.0% = 0.2796 m <sup>3</sup> = 701.9 kg			Cemento SOL TIPO I - Lima 330 kg 330 kg				
			Agua 220 L 192 L				
			Agregado grueso 923 kg 935 kg				
			Agregado fino 702 kg 757 kg				
9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD			13. TANDA DE PRUEBA 0.028 m <sup>3</sup>				
Agregado grueso 935 kg			Cemento SOL TIPO I - Lima 9.2 kg				
Agregado fino 757 kg			Agua 5.4 L				
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD			Agregado grueso 26.2 kg				
Agua 192 L			Agregado fino 21.2 kg				
11. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA (pies)							
CEM A.F. A.G. AGUA							
1 : 2.1 : 2.9 : 24.7 L / bolsa							

OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Las condiciones de laboratorio permitieron la ejecución de este diseño. En obra se tendrá que corregir el diseño por humedad las veces que sean necesario.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de VICAT EIRL.

VICAT EIRL			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
	A.	 YASHIN PHARES BOLO SALDAÑA INGENIERO CIVIL Reg. N° CHIP: 253773	A.
		Nombre y firma:	M.
		 GERENCIA GENERAL VICAT E.I.R.L.	A.

WWW.VICATCONSTRUCCION.COM / Informes@vicatconstruccion.com  
Dirección: Villa Esperanza Mz. F Lt 10 Km.18.5 Tupac Amaru Carabayllo.  
CONTACTO: 7287343 - 992025641



## ANEXO 08. Certificado de Ensayo de Diseño de Mezcla de $f'_c = 175\text{kg/cm}^2$ , por el Método ACI, del Laboratorio Sustituyendo 5% de Relave Minero.

Código : LEM VPT - 002		INFORME		VICAT			
Fecha : 25-01-2021		DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO (REFERENCIA ACI 211)		VICAT			
Página : 2 de 3							
PROYECTO :	Proyecto de investigación - Empleo de Relave minero para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 175\text{kg/cm}^2$ .			REGISTRO N° :	VC21-LEM-100-05		
LUGAR :	Ticapampa - Recuay / Ancash 2020						
SOLICITANTE :	Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.		MUESTREADO POR :	Tec. Jorge Bolo S.			
CLIENTE :	Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.		ENSAYADO POR :	Tec. Jorge Bolo S.			
Fecha de muestreo :	25-01-2021			Fecha de ensayo :	25-01-2021		
Agregado :	Ag. Grueso / Ag. Fino			F'c de diseño :	175 kg/cm <sup>2</sup>		
Procedencia :	Huaraz			Asentamiento :	1" - 3"		
Cemento :	Cemento SOL TIPO I - Lima			Código de mezcla :	R - 5%		
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA		5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO					
F'cr = 245		Cemento = 313.5 kg					
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO		6. CANTIDAD DE RELAVE COMO REEMPLAZO DE CEMENTO AL 5%					
R a/c = 0.70		Relave = 16.5 kg					
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA		7. FACTOR CEMENTO					
Agua = 220 L		Bolsas x m <sup>3</sup> = 7.4 Bolsas					
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO							
Aire = 2.5%							
8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS							
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL TIPO I - Lima	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.0995 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2200 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0.0250 m <sup>3</sup>					
Relave 5 %	2480 kg/m <sup>3</sup>	0.0067 m <sup>3</sup>	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Agregado grueso	2490 kg/m <sup>3</sup>	---	1.29%	2.52%	5.42	1487	1667
Agregado fino	2510 kg/m <sup>3</sup>	---	7.83%	2.04%	2.43	1621	1783
Volumen de pasta		0.3512 m <sup>3</sup>					
Volumen de agregados		0.8488 m <sup>3</sup>					
9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS		13. RESUMEN PROPORCIONES EN PESO (Kg/m <sup>3</sup> )					
Agregado grueso 57.0% = 0.3698 m <sup>3</sup> = 920.9 kg		COMPONENTE		PESO SECO	PESO HÚMEDO		
Agregado fino 43.0% = 0.2790 m <sup>3</sup> = 700.3 kg		Cemento SOL TIPO I - Lima		313.5 kg	313.5 kg		
		Relave		16.5 kg	16.5 kg		
		Agua		220.0 kg	191.7 kg		
		Agregado grueso		920.9 kg	932.8 kg		
		Agregado fino		700.3 kg	755.1 kg		
10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD		14. TANDA DE PRUEBA					
Agregado grueso 933 kg		0.028 m <sup>3</sup>					
Agregado fino 755 kg		Cemento SOL TIPO I - Lima 8.78 kg					
11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD		Relave 0.46 kg					
Agua 192 L		Agua 5.37 L					
		Agregado grueso 26.12 kg					
		Agregado fino 21.14 kg					
12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA (pie <sup>3</sup> )							
CEM	REL	A.F.	A.G.	AGUA			
1	: 2.24	: 2.2	: 3.0	: 26.0 L / bolsa			
OBSERVACIONES:							
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante							
* Las condiciones de laboratorio permitieron la ejecución de este diseño. En obra se tendrá que corregir el diseño por humedad las veces que sean necesario.							
* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de VICAT EIRL.							
VICAT EIRL							
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM			
D:	D:	D:	D:	D:	D:		
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:		




# ANEXO 09. Certificado de Ensayo de Diseño de Mezcla de $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , por el Método ACI, del Laboratorio Sustituyendo 10% de Relave Minero.

Código : LEM VPT - 003		INFORME		VICAT				
Fecha : 25-01-2021		DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO (REFERENCIA ACI 211)						
Página : 3 de 3								
PROYECTO :	Proyecto de investigación - Empleo de Relave minero para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .			REGISTRO N° :	VC21-LEM-100-05			
LUGAR :	Ticapampa - Recusay / Ancash 2020							
SOLICITANTE :	Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.	MUESTREADO POR :	Tec. Jorge Bolo S.	Fecha de muestreo :	25-01-2021			
CLIENTE :	Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.	ENSAYADO POR :	Tec. Jorge Bolo S.	Fecha de ensayo :	25-01-2021			
Agregado :	Ag. Grueso / Ag. Fino			F <sub>c</sub> de diseño :	175 kg/cm <sup>2</sup>			
Procedencia :	Huaraz			Asentamiento :	1" - 3"			
Cemento :	Cemento SOL TIPO I - Lima			Código de mezcla :	R -10%			
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA								
F <sub>cr</sub> = 245								
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO								
R <sub>a/c</sub> = 0.74								
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA								
Agua = 220 L								
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO								
Aire = 2.5%								
5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO								
Cemento = 297.0 kg								
6. CANTIDAD DE RELAVE COMO REEMPLAZO DE CEMENTO AL 10%								
Relave = 33.0 kg								
7. FACTOR CEMENTO								
Bolsas x m <sup>3</sup> = 7.0 Bolsas								
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS								
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento SOL TIPO I - Lima	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.0943 m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2200 m <sup>3</sup>						
Aire	---	0.0250 m <sup>3</sup>						
Relave 10 %	2480 kg/m <sup>3</sup>	0.0133 m <sup>3</sup>						
Agregado grueso	2490 kg/m <sup>3</sup>	---	1.29%	2.62%	5.42	1487	1667	
Agregado fino	2510 kg/m <sup>3</sup>	---	7.83%	2.04%	2.43	1621	1783	
	Volumen de pasta	0.3526 m <sup>3</sup>						
	Volumen de agregados	0.6474 m <sup>3</sup>						
8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS								
Agregado grueso 57.0% = 0.3690 m <sup>3</sup> = 918.9 kg								
Agregado fino 43.0% = 0.2794 m <sup>3</sup> = 698.7 kg								
9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD								
Agregado grueso 931 kg								
Agregado fino 753 kg								
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD								
Agua 192 L								
11. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA (pies)								
CEM	REL.	A.F.	A.G.	AGUA				
1	: 4.72	: 2.3	: 3.2	: 27.4 L / bolsa				
12. RESUMEN PROPORCIONES EN PESO (Kg/m <sup>3</sup> )								
COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO						
Cemento SOL TIPO I - Lima	297.0 kg	297.0 kg						
Relave	33.0 kg	33.0 kg						
Agua	220.0 kg	191.8 kg						
Agregado grueso	918.9 kg	930.7 kg						
Agregado fino	698.7 kg	753.5 kg						
13. TANDA DE PRUEBA 0.028 m <sup>3</sup>								
Cemento SOL TIPO I - Lima 8.32 kg								
Relave 0.92 kg								
Agua 5.37 L								
Agregado grueso 26.06 kg								
Agregado fino 21.10 kg								
OBSERVACIONES:								
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante								
* Las condiciones de laboratorio permitieron la ejecución de este diseño. En obra se tendrá que corregir el diseño por humedad las veces que sean necesario.								
* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de VICAT EIRL.								
VICAT EIRL								
TECNICO LEM		JEFE LEM		CGC - LEM				
D.	M.	D.	M.	D.	M.			
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:				

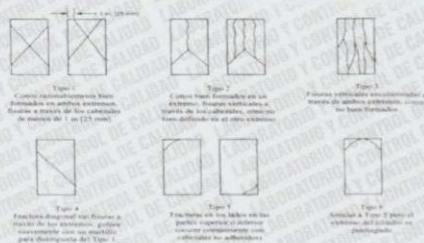


# ANEXO 10. Método de Pruebas para Resistencia a la Compresión de Briquetas Cilíndricas de Hormigón (patrón)

Código : LEM - TD - 001	INFORME		
Fecha : 15-02-2021	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGÓN		
Página : 1 de 3			
PROYECTO	: Proyecto de investigación - Empleo de Relave minero para mejorar la resistencia a la compresión del concreto f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> .	REGISTRO N°	: VC21-LEM-100-07
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: Ticapampa - Recuay / Ancash 2020		
SOLICITANTE	: Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.	REALIZADO POR	: Tec. Jorge Bolo
ATENCIÓN	: Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.	REVISADO POR	: Ing. Yashin Bolo S.
FECHA DE EMISIÓN	: 15 de Febrero del 2021	FECHA DE REVISIÓN	: 22/02/2021
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Testigos de 4" x 8"		
F'c de la muestra	: F'c 175 kg/cm <sup>2</sup> .		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18

Identificación	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	PUC (kg/m <sup>3</sup> )	Tipo de Falla	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	Fuerza Máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño Patron D - 1	25/01/2021	01/02/2021	10,16	20,32	3,640	2210	2	2,00	17703,0	216,4 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Patron D-1	25/01/2021	01/02/2021	10,16	20,32	3,650	2216	3	2,00	17804,0	219,8 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Patron D - 1	25/01/2021	01/02/2021	10,16	20,32	3,630	2203	2	2,00	17970,0	221,7 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Patron D - 1	25/01/2021	08/02/2021	10,16	20,32	3,680	2234	2	2,00	22609,0	282,2 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Patron D - 1	25/01/2021	08/02/2021	10,16	20,32	3,660	2222	2	2,00	20732,0	258,8 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Patron D - 1	25/01/2021	08/02/2021	10,16	20,32	3,630	2203	3	2,00	22365,0	279,2 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Patron D - 1	25/01/2021	22/02/2021	10,16	20,32	3,620	2197	4	2,00	23175,0	288,7 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Patron D - 1	25/01/2021	22/02/2021	10,16	20,32	3,620	2197	4	2,00	22204,0	276,6 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño Patron D-1	25/01/2021	22/02/2021	10,16	20,32	3,620	2197	4	2,00	22870,0	284,9 kg/cm <sup>2</sup>



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D Factor	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:


- \* Muestras extraídas a solicitud del cliente
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de VICAT EIRL.

VICAT EIRL		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
		

WWW.VICATCONSTRUCCION.COM / Informes@vicatconstruccion.com  
 Dirección: Villa Esperanza Mz. F Lt 10 Km.18.5 Tupac Amaru Carabayllo.  
 CONTACTO: 7287343 - 992025641



# ANEXO 11. Método de Pruebas para Resistencia a la Compresión de Briquetas Cilíndricas de Hormigón (5% de adición)

Código : LEM - TD - 002	INFORME		
Fecha : 15-02-2021	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		
Página : 2 de 3			
PROYECTO	Proyecto de investigación - Empleo de Relave minero para mejorar la resistencia a la compresión del concreto f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> .	REGISTRO N°	: VC21-LEM-100-07
UBICACIÓN DEL PROYECTO	Ticapampa - Recuay / Ancash 2020	REALIZADO POR	: Tec. Jorge Bolo
SOLICITANTE	Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.	REVISADO POR	: Ing. Yashin Bolo S.
ATENCIÓN	Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.	FECHA DE REVISIÓN	: 22/02/2021
FECHA DE EMISIÓN	15 de Febrero del 2021		
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Testigos de 4" x 8"		
F'c de la muestra	F'c 175 kg/cm <sup>2</sup>		

### Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18

Identificación	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Díámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	PUC (kg/m <sup>3</sup> )	Tipo de Falla	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	Fuerza Máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño con 5% de reemplazo (Relave) D - 2	25/01/2021	01/02/2021	10,16	20,32	3,640	2210	2	2,00	16791,0	207,3 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño con 5% de reemplazo (Relave) D - 2	25/01/2021	01/02/2021	10,16	20,32	3,650	2216	3	2,00	16419,0	202,7 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño con 5% de reemplazo (Relave) D - 2	25/01/2021	01/02/2021	10,16	20,32	3,660	2222	2	2,00	16573,0	204,6 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño con 5% de reemplazo (Relave) D - 2	25/01/2021	08/02/2021	10,16	20,32	3,680	2234	3	2,00	18143,0	226,0 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño con 5% de reemplazo (Relave) D - 2	25/01/2021	08/02/2021	10,16	20,32	3,660	2222	2	2,00	17395,0	227,0 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño con 5% de reemplazo (Relave) D - 2	25/01/2021	08/02/2021	10,16	20,32	3,630	2203	4	2,00	18623,0	234,7 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño con 5% de reemplazo (Relave) D - 2	25/01/2021	22/02/2021	10,16	20,32	3,620	2197	4	2,00	21115,0	263,0 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño con 5% de reemplazo (Relave) D - 2	25/01/2021	22/02/2021	10,16	20,32	3,620	2197	4	2,00	20617,0	256,8 kg/cm <sup>2</sup>
Diseño con 5% de reemplazo (Relave) D - 2	25/01/2021	22/02/2021	10,16	20,32	3,620	2197	4	2,00	20010,0	249,2 kg/cm <sup>2</sup>

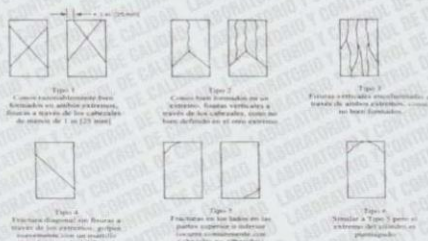


FIG. 3 Ejemplos de los Modelos de Fractura Típicos

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11.

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:


- Muestras extraídas a solicitud del cliente
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de VICAT EIRL.

VICAT EIRL		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  YASHIN BOLO S. SALDANA INGENIERO CIVIL Reg. N° CIP: 253773	COC - LEM Nombre y firma:  GERENCIA GENERAL VICAT E.I.R.L.

WWW.VICATCONSTRUCCION.COM / Informes@vicatconstruccion.com  
 Dirección: Villa Esperanza Mz. F Lt 10 Km.18.5 Tupac Amaru Carabayllo.  
 CONTACTO: 7287343 - 992025641



## ANEXO 12. Método de Pruebas para Resistencia a la Compresión de Briquetas Cilíndricas de Hormigón (10% de adición)

Código : LEM - TD - 003	INFORME			
Fecha : 15-02-2021	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRÓBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN			
Página : 3 de 3				
PROYECTO	: Proyecto de investigación - Empleo de Relave minero para mejorar la resistencia a la compresión del concreto f'c 175 kg/cm2.		REGISTRO N°	: VC21-LEM-100-07
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: Tlapampa - Recuay / Ancash 2020		REALIZADO POR	: Tec. Jorge Bolo
SOLICITANTE	: Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.		REVISADO POR	: Ing. Yashin Bolo S.
ATENCIÓN	: Bachiller John Fernando Mejía Zambrano.		FECHA DE REVISIÓN	: 22/02/2021
FECHA DE EMISIÓN	: 15 de Febrero del 2021			
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Testigos de 4" x 8"			
F'c de la muestra	: F'c 175 kg/cm2			

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens  
ASTM C39/C39M-18**

Identificación	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	PUC (kg/m3)	Tipo de Falla	RELACION ALTURA / DIÁMETRO	Fuerza Máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)
Diseño con 10% de reemplazo (Relave) D-3	25/01/2021	01/02/2021	10,16	20,32	3,650	2216	2	2,00	14064,0	173,5 kg/cm2
Diseño con 10% de reemplazo (Relave) D-3	25/01/2021	01/02/2021	10,16	20,32	3,540	2210	3	2,00	13686,0	168,8 kg/cm2
Diseño con 10% de reemplazo (Relave) D-3	25/01/2021	01/02/2021	10,16	20,32	3,650	2216	2	2,00	14120,0	174,2 kg/cm2
Diseño con 10% de reemplazo (Relave) D-3	25/01/2021	08/02/2021	10,16	20,32	3,650	2216	3	2,00	18154,0	226,6 kg/cm2
Diseño con 10% de reemplazo (Relave) D-3	25/01/2021	08/02/2021	10,16	20,32	3,660	2222	3	2,00	18796,0	234,6 kg/cm2
Diseño con 10% de reemplazo (Relave) D-3	25/01/2021	08/02/2021	10,16	20,32	3,620	2197	3	2,00	16047,0	210,3 kg/cm2
Diseño con 10% de reemplazo (Relave) D-3	25/01/2021	22/02/2021	10,16	20,32	3,620	2197	4	2,00	18934,0	235,8 kg/cm2
Diseño con 10% de reemplazo (Relave) D-3	25/01/2021	22/02/2021	10,16	20,32	3,620	2197	4	2,00	19143,0	238,4 kg/cm2
Diseño con 10% de reemplazo (Relave) D-3	25/01/2021	22/02/2021	10,16	20,32	3,620	2197	4	2,00	19625,0	244,4 kg/cm2

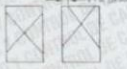


Fig. 1. Cuentas (al menos dos) fueran marcadas en ambos extremos. Marque a través de los diámetros de centro de 1 y 2 (1/4" más).




Fig. 2. El espécimen debe ser marcado en un extremo. Marque verticalmente a través de los diámetros, tanto los base de la muestra como el otro extremo.




Fig. 3. Fuerzas verticales equilibradas a través de ambos extremos, como se han mostrado.




Fig. 4. El espécimen debe ser marcado a través de los diámetros, girando horizontalmente como se muestra para el registro del Tipo 1.




Fig. 5. Marcadas en los lados en los puntos superior e inferior, como se muestran con las flechas en adición.




Fig. 6. Marcadas a 1/4" (20mm) de los extremos del espécimen en el eje longitudinal.

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.96	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.




*Fuente: ASTM C39*

FIG. 3 Esquema de los Modos de Falla de Especímenes

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras extraídas a solicitud del cliente
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de VICAT EIRL

VICAT EIRL		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CDC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
		

[WWW.VICATCONSTRUCCION.COM](http://WWW.VICATCONSTRUCCION.COM) / [Informes@vicatconstruccion.com](mailto:Informes@vicatconstruccion.com)  
 Dirección: Villa Esperanza Mz. F Lt 10 Km.18.5 Tupac Amaru Carabayllo.  
 CONTACTO: 7287343 - 992025641

## ANEXO 13. Ficha Técnica del Cemento Empleado.

### Cementos Sol Portland Tipo I

CEMENTO SOL



#### Ficha Técnica

### CEMENTO SOL

#### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.

#### Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Excelente desarrollo en resistencias a la compresión.
- Buena trabajabilidad.

#### Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajes, enchapes de mayólicas y otros materiales.

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### Formato de Distribución:

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



### Recomendaciones

#### Dosificación:

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

#### Manipulación:

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

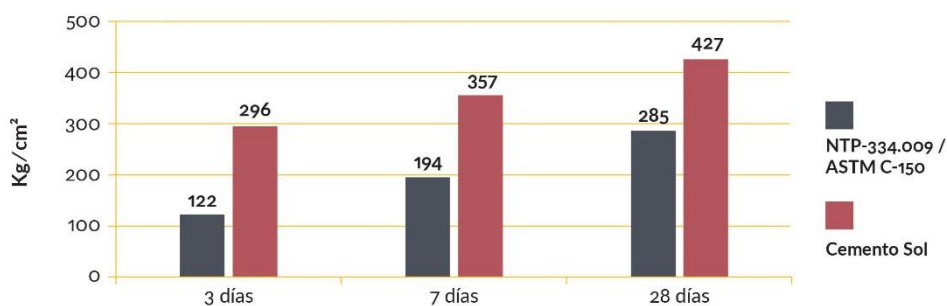
#### Almacenamiento:

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



## Requisitos mecánicos

### Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	427	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3.00	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	11.9	No específica
C <sub>3</sub> S	%	54.2	No específica
C <sub>3</sub> A	%	10.1	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	9.7	No específica

\*Requisito opcional

## **ANEXO 14**

### **FORMATOS DE INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN**



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO – EXPERTO

### I. DATOS GENERALES:

TITULO: Empleo de Relave Minero para Mejorar la Resistencia a la Compresión en Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , Ticapampa – Recuay - Ancash – 2020

EXPERTO:

TESISTA: Jhon Fernando Mejia Zambrano

### II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicadores de evaluación del instrumento		Criterios Cualitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			(01-10)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
			01	02	03	04	05
1	Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					
2	Objetividad	Esta expresado en procesos observados					
3	Actualidad	Adecuado a los avances de las tecnologías constructivas					
4	Organización	Existe un construido lógico en los ítems					
5	Suficiencia	Valora las dimensiones en calidad y cantidad					
6	Intencionalidad	Adecuado para cumplir con los objetivos trazados					
7	Consistencia	Utiliza suficientemente referentes bibliográficos					
8	Coherencia	Entre hipótesis dimensiones e indicadores					
9	Metodología	Cumple con los lineamientos metodológicos					
10	pertenencia	Es funcional para los objetivos trazados					
<b>Subtotal</b>							
<b>Total</b>							

Valorización cuantitativa: .....

Valorización cualitativa: .....

Valorización de aplicabilidad: .....

LEYENDA	
01-12	Improcedente
13-15	Aceptable con recomendaciones
16-20	Aceptable

Lugar y fecha:

\_\_\_\_\_  
Firma del experto  
DNI.....  
Cel.....

## CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### INTRODUCCIÓN

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada experimental, para obtener información sobre el Diseño de Concreto con que se ejerce en las obras civiles.

### DATOS GENERALES

Llenado de datos personales

1. Apellidos y nombres:
2. Código CIP:

### INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro, considerando la siguiente escala:

1. Nunca 2. Casi nunca 3. Algunas veces 4. Casi siempre 5. Siempre

N°	Ítems	Valorización				
		1	2	3	4	5
1	¿En base a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar la masa por unidad de volumen o densidad "el peso unitario" y vacíos en los agregados de acuerdo a la NTP 400.017: temperatura, volumen, densidad?					
2	¿En base a su experiencia; usted recomienda que al concreto fresco se le mida la tolerancia para el contenido de aire de acuerdo a lo establecido en la ASTM C94M y ASTM C685M?					
3	¿En base a su experiencia; considera que la norma ACI 318 S-14 es la más recomendable para el diseño de mezcla de concreto teniendo en cuenta que los datos requeridos son: resistencia de diseño $f'_{cr}$ , tamaño máximo nominal, slump o asentamiento, contenido de agua por m <sup>3</sup> , contenido de aire atrapado, relación a/c agua cemento por resistencia requerida $f'_{cr}$ ?					

4	En base a su experiencia; recomienda evaluar la resistencia a la compresión de los testigos cilíndricos de concreto según las siguientes normas NTP 339.034 HORMIGON (CONCRETO), ASTM C39-2005e2: carga aplicada, curado, precisión, tolerancias, tipos de falla, ¿factor?					
5	¿En base a su experiencia; se recomienda para el diseño de mezcla de concreto realizar el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global de acuerdo a la NTP 400.012: % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?					
6	En base a su experiencia; usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo a la NTP 339.185: humedad evaporable en los poros del agregado?					
7	En base a su experiencia; ¿usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar cualitativamente las impurezas orgánicas del agregado fino de acuerdo a la NTP 400.013?					
8	¿En base a su experiencia usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y la absorción del agregado de acuerdo a la NTP 400.022?					

## Validación de Instrumento – Experto 01

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO – EXPERTO N° 01

#### I. DATOS GENERALES:

**TITULO:** Empleo de Relave Minero para Mejorar la Resistencia a la Compresión en Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , Ticapampa – Recuay - Ancash – 2020

**EXPERTO:** Ing. Yashin Phares Bolo Saldaña

**TESISTA:** Jhon Fernando Mejia Zambrano

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios Cualitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		(01-10)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
		01	02	03	04	05
1	Claridad			16		
2	Objetividad				17	
3	Actualidad				17	
4	Organización			16		
5	Suficiencia			16		
6	Intencionalidad				18	
7	Consistencia			15		
8	Coherencia				17	
9	Metodología			16		
10	pertenencia			16		
<b>Subtotal</b>				95	69	
<b>Total</b>				16.4		

Valorización cuantitativa: ..... 16.4 .....

Valorización cualitativa: ..... Aceptable .....

Valorización de aplicabilidad: ..... Aplicable .....

LEYENDA	
01-12	Improcedente
13-15	Aceptable con recomendaciones
16-20	Aceptable

Lugar y fecha: Lima, 25 DE FEBRERO DE 2021



YASHIN PHARES BOLO SALDAÑA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. N° CIP: 253773

## Validación de Instrumento – Experto 02

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO – EXPERTO N° 01

#### I. DATOS GENERALES:

TÍTULO: Empleo de Relave Minero para Mejorar la Resistencia a la Compresión en Concreto  $f_c=175\text{kg/cm}^2$ , Ticapampa – Recuay - Ancash – 2020

EXPERTO: CESAR MANUEL SALAZAR JATIANCA

TESISTA: Jhon Fernando Mejia Zambrano

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios Cualitativos	Deficiente	Regular	Buena	Muy buena	Excelente
		(01-10)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
		01	02	03	04	05
1	Claridad			16		
2	Objetividad				17	
3	Actualidad			15		
4	Organización			16		
5	Suficiencia				17	
6	Intencionalidad			15		
7	Consistencia			16		
8	Coherencia				18	
9	Metodología			15		
10	pertinencia			16		
<b>Subtotal</b>				109	52	
<b>Total</b>				16.10		

Valorización cuantitativa: ..... 16.10 .....

Valorización cualitativa: ..... ACEPTABLE .....

Valorización de aplicabilidad: ..... APLICABLE .....

LEYENDA	
01-12	Improcedente
13-15	Aceptable con recomendaciones
16-20	Aceptable

Lugar y fecha: HUANÚC, 13 DE FEBRERO DEL 2021



## Validación de Instrumento – Experto 03

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO – EXPERTO N° 03

#### I. DATOS GENERALES:

TITULO: Empleo de Relave Minero para Mejorar la Resistencia a la Compresión en Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ , Ticapampa – Rectay - Ancash – 2020

EXPERTO:

TESISTA: Jhon Fernando Mejia Zambrano

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios Cualitativos	Deficiente	Regular	Buena	Muy buena	Excelente
		(01-10)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
		01	02	03	04	05
1	Claridad			15		
2	Objetividad				15	
3	Actualidad			15		
4	Organización			16		
5	Suficiencia				17	
6	Intencionalidad					15
7	Consistencia				16	
8	Coherencia					15
9	Metodología					18
10	pertenencia				16	
<b>Subtotal</b>				46	64	98
<b>Total</b>				15.80		

Valorización cuantitativa: ..... 15.80 .....

Valorización cualitativa: ..... Aceptable .....

Valorización de aplicabilidad: ..... Aceptable .....

LEYENDA	
01-12	Improcedente
13-15	Aceptable con recomendaciones
16-20	Aceptable

Lugar y fecha: Huancayo, Febrero de 2021

  
 ELADIO NICANOR  
 INGENIERO CIVIL  
 Firmado digitalmente por Eladio Nicanor  
 DNI.....  
 Cel.....

## Validación de Instrumento – Experto 04

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO – EXPERTO N° 04

#### I. DATOS GENERALES:

TITULO: Empleo de Relave Minero para Mejorar la Resistencia a la Compresión en Concreto  $f_c=175\text{kg/cm}^2$ , Ticapampa – Recuay - Ancash – 2020

EXPERTO: CRISTIAN ERNESTO SANCHEZ ROBLES

TESISTA: Jhon Fernando Mejia Zambrano

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios Cualitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		(01-10)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
		01	02	03	04	05
1	Claridad				17	
2	Objetividad				17	
3	Actualidad			16		
4	Organización			16		
5	Suficiencia				17	
6	Intencionalidad			15		
7	Consistencia			16		
8	Coherencia				17	
9	Metodología			16		
10	pertenencia			16		
<b>Subtotal</b>				95	68	
<b>Total</b>				16.30		

Valorización cuantitativa: ..... 16.30 .....

Valorización cualitativa: ..... ACEPTABLE .....

Valorización de aplicabilidad: ..... APLICABLE .....

LEYENDA	
01-12	Improcedente
13-15	Aceptable con recomendaciones
16-20	Aceptable

Lugar y fecha: HUARAZ, 18 DE FEBRERO DEL 2021


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CRISTIAN E. SANCHEZ ROBLES  
 CIP 184685  
 CIVIL INGENIERO  
 VERIFICADOR COMUN



## Validación de Instrumento – Experto 05

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO – EXPERTO N° 05

#### I. DATOS GENERALES:

TÍTULO: Empleo de Relave Minero para Mejorar la Resistencia a la Compresión en Concreto  $f_c=175\text{kg/cm}^2$ , Ticapampa – Recuay - Ancash – 2020

EXPERTO: Juan Carlos Torres Cabillo

TESISTA: Jhon Fernando Mejía Zambrano

#### II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios Cualitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		(01-10)	(10-15)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
		01	02	03	04	05
1	Claridad			16		
2	Objetividad				17	
3	Actualidad			16		
4	Organización			18		
5	Suficiencia				17	
6	Intencionalidad			15		
7	Consistencia			16		
8	Coherencia				17	
9	Metodología			15		
10	pertinencia			16		
<b>Subtotal</b>				112	51	
<b>Total</b>				16.30		

Valorización cuantitativa: 16.30

Valorización cualitativa: Deficiente

Valorización de aplicabilidad: Aplicación

LEYENDA	
01-12	Improcedente
13-15	Aceptable con recomendaciones
16-20	Aceptable

Lugar y fecha: Huancayo, febrero del 2021

  
 Firma del experto  
 DNI. 10605117  
 Cel. 944968900



## Cuestionario de Validación de Instrumento – Experto 01

### CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### INTRODUCCIÓN

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada experimental, para obtener información sobre el Diseño de Concreto con que se ejerce en las obras civiles.

#### DATOS GENERALES

Llenado de datos personales

1. YASHIN PHARES BOLO SALDAÑA
2. 253773

#### INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro, considerando la siguiente escala:

1. Nunca 2. Casi nunca 3. Algunas veces 4. Casi siempre 5. Siempre

N°	Ítems	Valorización				
		1	2	3	4	5
1	¿En base a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar la masa por unidad de volumen o densidad "el peso unitario" y vacíos en los agregados de acuerdo a la NTP 400.017: temperatura, volumen, densidad?					X
2	¿En base a su experiencia; usted recomienda que al concreto fresco se le mida la tolerancia para el contenido de aire de acuerdo a lo establecido en la ASTM C94M y ASTM C685M?				X	
3	¿En base a su experiencia; considera que la norma ACI 318 S-14 es la más recomendable para el diseño de mezcla de concreto teniendo en cuenta que los datos requeridos son: resistencia de diseño $f'_{cr}$ , tamaño máximo nominal, slump o asentamiento, contenido de agua por m <sup>3</sup> , contenido de aire atrapado, relación a/c agua cemento por resistencia requerida $f'_{cr}$ ?				X	

4	En base a su experiencia; recomienda evaluar la resistencia a la compresión de los testigos cilíndricos de concreto según las siguientes normas NTP 339.034 HORMIGON (CONCRETO), ASTM C39-2005e2: carga aplicada, curado, precisión, tolerancias, tipos de falla, ¿factor?					X
5	¿En base a su experiencia; se recomienda para el diseño de mezcla de concreto realizar el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global de acuerdo a la NTP 400.012: % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?					X
6	En base a su experiencia; usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo a la NTP 339.185: humedad evaporable en los poros del agregado?					X
7	En base a su experiencia; ¿usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar cualitativamente las impurezas orgánicas del agregado fino de acuerdo a la NTP 400.013?				X	
8	¿En base a su experiencia usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y la absorción del agregado de acuerdo a la NTP 400.022?					X

**YASHIN PHARES BOLO SALDAÑA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. N° CIP: 253773

## Cuestionario de Validación de Instrumento – Experto 02

### CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### INTRODUCCIÓN

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada experimental, para obtener información sobre el Diseño de Concreto con que se ejerce en las obras civiles.

#### DATOS GENERALES

Llenado de datos personales

1. Apellidos y nombres: SALAZAR JAMANCA CESAR MANUEL
2. Código CIP: 101323

#### INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro, considerando la siguiente escala:

1. Nunca 2. Casi nunca 3. Algunas veces 4. Casi siempre 5. Siempre

Nº	Ítems	Valorización				
		1	2	3	4	5
1	¿En base a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar la masa por unidad de volumen o densidad "el peso unitario" y vacíos en los agregados de acuerdo a la NTP 400.017: temperatura, volumen, densidad?					X
2	¿En base a su experiencia; usted recomienda que al concreto fresco se le mida la tolerancia para el contenido de aire de acuerdo a lo establecido en la ASTM C94M y ASTM C685M?					X
3	¿En base a su experiencia; considera que la norma ACI 318 S-14 es la más recomendable para el diseño de mezcla de concreto teniendo en cuenta que los datos requeridos son: resistencia de diseño $f'_{cr}$ , tamaño máximo nominal, slump o asentamiento, contenido de agua por m <sup>3</sup> , contenido de aire atrapado, relación a/c agua cemento por resistencia requerida $f'_{cr}$ ?					X


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Cesar M. Salazar Jamanca  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 101323

4	En base a su experiencia; recomienda evaluar la resistencia a la compresión de los testigos cilíndricos de concreto según las siguientes normas NTP 339.034 HORMIGON (CONCRETO), ASTM C39-2005e2: carga aplicada, curado, precisión, tolerancias, tipos de falla, ¿factor?						X
5	¿En base a su experiencia; se recomienda para el diseño de mezcla de concreto realizar el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global de acuerdo a la NTP 400.012: % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?						X
6	En base a su experiencia; usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo a la NTP 339.185: humedad evaporable en los poros del agregado?						X
7	En base a su experiencia; ¿usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar cualitativamente las impurezas orgánicas del agregado fino de acuerdo a la NTP 400.013?						X
8	¿En base a su experiencia usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y la absorción del agregado de acuerdo a la NTP 400.022?						X


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Cesar M. Salazar Jamanca  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. GIP N° 10157



## Cuestionario de Validación de Instrumento – Experto 03

### CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### INTRODUCCIÓN

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada experimental, para obtener información sobre el Diseño de Concreto con que se ejerce en las obras civiles.

#### DATOS GENERALES

Llenado de datos personales

1. Apellidos y nombres:
2. Código CIP:

#### INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro, considerando la siguiente escala:

1. Nunca 2. Casi nunca 3. Algunas veces 4. Casi siempre 5. Siempre

N°	Ítems	Valorización				
		1	2	3	4	5
1	¿En base a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar la masa por unidad de volumen o densidad "el peso unitario" y vacíos en los agregados de acuerdo a la NTP 400.017: temperatura, volumen, densidad?					X
2	¿En base a su experiencia; usted recomienda que al concreto fresco se le mida la tolerancia para el contenido de aire de acuerdo a lo establecido en la ASTM C94M y ASTM C685M?					X
3	¿En base a su experiencia; considera que la norma ACI 318 S-14 es la más recomendable para el diseño de mezcla de concreto teniendo en cuenta que los datos requeridos son: resistencia de diseño $f'_{cr}$ , tamaño máximo nominal, slump o asentamiento, contenido de agua por m <sup>3</sup> , contenido de aire atrapado, relación a/c agua cemento por resistencia requerida $f'_{cr}$ ?					X

  
 31660986  
 ELADIO NICANORI  
 ROSAS MAGUINA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 129654

4	En base a su experiencia; recomienda evaluar la resistencia a la compresión de los testigos cilíndricos de concreto según las siguientes normas NTP 339.034 HORMIGON (CONCRETO), ASTM C39-2005e2: carga aplicada, curado, precisión, tolerancias, tipos de falla, ¿factor?				X
5	¿En base a su experiencia; se recomienda para el diseño de mezcla de concreto realizar el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global de acuerdo a la NTP 400.012: % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?				X
6	En base a su experiencia; usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo a la NTP 339.185: humedad evaporable en los poros del agregado?				X
7	En base a su experiencia; ¿usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar cualitativamente las impurezas orgánicas del agregado fino de acuerdo a la NTP 400.013?				X
8	¿En base a su experiencia usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y la absorción del agregado de acuerdo a la NTP 400.022?			X	



31660926

ELADIO NICANOR  
ROSAS MAGUÑA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 129654

## Cuestionario de Validación de Instrumento – Experto 04

### CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### INTRODUCCIÓN

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada experimental, para obtener información sobre el Diseño de Concreto con que se ejerce en las obras civiles.

#### DATOS GENERALES

Llenado de datos personales

1. Apellidos y nombres: **SANCHEZ ROBLES CRISTIAN ERNESTO**

2. Código CIP: **161689**

#### INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro, considerando la siguiente escala:

1. Nunca 2. Casi nunca 3. Algunas veces 4. Casi siempre 5. Siempre

N°	Ítems	Valorización				
		1	2	3	4	5
1	¿En base a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar la masa por unidad de volumen o densidad "el peso unitario" y vacíos en los agregados de acuerdo a la NTP 400.017: temperatura, volumen, densidad?					X
2	¿En base a su experiencia; usted recomienda que al concreto fresco se le mida la tolerancia para el contenido de aire de acuerdo a lo establecido en la ASTM C94M y ASTM C685M?				X	
3	¿En base a su experiencia; considera que la norma ACI 318 S-14 es la más recomendable para el diseño de mezcla de concreto teniendo en cuenta que los datos requeridos son: resistencia de diseño $f'_{cr}$ , tamaño máximo nominal, slump o asentamiento, contenido de agua por $m^3$ , contenido de aire atrapado, relación a/c agua cemento por resistencia requerida $f'_{cr}$ ?				X	

4	En base a su experiencia; recomienda evaluar la resistencia a la compresión de los testigos cilíndricos de concreto según las siguientes normas NTP 339.034 HORMIGON (CONCRETO), ASTM C39-2005e2: carga aplicada, curado, precisión, tolerancias, tipos de falla, ¿factor?								X
5	¿En base a su experiencia; se recomienda para el diseño de mezcla de concreto realizar el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global de acuerdo a la NTP 400.012: % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?								X
6	En base a su experiencia; usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo a la NTP 339.185: humedad evaporable en los poros del agregado?								X
7	En base a su experiencia; ¿usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar cualitativamente las impurezas orgánicas del agregado fino de acuerdo a la NTP 400.013?							X	
8	¿En base a su experiencia usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y la absorción del agregado de acuerdo a la NTP 400.022?								X


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
*Car EWT*  
 CRISTIAN E. SANCHEZ ROBLES  
 CIP 18388  
 CNV N° 010274VC2R/V11  
 VERIFICADOR COMÚN



## Cuestionario de Validación de Instrumento – Experto 05

### CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### INTRODUCCIÓN

Agradecemos su gentil participación en la presente investigación aplicada experimental, para obtener información sobre el Diseño de Concreto con que se ejerce en las obras civiles.

#### DATOS GENERALES

Llenado de datos personales

1. Apellidos y nombres: *Torres Castillo Juan Carlos*
2. Código CIP: *1257 94*

#### INDICACIONES

Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro, considerando la siguiente escala:

1. Nunca 2. Casi nunca 3. Algunas veces 4. Casi siempre 5. Siempre

N°	Ítems	Valorización				
		1	2	3	4	5
1	¿En base a su experiencia; considera que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar la masa por unidad de volumen o densidad "el peso unitario" y vacíos en los agregados de acuerdo a la NTP 400.017: temperatura, volumen, densidad?		X			
2	¿En base a su experiencia; usted recomienda que al concreto fresco se le mida la tolerancia para el contenido de aire de acuerdo a lo establecido en la ASTM C94M y ASTM C685M?			X		
3	¿En base a su experiencia; considera que la norma ACI 318 S-14 es la más recomendable para el diseño de mezcla de concreto teniendo en cuenta que los datos requeridos son: resistencia de diseño $f'_{cr}$ , tamaño máximo nominal, slump o asentamiento, contenido de agua por $m^3$ , contenido de aire atrapado, relación a/c agua cemento por resistencia requerida $f'_{cr}$ ?				X	


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Consejo Departamental Ancash - Huánuco  
  
 JUAN CARLOS TORRES CASTILLO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 125794

4	En base a su experiencia; recomienda evaluar la resistencia a la compresión de los testigos cilíndricos de concreto según las siguientes normas NTP 339.034 HORMIGON (CONCRETO), ASTM C39-2005e2: carga aplicada, curado, precisión, tolerancias, tipos de falla, ¿factor?					X
5	¿En base a su experiencia; se recomienda para el diseño de mezcla de concreto realizar el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global de acuerdo a la NTP 400.012: % retenidos, %pasantes, módulo de fineza y tamaño máximo nominal?					X
6	En base a su experiencia; usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el contenido de humedad total de los agregados por secado de acuerdo a la NTP 339.185: humedad evaporable en los poros del agregado?					X
7	En base a su experiencia; ¿usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar cualitativamente las impurezas orgánicas del agregado fino de acuerdo a la NTP 400.013?					X
8	¿En base a su experiencia usted recomienda que para el diseño de mezcla de concreto es necesario determinar el peso específico y la absorción del agregado de acuerdo a la NTP 400.022?					X


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Consejo Departamental Ancash - Huaraz  
  
 JUAN CARLOS TORRES CASTILLO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 125794