



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Diseño de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando escoria de cobre para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Flores Gonzales, Jhon Austray :(ORCID: [0000-0002-8642-5522](https://orcid.org/0000-0002-8642-5522))

Fuentes Carranza, Jhoaldo :(ORCID: [0000-0001-7970-7743](https://orcid.org/0000-0001-7970-7743))

**ASESOR:**

Msc. Paredes Aguilar, Luis: (ORCID: [0000-0002-1375-179X](https://orcid.org/0000-0002-1375-179X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**TARAPOTO – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

El presente proyecto de investigación está dedicado a los miembros de mi familia, especialmente a mis padres, quienes fueron testigos de toda esta etapa de mi formación profesional, brindándome todo su apoyo incondicional, para de esa manera cumplir mis metas trazadas.

**Jhoaldo Fuentes Carranza.**

A mis padres por haberme apoyado en todo momento de mi formación como ser humano y como profesional, por haberme enseñado valores y deberes, también a mi familia que en todo momento me brindó su apoyo incondicional para llegar a cumplir mis sueños. **Jhon Austry Flores Gonzales.**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme seguir a paso firme esta etapa de mi vida, por brindarme salud y protección. Así mismo agradezco a mi padre por ser el pilar fundamental para mi formación como profesional, a mi madre por brindarme su protección y apoyo en todo momento para poder llegar a cumplir con mis objetivos propuestos. **Jhoaldo fuentes Carranza.**

Agradezco a dios por permitirme disfrutar de mis padres y familiares, por darme salud para de esta forma desarrollar mi vida profesional, también agradezco a mis padres quienes fueron el sustento para todo este procedimiento de mi formación como profesional, y a otras personas las cuales confiaron en mí, y me apoyaron de una u otra forma en todo este proceso. **Jhon Austray Flores Gonzales**

## Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de Gráficos y figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1 Tipo y diseño de Investigación .....	10
3.2 Variables y operacionalización .....	11
3.3 Población, muestra y muestreo .....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5 Procedimientos .....	15
3.6 Método de análisis de datos.....	16
3.7 Aspectos éticos .....	16
IV. RESULTADOS .....	16
V. DISCUSIÓN .....	25
VI. CONCLUSIONES.....	28
VII. RECOMENDACIONES .....	29
REFERENCIAS	
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1: Gráfica del diseño experimental para la fabricación de las probetas .....	10
Tabla 2: Muestras de los concretos.....	14
Tabla 3: Cuadro de técnicas e instrumentos .....	15
Tabla 4: Propiedades físicas del agregado fino y grueso .....	17
Tabla 5: Propiedades físicas de la escoria de cobre .....	18
Tabla 6: Propiedades químicas de la escoria de cobre .....	18
Tabla 7: Diseño de mezcla del concreto patrón y concreto con adiciones.....	19
Tabla 8: Diseño de mezcla del concreto patrón y de concreto óptimo de adición de escoria de cobre) .....	20
Tabla 9: Comparación económica del concreto control y del concreto óptimo (20% de escoria de cobre) .....	21

## Índice de Gráficos y figuras

Figura 1: Gráfico de la resistencia del concreto patrón y los porcentajes de la adición de escoria de cobre (10%, 20%, 30%) a los 7, 14 y 28 días. ....	22
Figura 2: Diseño óptimo del concreto patrón y del concreto con adición de escoria de cobre. ....	22
Figura 3: Gráfico de la comparación económica. ....	23
Figura 4: Gráfico de la resistencia a compresión del concreto con la adición del 20% de escoria de cobre. ....	23
Figura 5: Gráfico de Validación de la hipótesis del concreto con la adición de los porcentajes de escoria de cobre. ....	24

## Resumen

El presente proyecto “Diseño de concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando escoria de cobre para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021” propone en su investigación el uso de un aditivo que busca la mejora de la resistencia del concreto, en este caso se adicionara la escoria de cobre en distintos porcentajes. En cuanto a la investigación es aplicada de nivel experimental y tipo cuasi experimental, presentando como variable independiente: diseño de concreto  $f'_c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando escoria de cobre y como variable dependiente: mejorar la resistencia a la compresión del concreto. Se determinó una muestra de 36 especímenes de concreto, que consta de 9 probetas diseñadas en base a un concreto patrón y 27 de ellas diseñadas con adiciones de escoria de cobre al 10%, 20% y 30%. Al término de todos nuestros estudios se obtuvo un concreto patrón de 238.0 kg/cm<sup>2</sup>, en cuanto a las adiciones, con el 10% de EC se obtuvo una resistencia de 236.8 kg/cm<sup>2</sup>, con el 20% resultó 269.2 Kg/cm<sup>2</sup> y con el 30% una resistencia de 272.5 Kg/cm<sup>2</sup> por lo que se concluye que el aditivo utilizado aumenta notablemente la resistencia en comparación a la resistencia del concreto patrón.

**Palabras claves:** escoria de cobre, resistencia a la compresión, especímenes.

## **Abstract**

The present project "Design of concrete  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  adding copper slag to improve its resistance to compression, Tarapoto 2021" proposes in its research the use of an additive that seeks to improve the resistance of concrete, in In this case, the copper slag will be added in different percentages. As for the research, it is applied at an experimental and quasi-experimental level, presenting as an independent variable: concrete design  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  adding copper slag and as a dependent variable: improving the compressive strength of concrete. A sample of 36 concrete specimens was determined, consisting of 9 specimens designed based on a standard concrete and 27 of them designed with additions of copper slag at 10%, 20% and 30%. At the end of all our studies, a concrete standard of  $238.0 \text{ kg / cm}^2$  was obtained, in terms of additions, with 10% of EC a resistance of  $236.8 \text{ kg / cm}^2$  was obtained, with 20% it was  $269.2 \text{ Kg / cm}^2$  and with 30% a resistance of  $272.5 \text{ Kg / cm}^2$ , which is why it is concluded that the additive used significantly increases the resistance compared to the resistance of the standard concrete.

Keywords: copper slag, compressive strength, specimens.



## I. INTRODUCCIÓN

La **problemática**, se describe **internacionalmente**, en el país de Chile se ha realizado investigaciones que demuestran que la incorporación de escoria de cobre incrementa levemente la consistencia de los morteros respecto al diseño del mortero patrón. La sustitución de un 40% de arena por escoria de cobre genera un incremento sustancial en la densidad del mortero, logrando alcanzar un 10,2%. Esta idea nace debido a que Chile es uno de los mayores productores de cobre a nivel mundial por lo que generan enormes masas de residuos, desechos que causan una contaminación visual en sus paisajes. Por ello es factible su utilización de morteros con dicha adición en muros de albañilería confinada debido a que su uso influye en las propiedades mecánicas (Bravo, 2018, sp). De tal forma en el **aspecto nacional**, en la ciudad de Cusco se ha ejecutado los ensayos que estatuyen que a medida que se incrementan los porcentajes de arena reemplazada por escoria de cobre, el asentamiento de la mezcla sigue un patrón de crecimiento lineal en proporción directa con el porcentaje de escoria. Por ello en esta investigación se encontró que la sustitución del 35% de agregado fino por escoria de cobre aumenta la resistencia a la compresión a un 65,974 kg/cm<sup>2</sup>, siendo fabricadas mediante probetas. Dicho estudio es planteado como una propuesta de conservación del medio ambiente, ya que se propone la disposición útil de un material desechado que contamina el medio ambiente. (Cendoya, 2019, p.111). Así mismo, en Lima, se efectuó un análisis de la aplicación de escoria de acero para viviendas. Con los ensayos realizados se mostró que con un 30% de escoria se obtuvo una resistencia a la compresión de 152.84kg/cm<sup>2</sup>, a través de la cual se observa que cumple con la norma técnica donde indica que la resistencia mínima de un concreto es de 142.8 Kg/cm<sup>2</sup>. Con este proyecto se pretende la aplicación de la escoria de acero porque el ladrillo convencional al momento de ser fabricado emite CO<sub>2</sub>, el cual se convierte en un agente contaminante para el medio ambiente. Dicho material resultó un aliado del concreto ya que su comportamiento fue muy favorable y beneficioso para el ladrillo (Díaz, 2018, p.85). Actualmente en vista de los estudios arriba mencionados se va a realizar el análisis de un mazacote adicionando escoria de cobre con la finalidad de sustituir el conglomerado fino para aumentar su dureza a la concentración.

Consecuentemente se realizó la **formulación del problema**: ¿De qué modo el aumento de la escoria de cobre mejorará la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>? Subsiguiente a ello se adquirió los **problemas específicos**: ¿Cuáles son las propiedades físicas de los componentes de la mezcla del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para mejorar la resistencia a compresión?, ¿ Cuáles son las propiedades físicas y químicas que presenta la escoria de cobre para mejorar la resistencia a compresión del concreto?, ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto adicionando el , 10%, 20% y 30% de escoria de cobre para mejorar la resistencia a compresión?, ¿Cuál es el diseño óptimo de la mezcla de concreto con adición de escoria de cobre para mejorar su resistencia a la compresión?, ¿Cuánto será el costo del concreto con adición de la escoria de cobre para mejorar la resistencia a compresión?. Posterior a ello se dio comienzo a la elaboración de la **justificación teórica**: el análisis planteado indaga a través de la escoria de cobre mejorar la dureza del hormigón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, a través de los métodos de ensayos que se indica en el RNE Concreto Armado E.060, donde se establece las exigencias mínimas para el correcto desarrollo del concreto. Por otro lado, la **justificación práctica**: La indagación está siendo planteado porque nace la iniciativa de aumentar la resistencia, por tal motivo se opta el incremento de la escoria de cobre, el cual se someterá a estudios mediante procesos que permitirán ver el comportamiento que presenta en los distintos porcentajes para tener como producto final un diseño óptimo. Consecuentemente la **justificación metodológica**: Para el desarrollo del proyecto se realizará una progresión de estudios que conllevarán a las rupturas de probetas que permitirán obtener la resistencia en los distintos porcentajes (10%, 20% y 30%). Todo lo mencionado se realizará en un lugar especializado que cuente con los equipos necesarios para la ejecución del mismo. En cuanto a la **justificación social**: El proyecto de investigación pretende contribuir tanto al sector construcción como al sector Ambiente, con un diseño mejorado, ya que la escoria de cobre potenciará la resistencia del concreto. Además, la escoria de cobre al ser encontrada como desechos contribuirá con la prevención de la contaminación. Por ende, la **justificación por conveniencia**: La exploración se lleva a cabo con la finalidad de elevar la dureza del hormigón con un aditivo que es visto como desecho, lo

convirtiéndose en un agente contaminante. Por otra parte, brindara al rubro de la construcción un diseño mejorado al que tradicionalmente ya lo conocemos. Seguidamente, se plantearon los objetivos de la investigación, teniendo como **objetivo general:** Determinar de qué forma el aumento de escoria de cobre incrementará la dureza del concreto del concreto. Con el fin de lograr la ejecución del proyecto se plasman los siguientes **objetivos específicos:** Determinar las propiedades físicas de los componentes de la mezcla de concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  para mejorar la resistencia. Identificar la propiedades físicas y químicas de la escoria de cobre para mejorar la resistencia. Determinar la resistencia del concreto adicionando el 10%, 20% y 30% de escoria de cobre. Establecer el diseño óptimo de la mezcla de concreto con adición del 10%, 20% y 30% de la escoria de cobre para mejorar la resistencia a la compresión. Determinar el costo del metro cúbico del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de escoria de cobre para mejorar la resistencia a compresión. Obteniendo de esa forma la **hipótesis general:** Con la aplicación de escoria de cobre el diseño de concreto incrementará la resistencia a la compresión, Tarapoto 2021. Sin embargo, se propuso las **hipótesis específicas:** Los ensayos al ser ejecutados permitirán determinar los componentes de la mezcla, los cuales mostrarán una mejora a la resistencia a compresión, Tarapoto 2021. La ficha técnica contribuirá con la identificación de las propiedades de escoria de cobre para mejorar la resistencia, Tarapoto 2021. La resistencia del hormigón con aumento del 10%, 20% y 30% de escoria de cobre resultará conveniente como una opción novedosa en el rubro de la ingeniería Tarapoto 2021. El diseño óptimo de la mezcla de concreto con la adición del 10%, 20% y 30% de escoria de cobre mostrará eficacia en cuanto a la resistencia a compresión, Tarapoto 2021. Con la determinación del costo del concreto con adición de escoria de cobre resultará rentable para la construcción, Tarapoto 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Se utilizaron como estudios de indagación los referentes internacionalmente, donde: Rubio, M. (2016). En su análisis llamado: Influencia en la Huella Hídrica en la fabricación de Hormigón con escoria de cobre y polvo de Humo. (Artículo científico). Asociación Española de Ingeniería Mecánica. 84(2). Concluyó que la elaboración del hormigón con reducción de uno de los agregados principales de la mezcla que es el cemento por escoria 15%, se produjo que la mayor parte del consumo de agua por unidad se realiza antes de llegar a la planta. Además, cabe mencionar que la resistencia a la compresión del hormigón el cual ha sido adicionado con escorias y al mismo tiempo reducido en agua, mostró un incremento en su resistencia a una edad de 90 días, aproximadamente un 10% de mejora respecto al concreto patrón. Seguidamente en lo nacional se obtuvo a: Farro, Nelson. En su proyecto titulado: Influencia del porcentaje en peso de escorias de cobre sobre la resistencia a la compresión, penetración de iones cloruros y ataque por sulfatos en un concreto adicionado. (Artículo científico). Scielo. 2010: 13(1). Concluyó que la adición de escoria en un 10%, 20% y 30% ayuda con la resistencia tanto en cascajo como en concreto, aunque cabe mencionar que la mejora solo alcanzó un 80 a 89% de las resistencias alcanzadas con las probetas de control. Así mismo se logró observar una mayor dificultad para el ingreso de cloruros y sulfatos, lo cual indica que existe una menor permeabilidad y mayor protección contra agentes agresivos ambientales, de los concretos con estas nuevas adiciones. También se tiene a: Antaurco, David. En su trabajo de investigación titulado: Diseño de concreto permeable para pavimento rígido usando escoria de cobre en el distrito Independencia, Ancash, 2019. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. (2019). Concluye que la sustitución del agregado fino por distintos porcentajes de escoria de cobre, mejora relativamente la resistencia del concreto permeable. Para tal estudio se realizaron probetas, para luego ser sometidas a prensa a distintas edades (7, 14 y 28 días), resultando que con la adición del 25% de escoria la resistencia del concreto aumenta a 115.07, 163.15 y 237.45 kg/cm<sup>2</sup>. Con la adición del 50% de escoria de cobre el concreto muestra una resistencia de 121.72, 163.85 y 245.47 kg/cm<sup>2</sup>. Y con la adición del 100% de escoria de cobre las resistencias fueron 108,60, 163.15 y 249.20 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que adición

finalmente se muestra que se logra un diseño óptimo con la adición del 100% de escoria de cobre el cual sustituye al agregado fino. Para el estudio se emplearon ciertas **series con relación, para la variable independiente**: según la **definición conceptual**, Aparicio, (2014) Se inició un estudio con las posibilidades de que en la elaboración de concreto se emplee la escoria de cobre de tal manera que se mezclaron o se combinen dicho material con los agregados convencionales, de tal forma que se fabricaron cilindros de concreto a los cuales se les realizaron pruebas de resistencia a la compresión de los cuales arrojaron resultados satisfactorios en donde quedó demostrado que la escoria de cobre puede reemplazar en un 20% al agregado fino convencional. De tal manera el **concepto operacional** define que para el diseño de concreto se adicionará escoria de sobre en 10%, 20% y 30% para luego proceder a la elaboración en un molde determinado. Cabe mencionar que el material a utilizar será escoria de cobre, debido a que aumenta la resistencia del concreto. Para ello se ha planteado establecer **dimensiones** que ayuden a tener más claro el objeto de estudio, entre ellos: a. Propiedades físicas y químicas de la escoria de cobre, b. Características de los componentes de la mezcla de concreto, c. Resistencia del concreto adicionando escoria de cobre al 0%, 10%, 20% y 30%. Seguidamente se procedió con los **indicadores** los cuales se convierten en herramientas que nos permiten llegar al logro de las dimensiones, para eso se planteó una serie de estudios, en cuanto a la primera dimensión: densidad, peso específico y Ph, con respecto a la segunda dimensión: contenido de humedad, peso específico y absorción, granulometría, para la tercera dimensión: cantidad de escoria de sobre a utilizar para los diseños. Para finalizar en lo que respecta a la variable independiente la **escala de medición** será intervalo. En cuanto a la **Variable dependiente**: De acuerdo a la **definición conceptual** según Acuña, (2013). Aseguró que la resistencia a compresión del concreto es la capacidad para soportar una carga, lo cual se determina o se calcula ensayando las probetas en diferentes edades, de tal forma en que se obtiene valores en la cual se pueden graficar. Posterior a ello se elaboró la **definición operacional** donde se menciona la adición de escoria de cobre para aumentar la resistencia a la compresión del concreto. Continuando con las **dimensiones** respecto a nuestra variable independiente tiene: d. Diseño de de

mezcla de concreto, e. Viabilidad económica, posterior a ello se continuó con los **indicadores**: para la cuarta dimensión se determinó que las probetas serán sometidas a la prensa en sus dos caras transversales, así mismo para la quinta dimensión se calculará el precio unitario de elaboración del diseño de concreto. Cabe recalcar que esta variable también tendrá como **escala de medición** el intervalo. Concreto según: Carrillo, (2016). Manifestó que el concreto es el material de construcción más empleado a nivel mundial, debido a muchos factores como su versatilidad, durabilidad y economía. Como es de conocimiento el concreto se usa en carreteras, calles, estacionamientos, etc., por ende, el diseño debe ser adecuado para garantizar estabilidad y seguridad. La adición de otros agentes como fibras de acero, ayudan a que el concreto tenga una mayor ductilidad, convirtiéndolo es una alternativa de solución para problemas que se presentan en los pavimentos debido a que estos están sometidos a cargas pesadas (p. 19). Propiedades físicas y mecánicas del concreto según: Caballero, (2017). Manifestó que el concreto es uno de los materiales que más se emplea en el mundo de la construcción es por ello que con el pasar del tiempo son más los estudios que se realizan en cuanto se refiere para mejorar sus propiedades tanto químicas como mecánicas. En cuanto a se refieren a mecánicas se diferencia en que al agregar adiciones al concreto se logrará mejorar tanto la capacidad resistente como la de deformación. En los últimos tiempos se ha venido incrementando el uso de diferentes tipos de concretos los cuales buscan un mayor resistencia y durabilidad es por ello que se utiliza diferentes alternativas como las fibras, de tal manera se pueda obtener lo que se desea, un concreto resistente, así como también las propiedades del concreto son: En su estado fresco se encuentra a la trabajabilidad, que se refiere a la capacidad que el concreto posee para ser introducido y comprimido de una forma correcta. Por ello se realiza el ensayo de asentamiento, dicho ensayo se realiza a través del cono de Abrams. -Resistencia, capacidad para soportar cargas o esfuerzos. -Durabilidad, habilidad para resistir la acción del medio ambiente, y ataques químicos. (p.18). Componentes del concreto según: Cabrera, (2018). Manifestó que uno de los materiales más utilizados en el campo de la construcción es el famoso concreto el cual para su elaboración requiere una gran cantidad de materia prima, dicho concreto es la mezcla de el

cemento, con agregados (finos y gruesos), agua y aditivos (si es necesario), los componentes son el cemento, compuesto principalmente por silicato de calcio y aluminio, entre otros. Es un material con propiedades de adherencia y cohesión y que está caracterizado por tener una gran dureza, el agua, dicho líquido es utilizada para la elaboración de concretos la cual se debe de mantener limpia, clara y libre de contaminantes como son los aceites, o minerales como las sales, los cuales pueden generar muchos problemas al concreto, generando que el concreto no se adhiera de forma adecuada haciendo que no llegue a su resistencia óptima. Agregado grueso, este material está compuesto por grava o roca triturada lo cual constituye aproximadamente entre el 60% y 80% del volumen de la mezcla del concreto de tal forma que nos permitan una mayor resistencia y mayor rendimiento. Agregado fino, este agregado está constituido principalmente de arena el cual no debe de estar compuesta por material arcilloso o materia orgánica ya que solo se logrará afectar la calidad y resistencia de la mezcla del concreto. (p.21). Propiedades físicas y químicas del cemento, es importante mencionar que el cemento es indispensable en el campo de la ingeniería, pero es imposible dejar de mencionar que uno de los agentes que provoca contaminación en el medio ambiente. En la actualidad se viene realizando diversos estudios utilizando aditivos que mejoren el desempeño mecánico de los hormigones con la finalidad de obtenerlos con mayor capacidad. Cabe mencionar que tiene cualidades tanto físicas y químicas que al ser combinadas es con más materiales adopta una mejor cohesión para garantizar el aguante de los esfuerzos (Ramalho y Soto, 2018, p.230). Características de la escoria de cobre, según: Borrachero, (2016). Afirmó que la mineralogía y estructura del cobre es variada, de tal forma que algunas de ellas presentaron una estructura morfo y las otras restantes presentaron una estructura cristalina con ciertos rasgos morfo. Por otro lado, los niveles de calcio indicarían que la escoria de cobre posee propiedades cementantes lo cual permitirían ser utilizadas en materiales de construcción. (sp). Escoria de cobre, según: Valderrama, (2018). Manifestó que el cobre se adquiere principalmente de los sulfuros de cobre, principalmente mediante algunos procesos clásicos como son pirometalúrgicos, el primer país a nivel mundial con mayor producción de cobre es Chile, estando en segundo lugar nuestro país Perú, por cada

tonelada de cobre se genera aproximadamente una 2,0 tonelada de escoria, esto si dependiendo de las propiedades de los concentrados de cobre. Por otro lado, un proceso pirometalúrgico de una fundición tiene por finalidad eliminar la mayor cantidad de hierro y azufre, de tal forma minimizando la pérdida de cobre en escoria. (p.40). Composiciones físicas de la escoria, según: Valdivia, (2013). Afirmó que las propiedades físicas – químicas de dicho elemento que empleamos (escoria), depende mucho de la materia prima que se va a utilizar, así como también de la tecnología que se empleará, estos productos industriales están compuestas tanto como fases vítreas como cristalinas. Usualmente las escorias de cobre se producen a partir de los 1600°C, por lo cual su estructura amorfa dependerá de la forma de enfriamiento, de tal manera que si el enfriamiento es rápido queda en deforme y su estructura mayormente es amorfa, por lo contrario, si el enfriamiento es lento se obtendrá menor cantidad de estructura amorfa. (p15). Es importante considerar para el desarrollo de todo proyecto de investigación: Normas Técnicas: -Granulometría, ensayo que consiste en la distribución de las partículas (agregados) por tamaño. Es de suma importancia este estudio ya que influye directamente en las dosificaciones, la trabajabilidad, etc. -Módulo de fineza, (NTP400.012, ASTM C136). Índice que sirve para clasificar los agregados pétreos en función al ensayo anterior. -Contenido de humedad, (ASTM C566, NTP339.185, estudio imprescindible para determinar la cantidad de agua a utilizar en la mezcla. Dicho estudio es realizado porque muchos materiales adquieren humedad debido a su exposición al descubierto -Peso específico y absorción, (NTP400.022, ASTM C128). Relación de su peso respecto al volumen total de agua. -Peso unitario suelto, (NTP400.017, ASTM C29). Resultado del cociente entre la pesadez de los agregados y el respectivo tamaño de la tara. -Peso unitario compactado, (NTP400.017, ASTM C29). Estudio que se realiza cuando el total de volumen de la mezcla es menor a 50 milímetros (Larico, 2019, p.56). Sin embargo, como **enfoques conceptuales** esta: Relación agua – cemento, según: Madrigal, (2012). Afirmó que para realizar el estudio de A/C se llevó a cabo varias pruebas combinando el volumen del agua con relación al cemento, a partir de todo esto se pudo concluir que la ejecución de las pruebas nos permitió identificar la consistencia del concreto. En dicha relación agua/cemento la importancia del



agua resulta ser de gran magnitud, ya que ella y el cemento están ligados de tal manera que si se eleva el porcentaje de agua aumenta la fluidez de la mezcla y por ende su trabajabilidad y plasticidad. (p.81). Diseño de mortero. Canul, Mendoza Y Moreno, (2016). En su investigación comenta que la mezcla consiste en medir los porcentajes que formarán parte del hormigón. Es importante mencionar que los métodos empleados están en el ACI (American Concrete Institute), los cuales permiten obtener una correcta dosificación (p. 242). Diseño óptimo del concreto, según: Beldón, (2017). Llevó a cabo un estudio en el cual se basó en la necesidad de encontrar o determinar una dosificación adecuada del concreto de alta resistencia de tal manera que se logre el comportamiento estructural deseado en las zonas andinas del Perú, es por ello que se realizó el diseño de un concreto de alta resistencia que se adecue a los principios de dichas obras civiles dando como resultado demostrar que si es posible desarrollar concretos de alta resistencia con agregados provenientes de zonas aledañas (p. 84). Caracterización de la escoria de cobre, según: Rosero, (2020). Señaló que para un posible uso de la escoria de cobre como adición en el proceso de producción de cemento se tuvo que realizar diferentes estudios tales como un análisis de distribución del tamaño de las partículas, caracterización mineralógica, entre otros. Por otro lado, señaló que en los últimos años se viene haciendo estudios para tener una mejor idea de utilización de las escorias de cobre, así como también menciona que existen dos tipos de escoria, la primera llamada escoria de cobre primaria la cual se obtiene netamente de la extracción de cobre desde el mineral y la escoria de cobre secundaria la cual se logra obtener en el aprovechamiento de la fundición de la chatarra de cobre.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de Investigación

Dicho estudio de análisis es aplicada, debido a que indaga de una u otra forma la generación de epistemologías con una adecuación recta a los conflictos; dicho estudio es experimental y es modelo cuasi experimental, por tal motivo se acudió a verificar las variables, como la escoria de cobre y la resistencia.

Propuesta del diseño:

$$D = O_1 - X - O_2$$

**Dónde:**

$O_1$  = Concreto patrón

$X$  = Escoria de cobre

$O_2$  = Concreto mejorado

*Tabla 1: Gráfica del diseño experimental para la fabricación de las probetas*

GE (1)	X1 (concreto $f'c=210kg/cm^2$ adicionado el 10% de escoria de cobre)	O1(7d)	X1(concreto $f'c=210kg/cm^2$ adicionado el 10% de escoria de cobre)	O2(14d)	X1 (concreto $f'c=210kg/cm^2$ adicionado el 10% de escoria de cobre)	O3(28d)
GE (2)	X2 (concreto $f'c=210kg/cm^2$ adicionado el 20% de escoria de cobre)	O1(7d)	X2(concreto $f'c=210kg/cm^2$ adicionado el 20% de escoria de cobre)	O2(14d)	X2 (concreto $f'c=210kg/cm^2$ adicionado el 20% de escoria de cobre)	O3(28d)
GE (3)	X3 (concreto $f'c=210kg/cm^2$ adicionado el 30% de escoria de cobre)	O1(7d)	X3 (concreto $f'c=210kg/cm^2$ adicionado el 30% de escoria de cobre)	O2(14d)	X3 (concreto $f'c=210kg/cm^2$ adicionado el 30% de escoria de cobre)	O3(28d)
GC (4)	X0(concreto $f'c=210kg/cm^2$ sin utilizar escoria de cobre)	O1(7d)	X0 (concreto $f'c=210kg/cm^2$ sin utilizar escoria de cobre)	O2(14d)	X0 (concreto $f'c=210kg/cm^2$ sin utilizar escoria de cobre)	O3(28d)

**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas.

**Dónde:**

GE: Grupo experimental

GC: Grupo control (concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sin utilizar escoria de cobre)

X1: Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionado el 10% de escoria de cobre

X2: Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionado el 20% de escoria de cobre

X3: Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionado el 30% de escoria de cobre

O1, O2, O3: Medición

### 3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente cuantitativa: concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando escoria de cobre. En cuanto a la operacionalización de las variables se encuentra la **definición conceptual** según Aparicio, (2014). Se inició un estudio con las posibilidades de que en la elaboración de concreto se emplee la escoria de cobre de tal manera que se mezclaron o se combinen dicho material con los agregados convencionales, de tal forma que se fabricaron cilindros de concreto a los cuales se les realizaron pruebas de resistencia a la compresión de los cuales arrojaron resultados satisfactorios en donde quedó demostrado que la escoria de cobre puede reemplazar en un 20% al agregado fino convencional. De tal manera el **concepto operacional** define que para el diseño de concreto se adicionará escoria de sobre en 10%, 20% y 30% para luego proceder a la elaboración en un molde determinado. Cabe mencionar que el material a utilizar será escoria de cobre, debido a que aumenta la resistencia del concreto. Para ello se ha planteado establecer **dimensiones** que ayuden a tener más claro el objeto de estudio, entre ellos: **a.** Propiedades físicas y químicas de la escoria de cobre, **b.** Características de los componentes del concreto, **c.** Resistencia del concreto adicionando escoria de cobre al 0%, 10%, 20% y 30%. Seguidamente se procedió con los **indicadores** los cuales se convierten en herramientas que nos permiten llegar al logro de las dimensiones, para eso se planteó una serie de estudios, en cuanto a la primera dimensión: densidad, peso específico y Ph, con respecto a la segunda dimensión: contenido de humedad, peso específico y absorción, granulometría, para la tercera dimensión: cantidad de escoria de sobre a utilizar para los diseños. Para finalizar en lo que respecta a la

variable independiente la escala de medición será intervalo. Variable dependiente cuantitativa: resistencia a la compresión. De acuerdo a la definición conceptual según ACUÑA, (2013). Aseguró que la resistencia a compresión del concreto es la capacidad para soportar una carga, lo cual se determina o se calcula ensayando las probetas en diferentes edades, de tal forma en que se obtiene valores en la cual se pueden graficar. Posterior a ello se elaboró la **definición operacional** donde se menciona la adición de escoria de cobre para aumentar la resistencia a la compresión del concreto. Continuando con las **dimensiones** respecto a nuestra variable independiente tiene: **d.** Diseño de mezcla de concreto, **e.** Viabilidad económica, posterior a ello se continuó con los **indicadores:** para la cuarta dimensión se determinó que las probetas serán sometidas a la prensa en sus dos caras transversales, así mismo para la quinta dimensión se calculará el precio unitario de elaboración del diseño de concreto.

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

#### **Población**

Ventura, (2017). Define a la población como un conjunto de elementos que muestran una serie de características para posteriormente pasar a ser estudiadas. Por ese motivo la relación entre la población y la muestra se convierte de carácter inductivo (p. 648).

#### **Muestra**

Manterola y Otzen (2017). Manifiesta que la muestra es el conjunto de sujetos que pertenecen a la población, las cuales están expuestas para la investigación. Por ellos es que el análisis de una muestra contribuye a realizar inferencias, extrapolar o redactar conclusiones con un nivel alto de certeza (p. 227).

Para la obtención de mejores resultados en cuanto al proyecto de investigación, se planteó realizar una población muestral, resultando 36 testigos.

#### **Determinación de la muestra**

El Reglamento Nacional de Edificaciones contiene normas que deben ser respetadas para cualquier diseño que sea propuesto en un proyecto de investigación. Por tal motivo nuestro proyecto de investigación está basado en el diseño de un concreto con adición en distintos porcentajes de escoria de cobre para lo cual según la Norma E. 060 de Concreto Armado, plantea que todo hormigón debe racionarse para brindar una fuerza adecuada, cumpliendo con todos los parámetros de perdurabilidad. Dichas estipulaciones tendrán que estar fundados en pruebas de especímenes cilíndricos, confeccionados y sometidos a un tiempo de 28 días. Para llegar a la solidez del mazacote se debe evaluar el término medio de 2 especímenes, las cuales serán tomadas de la misma selección. A todo ello, en nuestro proyecto se efectuará 36 probetas de dimensiones 30 x 15 con adición de escoria de cobre al 0%, 10%, 20% y 30%.

Tabla 2: Muestras de los concretos

<b>Probetas patrón y probetas con adición de escoria de cobre</b>					
Edades	0 %	10%	20%	30%	Parcial
7 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
14 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
28 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
Total					36 unid

**Fuente:** Creación propia de los tesis

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnica

Hamodi y López, (2015). Define el método como aquellas estrategias que serán utilizadas por el investigador con el fin de recolectar toda la información respecto al objeto de estudio de la investigación. Es por ello que el autor hace mención de estas estrategias como las encuestas y la observación (p. 154).

Para el recojo de información de nuestro proyecto de indagación se emplea como recurso la observación, a través de esto se podrá realizar pruebas a compresión para obtener los efectos a los porcentajes de 0%, 10%, 20% y 30% a ciertas edades de 7, 14 y 28 días

#### Instrumento

Soriano, (2014). Manifiesta que un instrumento de investigación es una herramienta operativa que permite al investigador la recolección de datos, el cual le permite mantener un orden en cuanto a los datos que se vayan obteniendo de la investigación, esto permitirá dar un énfasis a los resultados que se obtengan, En toda investigación es importante la selección del instrumento a emplear (p.20).

Para la obtención de los datos del proyecto se emplearán los siguientes instrumentos.

Tabla 3: Cuadro de técnicas e instrumentos

Técnicas	Instrumentos	Fuente
Ensayos de propiedades físicas y químicas de los agregados.	Ficha de registro de datos sobre las propiedades físicas y químicas de los agregados.	Norma N.T.P 339.127(ASTM D2216)
Ensayo de las propiedades físicas y químicas de la escoria de cobre	Ficha de registro de datos sobre propiedades físicas y químicas de la escoria de cobre.	Norma N.T.P 339.128 (ASTM D 422)
Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto patrón y adicionado.	Ficha de control para la resistencia a compresión del concreto.	Norma N.T.P 336.167 (ASTM D 2166)

**Fuente:** Creación propia de los tesis

### Validez

Aravena, Moraga, Et Al (2014). Manifiestan que la validez también es conocida como exactitud ya que está sujeta al grado en el que una medición refleja la realidad de un fenómeno o capacidad de medición para lo que fue puesta, es decir que mida y clasifique lo que realmente se quiera analizar (p, 79).

### Confiabilidad

Santos, (2017). Manifiestan que la confiabilidad también es conocida como exactitud, puesta que está sujeta a los puntajes de una mensuración fuera de equivocaciones. En otras palabras, al repetir consecutivamente una medición, esta debería señalar semejanzas (p, 2).

Para este estudio, se empleará las herramientas de laboratorio de mecánicas de suelos, precisamente graduados por la institución mencionada.

## 3.5 Procedimientos

El actual proyecto de indagación busca diseñar un concreto con un aditivo que mejore la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, para lo cual se procede a determinar el lugar de extracción de los agregados y las condiciones que estos presentan. Una vez seleccionado el material a utilizar para el diseño se procede a realizar los respectivos ensayos como la granulometría, contenido de humedad, peso específico, peso unitario, entre

otros ensayos, tanto del agregado fino como del agregado grueso. Posterior a ello se consigue la escoria de cobre con su ficha técnica, la cual nos permitirá determinar sus propiedades tanto físicas como químicas. Todos los datos que se vayan obteniendo de los estudios deberán ser registrados en fichas, las cuales nos permitirán un mayor control y orden para el procesamiento de toda nuestra información. Previo al diseño del concreto se alista los moldes para la colocación del material una vez mezclado. El diseño de concreto a partir del concreto patrón consistirá en adiciones de 10%, 20% y 30% de escoria de cobre, resultado un total de 27 probetas, las cuales pasarán por un proceso de curado en agua por edades de 7, 14 y 28 días, Estos especímenes serán sometidos a rupturas a través de una prensa, con la finalidad de verificar la dureza y poder determinar una resistencia óptima.

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

Toda referencia que se recopile del desarrollo del proyecto de investigación será encausada a través de los ensayos de mecánica de suelos, así mismos Excel, entre otros, con la finalidad de exhibir de manera moderada la información, a través de resúmenes, esquemas y modelos, la cual le da un mayor realce para la condensación del leyente.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para la ejecución de nuestro estudio se tiene presente la guía respectiva, siempre considerando los derechos el autor citado en el proyecto; para ello los actuales investigadores se responsabilizan a venerar con legalidad los resultados, la certeza de las notas en el laboratorio, fundada de acuerdo a normas y juicios del indagador.



## IV. RESULTADOS

### 4.1 Propiedades físicas de los componentes de la mezcla de concreto

Tabla 4: Propiedades físicas del agregado fino y grueso

Propiedades	Unidad	Agregado fino	Agregado grueso
Tamaño máximo		3/8	1
Humedad Natural	(%)	1.72	0.70
Peso Específico	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.65	2.66
Absorción	(%)	0.25	0.59
Módulo de fineza	(%)	1.72	7.06
Peso Unitario Suelo	(Kg/cm <sup>3</sup> )	1.519	1.504
Peso Unitario varillado	(Kg/cm <sup>3</sup> )	1.671	1.615

Fuente: Laboratorio JHCD contratistas SAC

**Interpretación:** Las evaluaciones fueron realizadas en el laboratorio JHCD contratistas SAC, basándonos en las siguientes normativas: norma ASTM D-2216 (humedad natural), norma ASTM D422 (análisis granulométrico), norma ASTM C-127 (peso específico y absorción del agregado grueso), ASTM C29 (peso unitario de agregados), ASTM C143 (prueba estándar de asentamiento del hormigón), ASTM C1064 (método de ensayo normalizado de temperatura), ASTM C31 (práctica normalizado para curado de especímenes de ensayo de concreto), de esa forma obtuvimos los resultados de la arena que fueron extraídos del yacimiento del Rio Cumbaza, presentando un volumen nominal de 3/8 y de la piedra de 1", así mismo se obtuvieron los resultados de los ensayos ejecutados como se puede visualizar en la tabla.

## 4.2 Propiedades físicas y químicas de la escoria de cobre

Tabla 5: Propiedades físicas de la escoria de cobre

PROPIEDAD	CONDICIÓN	VALOR
Granulación	Granular	-
Color	Negro/gris	-
Dureza	-	6.5 – 7 Grado-Mohs
Conductividad	-	<1000 $\mu$ s/cm
Índice de reutilizar	-	3 – 4
Rendimiento	-	7 a 12kg/m <sup>2</sup>

Fuente: KRL abastecedores comerciales

Tabla 6: Propiedades químicas de la escoria de cobre

PROPIEDAD	CONDICIÓN	VALOR
Fe	-	22.10%
Cu	-	0.27%
Pb	-	0.25%
Zn	-	1.91%

Fuente: KRL abastecedores comerciales

**Interpretación:** La escoria de cobre es aplicable y utilizado en el mundo de la construcción tanto en edificaciones, como en losas, entre otros por lo cual la empresa KRL ABASTECEDORES COMERCIALES, ofrece todo tipo de material como escoria de cobre, entre otros minerales. Los ensayos practicados en laboratorios como se observa en la ficha técnica, nos ayudan a identificar las propiedades de la escoria, como podemos rescatar la dureza de la escoria que es un 6.5 a 7 en grado-Mohs, el color puede ser gris o negro, el índice de reutilización que varía entre 3 a 4 veces.

### 4.3 Resistencia del concreto con adiciones del 10%, 20% y 30% de escoria de cobre a edades de 7, 14 y 28 días

Tabla 7: Diseño de mezcla del concreto patrón y concreto con adiciones.

Adición de porcentajes de escoria de cobre	Edades		
	7	14	28
0%	182.23 kg/cm <sup>2</sup>	205.6 kg/cm <sup>2</sup>	238.0 kg/cm <sup>2</sup>
10%	188.6 kg/cm <sup>2</sup>	212.7 kg/cm <sup>2</sup>	236.8 kg/cm <sup>2</sup>
20%	197.3 kg/cm <sup>2</sup>	253.1 kg/cm <sup>2</sup>	269.2 kg/cm <sup>2</sup>
30%	201.4 kg/cm <sup>2</sup>	256.6 kg/cm <sup>2</sup>	272.5kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia de los tesistas

**Interpretación:** El proyecto de investigación se ejecutó en las áreas del laboratorio ya mencionado, en la cual se practicó todas las pruebas necesarias que nos dejará conseguir las durezas en las diferentes edades propuestas en nuestro proyecto. En esta tabla podemos observar la resistencia del concreto patrón que logra una resistencia de 238.0 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, se puede espiar que la resistencia con la adición de escoria de cobre en los distintos porcentajes (10% - 20% y 30%), con 10 % a los 7 días tenemos una resistencia de 188.6kg/cm<sup>2</sup> hasta el fraguado de los 28 días llegamos con una resistencia de 236.8kg/cm<sup>2</sup>, así mismo para la adición del 20%. En 7 días se obtiene 197.3kg/cm<sup>2</sup> hasta el fraguado de los 28 días obtenemos 269.2kg/cm<sup>2</sup> de resistencia, en cambio a la adición de 30% con mayor resistencia de obtiene a los 28 días con 272.5 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4 Diseño óptimo con adición de escoria de cobre aplicado al 10%, 20% y 30% para mejorar la resistencia a compresión del concreto.

Tabla 8: Diseño de mezcla del concreto patrón y de concreto óptimo de adición de escoria de cobre)

MATERIAL	Unidad	Patrón ( $f_c=210\text{kg/cm}^2$ )	20% escoria de cobre + 80% concreto
Cemento	Kg	382	382
Escoria de Cobre	Kg	0.00	2.6
Agregado grueso	Kg	1007.1	1004.1
Agregado fino	Kg	734.7	710.1
Agua	L	198.3	198.3

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

**Interpretación:** Mediante el examen de resistencia a compresión, se logró determinar que el diseño óptimo en relación al concreto  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  es la que está formada por el 20% de escoria de cobre y el 80% de agregados, resultando una resistencia de  $f_c= 269.2\text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días en donde se puede observar los valores calculado para el diseño óptimo presentando 382 kg de cemento Pacasmayo, 2.6 kg de escoria de cobre, 1004.1 kg de AG, 710.1 kg de AF y 198.3 LT. Se recalca que la escoria de cobre se adhiere al concreto por lo que resulta manejable aumentando su resistencia

#### 4.5 Costo óptimo del concreto con adición del 10% de escoria de cobre.

Tabla 9: Comparación económica del concreto control y del concreto óptimo (20% de escoria de cobre)

MATERIAL	Und.	PU	Patrón (f'c=210kg/cm <sup>2</sup> )		20% EC + 80% Concreto	
			Cantidad	Costo (S/.)	Cantidad	Costo (S/.)
Cemento	Kg	0.53	382	202.46	382	202.46
Escoria de cobre	Kg	0.90	0.00	0.00	2.6	0.00
Agregado grueso	Kg	0.08	1007.1	80.57	1004.1	80.32
Agregado fino	Kg	0.05	734.7	36.74	710.1	35.50
Agua	L	0.00247	198.3	0.49	198.3	0.49
<b>Costo Total por m<sup>3</sup></b>			<b>S/. 320.26</b>		<b>S/. 318.77</b>	

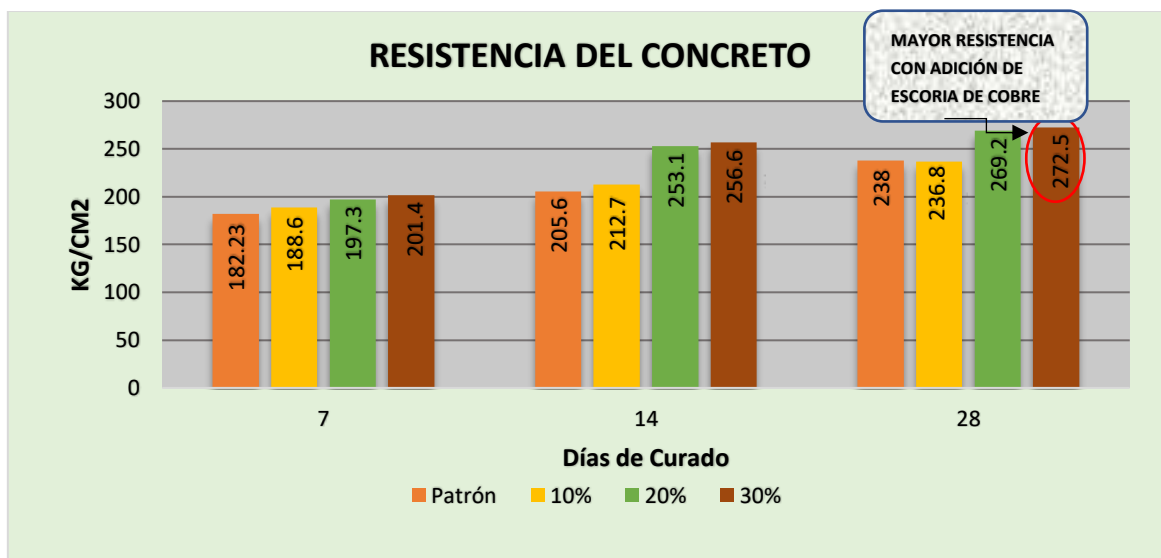
Fuente: Elaboración propia de los tesisistas.

**Interpretación:** Conforme se puede analizar en la tabla se llevó a cabo un cotejo para ver cuál de ellos resulta más económico, para ello se identificó que el precio del diseño con el 20% de adición de escoria de cobre fue relativamente menor al concreto patrón el cual tuvo un costo de S/. 320.26 y de S/. 318.77 resultando una diferencia de S/. 1.50. Por lo tanto, se determina que la adición del 20% resulta ligeramente económico

## VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

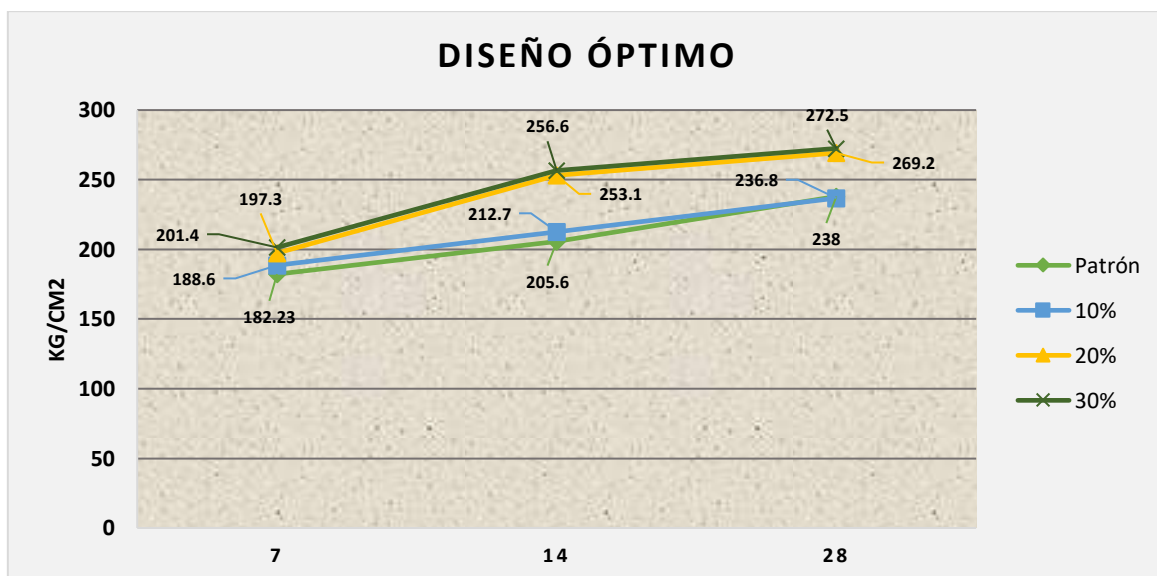
Los resultados obtenidos se presentan para la fidelidad de las suposiciones planteadas en cuanto a las pruebas.

**Figura 1:** Gráfico de la resistencia del concreto patrón y los porcentajes de la adición de escoria de cobre (10%, 20%, 30%) a los 7, 14 y 28 días.



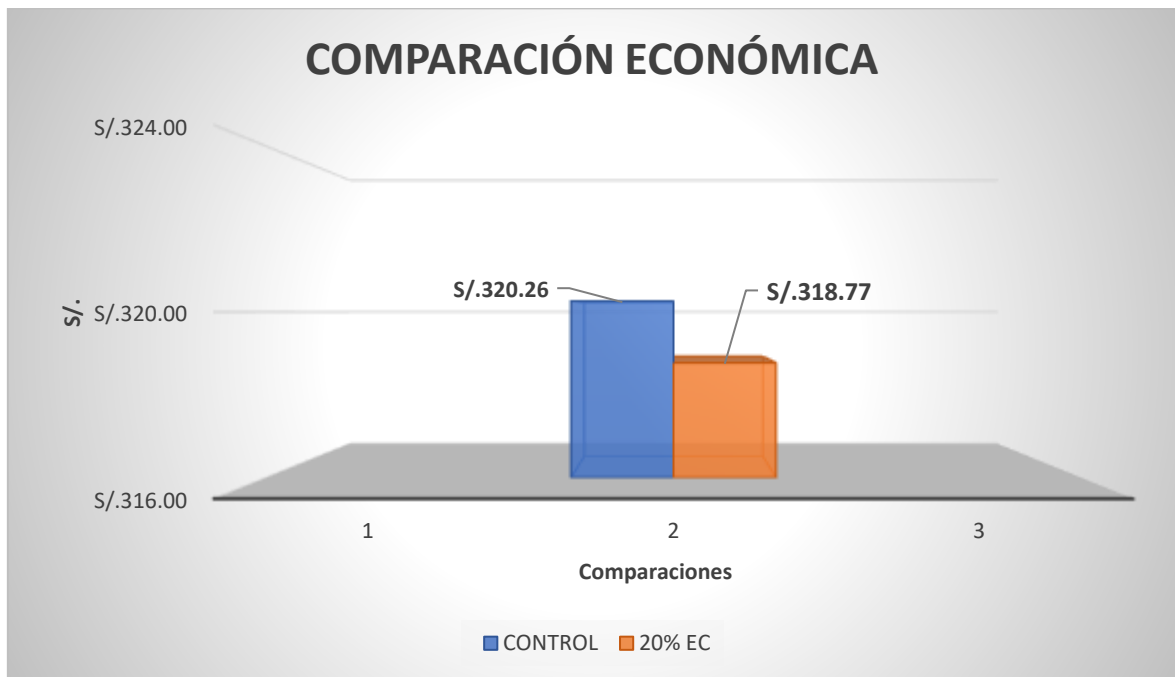
Fuente: Elaboración propia de los tesisistas.

**Figura 2:** Diseño óptimo del concreto patrón y del concreto con adición de escoria de cobre.



Fuente: Elaboración propia de los tesisistas.

**Figura 3:** Gráfico de la comparación económica.



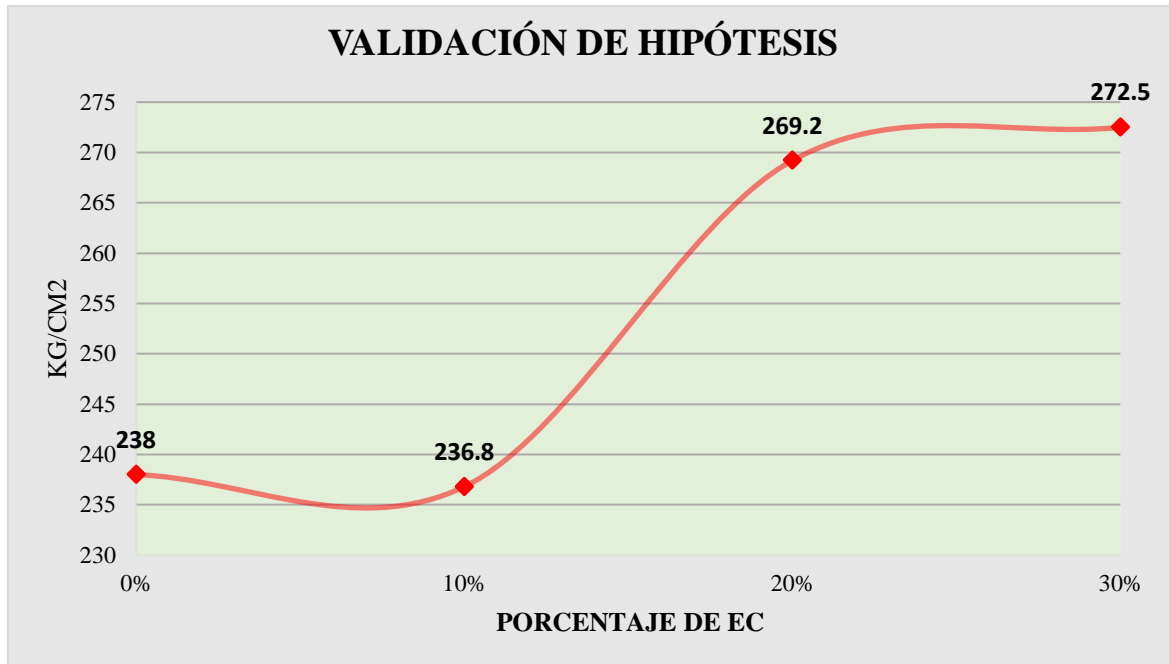
**Fuente:** Elaboración propia de los tesistas.

**Figura 4:** Gráfico de la resistencia a compresión del concreto con la adición del 20% de escoria de cobre.



**Fuente:** Elaboración propia de los tesistas.

**Figura 5:** Gráfico de Validación de la hipótesis del concreto con la adición de los porcentajes de escoria de cobre.



**Fuente:** Elaboración propia de los tesistas.

### Prueba de hipótesis

Con relación a como se muestra en la figura 7, se logra verificar que se logra la aceptación de nuestra hipótesis de indagación en cuanto a la relación de la adición del 20% de escoria de cobre, que busca la hipótesis general, resultando a ese porcentaje un concreto económico, por lo que se concluye que el uso de este aditivo mejorara definitivamente la resistencia a la compresión del concreto.



## V. DISCUSIÓN

En relación a las cualidades de los componentes del concreto, las pruebas fueron desarrolladas en el laboratorio JHCD contratistas SAC, respetando las normas correspondientes que dan sustento a dichos estudios, como las siguientes: norma ASTM D-2216, norma ASTM D422, norma ASTM C-127, ASTM C29, de esa forma obtuvimos los resultados del agregado fino que fueron extraídos de la cantera del Rio Cumbaza, siendo tamaño nominal máximo 3/8, humedad natural 1.72%, peso específico 2.65 gr/cm<sup>3</sup>, absorción 0.25%, módulo de fineza 1.72%, peso unitario suelto 1.519%, y varillado 1.671% y el agregado grueso fue extraído de la cantera del rio Huallaga en la cual se obtuvo tamaño máximo 1, humedad natural 0.70%, peso específico 2.66 gr/cm<sup>3</sup>, absorción 0.59%, módulo de fineza 7.06%, peso suelto 1.504% y varillado 1.615%. En ese sentido la investigación presentada por Aquilar, A. Orrantia, E. García, L (2019), hace mención que los agregados para una mezcla deben cumplir con algunos criterios, obteniendo los siguientes resultados, agregado-tamaño nominal N°4, peso específico 2581.80 kg/cm<sup>3</sup>, peso suelto 1388.69 kg/cm<sup>3</sup>, peso compactado 1424.71 kg/cm<sup>3</sup>, absorción 1.66% y contenido de humedad 3.86, así mismo se obtuvo resultados del agregado grueso un tamaño máximo nominal de 1/2", peso específico 1538.38 kg/cm<sup>3</sup>, peso suelto 1449.98 kg/cm<sup>3</sup>, peso compactado 1561.59 kg/cm<sup>3</sup>, absorción 0.47% y contenido de humedad 0.42. Por lo tanto, se determina que nuestros estudios no tuvieron la granulometría correspondiente como indica la norma, sin embargo, las resistencias obtenidas fueron superiores a la del concreto patrón, mientras que los estudios de la investigación si resultaron aceptables para un diseño. En cuanto a nuestro aditivo, la escoria de cobre es un residuo industrial que se genera durante el proceso de producción de cobre, siendo en estos últimos años aplicable y utilizado en el mundo de la construcción debido a los beneficios económicos y medioambientales que proporciona para tal motivo la empresa Krl Abastecedores Comerciales, ofrece todo tipo de material como escoria de cobre, entre otros minerales. Las técnicas ejecutadas en laboratorios como se analiza en la ficha, nos ayudan a identificar las propiedades de la escoria, como podemos rescatar la dureza de la escoria que es un 6.5 a 7 en grado-Mohs, el color puede ser gris o negro, el índice de reutilización que varía entre 3 a 4

veces. De manera que se puede contraponer a la tesis de Valdivia, (2013), en la que afirma que las propiedades de la escoria de cobre, dependen de la materia prima a emplear, así como también de la tecnología por la cual estará será sometida debido a que este aditivo este compuesto por fases vítreas y cristalinas ya que usualmente se producen alrededor de 1600°C. En consecuencia, queda demostrado que las propiedades de la escoria de cobre muestran compatibilidad con el concreto ya que aumenta la resistencia y se adhiere de forma manejable al momento de elaborar la mezcla. De acuerdo a la comparación de la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y de los concretos con adición de escoria de cobre al 10%, 20% y 30%, a través de los estudios desarrollados en el laboratorio, se muestra las capacidades que se obtienen (tabla N.º9) la resistencia del concreto patrón resulta  $238.0 \text{ kg/cm}^2$ . Continuamente se adquiere la resistencia de los concretos con las distintas adiciones, para tal caso con el 10% de escoria de cobre se obtuvo una resistencia de  $236.8 \text{ kg/cm}^2$  superando al concreto patrón, así mismo con el 20% se obtuvo  $269.2 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia en donde se puede observar que la resistencia sigue en aumento con respecto al concreto control, finalmente con el 30% de EC resultó una resistencia de  $272.5 \text{ kg/cm}^2$  en el que notablemente se logró superar al concreto patrón, resultando un aditivo beneficioso para el diseño de la mezcla ya que no complicó la trabajabilidad del concreto. Sin embargo, en la tesis de Farro, Nelson (2010), se consigue resultados favorables en cuanto a la resistencia ya que se incrementó a moderación que aumentaba los porcentajes (10%, 20% y 30%) en donde la mejora alcanzó de un 80% a 89% con respecto al concreto patrón. En cuanto al óptimo diseño de concreto se planteó la añadidura del 10%, 20% y 30% de escoria de cobre para mejorar la resistencia, mediante los estudios realizados se llegó a establecer que el diseño óptimo de la mezcla es el que está conformada por el 20% de escoria de cobre + 80% de concreto, resultando una resistencia de  $f'c = 269.2 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días, en donde el diseño de mezcla para un metro cúbico presenta 382 kg de cemento Pacasmayo, 2.6 kg de escoria de cobre, 1004.1 kg de AG, 710.1 kg de AF y 198.3 LT. Cabe recalcar que el incremento del aditivo supera al concreto patrón tanto con el 20% y 30%, para ello se decidió tomar como el óptimo al segundo porcentaje debido a que resulta ligeramente económico. Para

ello la investigación de Antaurco, David (2019), concluyó que la adherencia de la escoria de cobre resulta ser más significativa que otros aditivos como las fibras de polietileno ya que la EC no solo aumenta resistencia, sino que también gracias a sus rasgos físicos puede auxiliar a la porosidad, por tanto, queda para futuras investigaciones el múltiple uso de la escoria de cobre en relación al concreto. Finalmente, para estatuir el costo del m<sup>3</sup> de concreto se conllevó un paralelismo entre la probeta control que está diseñada 0% de escoria de cobre y el concreto óptimo el cual está diseñado con el 20% del aditivo, concluyendo de esa manera que el costo del concreto óptimo con adición del 20% fue ligeramente menor en cuanto al concreto patrón, llegando a tener un costo de S/. 318.77 y de S/. 320.26 respectivamente, en el que se visualiza una desigualdad de S/. 1.50, resultando ligeramente económico que un concreto tradicional. Así mismo la pesquisa de Rosero, Yessica (2020), concluye que el uso de la escoria de cobre resulta económico con respecto al concreto patrón, debido a que su investigación el valor del concreto control es S/. 322.15 en tanto que el concreto con la adición del 20% resulta S/. 320.42. Por lo tanto, ante la investigación sustentada ambos objetivos coinciden resultando ligeramente más económicos que un concreto inicial.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1 Por medio de las pruebas que se llegó a realizar en el laboratorio, se fijó las cualidades de los componentes de la mezcla, siendo el agregado fino adquirido de la cantera Rio Cumbaza, el agregado grueso de la cantera Huallaga, dicho esto se pudo verificar las propiedades de todos los componentes.
- 6.2 A través de la ficha técnica obsequiada por la entidad Krl abastecedores comerciales se ha logrado determinar las propiedades físicas y químicas de la escoria de cobre, por lo que podemos observar en cuanto nos referimos a las propiedades físicas de color negro/gris, una dureza de 6.5-7 grado- Mohs, índice de reutilizar de 3-4 veces, y un rendimiento de 7 a 12kg/m<sup>2</sup>, en cuanto a las propiedades químicas tenemos Fe=20.10%, un Cu=0.27%, un Pb= 0.25% y un Zn= 1.9
- 6.3 Con las tecinas ejecutadas en el laboratorio Jhcd contratistas s.a.c se logró identificar las resistencias del concreto con las adiciones del 10%, 20% y 30% de escoria de cobre, de tal modo que con la adición del 10% se obtuvo una resistencia de  $f'c=236.8$  kg/cm<sup>2</sup>, con el 20% se obtuvo una resistencia de  $f'c=269.2$  kg/cm<sup>2</sup> y con el 30% resulto una resistencia de  $f'c=272.5$  kg/cm<sup>2</sup>, llegando a la conclusión que con el 20% y 30% supera la resistencia de nuestro concreto patrón, pero por un tema económico se recomienda utilizar el 20%.
- 6.4 Se concluyó el óptimo diseño de la aleación, la que está constituida por el 20% de escoria de cobre + 80% de concreto, resultando una resistencia de  $f'c=269.2$ kg/cm<sup>2</sup>, en el que el diseño muestra 382 kg/m<sup>3</sup> de cemento, 2.6kg de escoria de cobre, 1007.1 kg/m<sup>3</sup> de agregado grueso, 734.7kg/m<sup>3</sup> de agregado fino y 198.3 litros de agua. Finalizando así que nuestro diseño optimo supera al concreto patrón.

6.5 Se estableció que el coste de la mezcla del concreto óptimo con adición del 20% de escoria de cobre fue menor en paridad con el concreto patrón, teniendo un precio total por m<sup>3</sup> de S/.318.77 y de S/. 320.26 respectivamente, donde se observa una diferencia de variación S/ 1.50 aproximadamente resultando un poco menos costoso en comparación con el concreto patrón.

## **VII. RECOMENDACIONES**

7.1 Es recomendable que para otros estudios se verifique los agregados que se va a utilizar para realizar un estudio o investigación ya que juegan un papel primordial en el diseño de mezcla, en este caso se utilizó material del río Cumbaza como el agregado fino de tamaño máximo nominal de 3/8, así mismo se utilizó material del río Huallaga de un tamaño máximo nominal de 1 con respecto al agregado grueso.

7.2 Se recomienda que se realicen estudios más profundos a cerca de la escoria de cobre en laboratorios especializados debido a las propiedades físicas y químicas que presenta, las cuales muestran relación con respecto al concreto y elevan la resistencia del mismo, se sugiere estudios más profundos para no solo relacionarlo con la resistencia sino con otros estudios como la termodinámica entre otros.

7.3 Si bien se muestra en nuestros resultados que con la adición del 30% de escoria de cobre en el diseño de mezcla tiene una mayor resistencia de 272.5 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, se recomienda utilizar el 20% de escoria de cobre el cual resulta una resistencia de 269.2 kg/cm<sup>2</sup>, porque con ello aparte de llegar a un concreto resistente que supera al concreto patrón, resultaría favorable para la viabilidad económica.

7.4 En cuanto a nuestro aditivo se recomienda el uso de la escoria de cobre en un 20% de adición ya que con ello se logra un diseño óptimo en el que resulta una resistencia de 269.2 kg/cm<sup>2</sup>, cabe mencionar que también se recomienda utilizar la escoria de cobre porque en el mundo, este aditivo es visto como un desecho, aparte de ser contaminante al medio ambiente si se emplearía con frecuencia se estaría contribuyendo al cuidado de nuestro planeta.

7.5 Con los estudios practicados se recomienda el uso de la escoria de cobre puesto que con la adición del 20% resulta un concreto resistente de 269.2 kg/cm<sup>2</sup> que supera al patrón y por lo que tiene un precio por metro cúbico de S/.318.77, mientras que el concreto patrón con una resistencia de 238.0 kg/cm<sup>2</sup> resulta un precio por metro cubico de S/.320.26, logrando identificar una diferencia de S/.1.50, por lo que resulta ligeramente más económico que un concreto convencional.

## REFERENCIAS

- Acuña, L. (2020). Modernización de la resistencia a la compresión del concreto mediante redes neuronales artificiales. *Revista Tecnia* [en línea]. 2013, Vol. 23, (2). 12-20 [fecha de consulta 18 de septiembre de 2020]. ISSN 2309-0413. Disponible: <http://revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnica/article/view/71>
- Aliaga, J (2017). Influencia del agua tratada sobre las propiedades físicas del concreto para las provincias de Concepción, Chupaca y Jauja. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Los Andes. Huancayo.
- Antaurco, D. (2019). Diseño de concreto permeable para pavimento rígido usando escoria de cobre en el distrito Independencia. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima.
- Aparicio, C. (2014) Uso de material reciclado de la Industria del Cobre en la producción de concreto. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana Cali. Santiago de Cali.
- Aquilar, A. Orrantia, E. García, L. (2020) Use of copper slag in the manufacture of portland cement [en línea]. *Revista Producción CSIC*. 2013, Vol. 56, (281). 31 – 40 [fecha de consulta 22 de octubre de 2020]. ISSN 0465 – 2746. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3989/mc.2006.v56.i281.90>

- Aravena, P. Manterola, R. Moraga, J. Velásquez, R. (2020). Validity and Reliability in Dental Research [en línea]. Revista Int. J. Odontostomat. 2014, Vol.8, (1). 69-75 [ fecha de consulta 11 de octubre 2020]. ISSN 1807-3107. Disponible en:[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180683242014000100232&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180683242014000100232&script=sci_abstract).
- Ávalos, A. Haza, I. Morales, P. (2020) Nanotechnology in the food industry I: Applications [en línea]. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias. 2016, Vol.10, (2). 1-17 [ fecha de consulta 01 de julio 2020]. ISSN 1988-2688. Disponible en:<https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/download/53544/49078>
- Beldón, J. (2017) Diseño óptimo para obtener concreto de alta resistencia para Obras Civiles en zonas Alto Andinas del Perú. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional del Santa. Chimbote. Perú.
- Benito, B. Salinas, J. (2016) Design-Based Research in Educational Technology [en línea]. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa. 2016, Vol. 0. 44 – 59 [ fecha de consulta 25 de octubre 2020]. ISSN 2529-9638. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.6018/riite/2016/260631>
- Borrachero, M. (2016) Caracterización de escorias de cobre de fundiciones chilenas del siglo XIX [en línea]. Revista de Metalurgia. 2016, Vol. 52, (4). 83 [ fecha de consulta 15 de octubre 2020]. ISSN 0034-8570. Disponible en: <http://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia/article/view/1396>



Bravo, M. (2018) Análisis comparativo de la influencia de la escoria de cobre como sustituto del agregado fino en porcentaje de peso, en la resistencia y consistencia de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> elaborado con cementos tipo IV y tipo V, mediante pruebas de esclerometría y compresión axial de testigos sometidos a curado por inmersión. (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco. Perú.

Castillo, E. Lema, W. Relación agua/cemento en diseño de vértices extremos aplicado a mortero [en línea]. Revista Maskana. 2018, Vol.9, (1). 125-140 [ fecha de consulta 03 de julio 2020]. ISSN 2477-8893. Disponible en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1860/1369>.

Cendoya, P. Prádena, M. Borkowski, A. (2019) Technical feasibility of the use of copper slag as sand replacement in mortars of masonry walls [en línea]. Tecnología en marcha. 2019, Vol. 32, (2). 100 – 111 [ fecha de consulta 28 de octubre 2020]. ISSN 0379-3962. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7448437>

Caballero, K. (2017). Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas [en línea]. Revista Prisma Tecnológico. 2017, Vol. 8, (1). 18 – 23 [ fecha de consulta 20 de octubre 2020]. ISSN 2312-637X. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma/article/view/1527>

Cabrera, J. (2016). Resistencia a la compresión de concretos con escoria de alto horno. Estado del arte re-visitado. Revista Alconpat [en línea]. 2016, Vol. 6, (1). 64 – 83 [fecha de consulta 01 de octubre de 2020]. ISSN 2007 – 6835. Disponible en: [https://pdfs.semanticscholar.org/e89f/08ddbe5867819f881b047e292a38e1116833.pdf?\\_ga=2.202144089.975143558.1606639637-1076038508.1606639637](https://pdfs.semanticscholar.org/e89f/08ddbe5867819f881b047e292a38e1116833.pdf?_ga=2.202144089.975143558.1606639637-1076038508.1606639637)

Canul. Mendoza. Moreno. (2016). Efecto de la ceniza volante en las propiedades mecánicas del concreto hecho con agregado calizo triturado de alta absorción [en línea]. Revista Alcompat. 2016, Vol. 6, (6). 235-6835 [ fecha de consulta 04 de octubre 2020]. ISSN 2007-6835. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-68352016000300235&lng=es&nrm=i&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352016000300235&lng=es&nrm=i&tlng=es).

Cardoso, P. (2016). Nanopartículas de plata: obtención, utilización como antimicrobiano e impacto en el área de la salud [en línea]. Revista Hosp. Niños (B. Aires). 2016, Vol.58, (260). 19-28 [ fecha de consulta 04 de julio 2020]. ISSN 2314-1239. Disponible en: <http://revistapediatria.com.ar/wp-content/uploads/2016/04/260-Nanoparti%CC%81culas-de-plata.pdf>.

Carrillo, J. (2017) Mechanical properties of concrete for low cost hou housing [en línea]. Ingeniería Investigación y Tecnología. 2017, Vol. 14, (2). 285 – 298 [ fecha de consulta 25 de octubre 2020]. ISSN 1405-7743. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v14n2/v14n2a12.pdf>

Castro, M. (2019). Biostatistics applied in clinical research: basic concepts [en línea]. Revista Médica Clínica Las Condes. 2019, Vol. 30, (1). 50-55 [ fecha de consulta 17 de junio 2020]. ISSN 0716-8640. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864019300045>

Camarango N. Higuera C. (2016). Concrete Hydraulic Modified with silica obtained of the rice husk [en línea]. Revista Ciencia e Ingeniería Andina. 2016, Vol. 27, (1). 91-109 [ fecha de consulta 05 de julio 2020]. ISSN 0124-8170. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-81702017000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702017000100006).

Cortés, F. De la cruz, F. Sáenz, A. (2015). Concreto ligero utilizando Cáscara de Nuez [en línea]. Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2015, Vol.9, (1). 1-11 [ fecha de consulta 08 de julio 2020]. ISSN 1990-8830. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193948443004.pdf>.

Cruz, R. Franco, D. Pérez, L. (2014). Replacing fine aggregate for cupola furnace slag in concrete [en línea]. Revista INGE CUC. 2014, Vol. 10, (1). 83 – 88 [ fecha de consulta 02 de noviembre 2020]. ISSN 0122-6517. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4888846>

Díaz, Y. Díaz, J. Gonzáles, L. (2020). Characterization of secondary copper slag and evaluation of its pozzolanic activity reaction [en línea]. Revista Informador Técnico. 2020, Vol. 84, (2). 192 – 201 [fecha de consulta 26 de noviembre de 2020]. ISSN 2256 – 5035. Disponible en: <https://doi.org/10.23850/22565035.2696>

Farro, N. (2020). Influencia del porcentaje en peso de escorias de cobre sobre la resistencia a la compresión, penetración de iones cloruros y ataque por sulfatos en un concreto adicionado. Scielo. 2010, vol. 13 (2). 23 [fecha de consulta 10 de septiembre 2020]. Disponible en: [http://directorio.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do;jsessionid=3220389da398203033f04a05afc0?id\\_investigador=744](http://directorio.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do;jsessionid=3220389da398203033f04a05afc0?id_investigador=744)

Forero, Á. López, E. (2019). Physical and chemical characterization of ferronickel slags obtained from low grade lateritic ores and your possible industrial uses [en línea]. Prospectiva. 2019, Vol. 17, (1). 42 – 49 [ fecha de consulta 30 de octubre 2020]. ISSN 1692-8261. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7002623>

Fratricelli, F. Moreno, I. González, R. y ET AL. (2020). Research: Design, construction and Validation of a scale to measure psychosocial factors and organic symptomatology in the workplace [en línea]. Informes psicológicos. 2018, Vol. 18, (1). 95 – 112 [ fecha de consulta 25 de octubre 2020]. ISSN 21453535. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/324511011\\_Investigacion\\_Disenio\\_construccion\\_y\\_validacion\\_de\\_una\\_escala\\_para\\_medir\\_los\\_factores\\_psicosociales\\_y\\_la\\_sintomatologia\\_organica\\_en\\_el\\_area\\_laboral/link/5c51df1a92851c22a39bd533/download](https://www.researchgate.net/publication/324511011_Investigacion_Disenio_construccion_y_validacion_de_una_escala_para_medir_los_factores_psicosociales_y_la_sintomatologia_organica_en_el_area_laboral/link/5c51df1a92851c22a39bd533/download)

Hamodi, C. López, V. López, A. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior [en línea]. Revista Perfiles Educativos. 2015, Vol. 37, (147). 146-161 [ fecha de consulta 10 de octubre 2020]. ISSN 0185-2698. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0185-26982015000100009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0185-26982015000100009&lng=es&nrm=iso).

Hernández H. Pascual, A. (2028). Validation of a research instrument for the design of a self-assessment methodology Bot the environmental management system [en línea]. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 2018, Vol.9, (1). 158-163 [ fecha de consulta 23 de junio 2020]. ISSN 2145-6453. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6383705>

Huisa, C. Sarmiento, Z. Tejada, G. (2019). Sustitución de los agregados por Escoria de cobre en la elaboración del concreto [en línea]. Ciencia y Desarrollo. 2019., Vol.12, (2008). 67 – 70 [ fecha de consulta 30 de octubre 2020]. ISSN 23048891. Disponible en: <http://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/254>.

Madrigal, C. (2020). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. Tecnología en Marcha [en línea].2012, Vol. 25, (2). 80 – 86 [fecha de consulta 12 de septiembre de 2020]. ISSN 2215-3241. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/4600>

Manterola, C. Otzen, T. (2017) Sampling Techniques on a Population a Estudio [en línea]. Int. J. Morphol. 2017, Vol. 35, (1). 227 – 232 [ fecha de consulta 20 de octubre 2020]. ISSN 0717-9502. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071795022017000100037&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071795022017000100037&script=sci_arttext)

Molina, L, Garzón, M. (2017). Propiedades de concretos y morteros modificados con nanomateriales: estado del arte [en línea]. Revista Arquetipo de la Facultad de Arquitectura y Diseño. 2017, Vol.14, (11). 81-91 [ fecha de consulta 23 de abril 2020]. ISSN 2215-9444. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/329301218\\_Propiedades\\_de\\_concretos\\_y\\_morteros\\_modificados\\_con\\_nanomateriales\\_estado\\_del\\_arte/link/5cf6482c4585153c3db1e832/download](https://www.researchgate.net/publication/329301218_Propiedades_de_concretos_y_morteros_modificados_con_nanomateriales_estado_del_arte/link/5cf6482c4585153c3db1e832/download).

Oyarzun, I. (2013) Influencia de las escorias de cobre en la fabricación de hormigón. (Tesis pregrado). Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile.

Ramírez, E. (2016). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos de suelo cemento con adición de cal hidratada al 5%, para muros portantes, Huaraz-2016. (Tesis de pregrado). Universidad San Pedro. Huaraz. Perú.

Ramalho, M. Soto, I. Soto, O. (2018). Physical and Mechanical properties of concrete using residual powder from organic waste as partial cement replacement [en línea]. Revista Ingeniería de Construcción. 2018, Vol.33, (3). 229-240 [ fecha de consulta 16 de octubre 2020]. ISSN. 0718-5073. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v33n3/en\\_0718-5073-ric-33-03-229.pdf](https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v33n3/en_0718-5073-ric-33-03-229.pdf)

Rosero, Y. Rosero, J. Salcedo, L. (2020). Caracterización de escoria de cobre secundaria y evaluación de su actividad puzolánica. Informador Técnico [en línea]. 2020, Vol. 84, (2). 192 - 201[fecha de consulta 23 de septiembre de 2020]. ISSN 2256-5035. Disponible en: <https://doi.org/10.23850/22565035.2696>

Rubio, M. (2016). Influencia en la huella hídrica en la fabricación de hormigón con escoria de cobre y polvo de humo. Reuma [en línea]. 2016, Vol. 84, (2). 7 [fecha de consulta 10 de septiembre 2020]. ISSN 1681- 9058. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10630/12594>

Serbia, J. (2013). Diseño, muestreo y análisis en la investigación cualitativa [en línea]. Hologramatica. 2013., Vol. 3, (7). 122 [fecha de consulta 12 de noviembre 2020]. ISSN 1668-5024. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5872486>

Soriano, A. (2014). Design and validation of measurement instruments [en línea]. Revista Diálogos. 2014, Vol. 8, (13). 19 – 40 [fecha de consulta 30 de octubre 2020]. ISSN 1996-1642. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/dialogos.v0i14.2202>

Valderrama, L. Zazzali, B. (2018). Recuperación de cobre contenido en escoria de cobre mediante flotación. *Holos* [en línea]. 2018, Vol. 05, (34). 40 – 48 [fecha de consulta 23 de septiembre de 2020]. ISSN 1807-1600. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/328947290\\_recuperacion\\_de\\_cobre\\_contenido\\_en\\_escoria\\_de\\_cobre\\_mediante\\_flotacion](https://www.researchgate.net/publication/328947290_recuperacion_de_cobre_contenido_en_escoria_de_cobre_mediante_flotacion)

Ventura, J. (2017). Population or sample? A necessary difference [en línea]. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2017, Vol. 43, (3). 648 – 649 [fecha de consulta 18 de octubre de 2020]. ISSN 0864-3466. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S086434662017000400014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086434662017000400014)

## **ANEXOS**



## ANEXO 1: Matriz de operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	DIMENSIONES	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente	APARICIO, (2014). Se inició un estudio con las posibilidades de que en la elaboración de concreto se emplee la escoria de cobre de tal manera que se mezclaron o se combinen dicho material con los agregados convencionales, de tal forma que se fabricaron cilindros de concreto a los cuales se les realizaron pruebas de resistencia a la compresión de los cuales arrojaron resultados satisfactorios en donde quedó demostrado que la escoria de cobre puede reemplazar en un 20% al agregado fino convencional.	Para el diseño de concreto se adicionará escoria de sobre en 10%, 20% y 30% para luego proceder a la elaboración en un molde determinado	Propiedades físicas de los componentes de la mezcla de concreto	Contenido de humedad Peso específico y absorción Granulometría	Intervalo
Diseño de un concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando escoria de cobre		El material a utilizar será escoria de cobre, debido a que aumenta la resistencia del concreto.	Propiedades físicas y químicas de la escoria de cobre	Densidad Peso específico PH	Intervalo
			Diseño de mezcla del concreto	Escoria de cobre a utilizar	Intervalo
Variable dependiente	ACUÑA, (2013). Aseguró que la resistencia a compresión del concreto es la capacidad para soportar una carga, lo cual se determina o se calcula ensayando las probetas en diferentes edades, de tal forma en que se obtiene valores en la cual se pueden graficar	Se adicionará escoria de cobre para aumentar la resistencia a la compresión del concreto	Resistencia del concreto adicionando escoria de cobre al 0%, 10%, 20% y 30%.	Probetas sometidas a la prensa en sus dos caras transversales.	Intervalo
Resistencia a la compresión			Viabilidad económica	Precio unitario de elaboración	Intervalo

**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas

## ANEXO 2: Instrumento de Recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Fuente
Ensayos de propiedades físicas y químicas de los agregados.	Ficha de registro de datos sobre las propiedades físicas y químicas de los agregados.	Norma N.T.P 339.127(ASTM D2216)
Ensayo de las propiedades físicas y químicas de la escoria de cobre	Ficha de registro de datos sobre propiedades físicas y químicas de la escoria de cobre.	Norma N.T.P 339.128 (ASTM D 422)
Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto patrón y adicionado.	Ficha de control para la resistencia a compresión del concreto.	Norma N.T.P 336.167 (ASTM D 2166)

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas


## ANEXO 3: Muestras de concreto

PROBETAS PATRÓN Y PROBETAS CON ADICIÓN DE ESCORIA DE COBRE					
Edades	0 %	10%	20%	30%	Parcial
7 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
14 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
28 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
<b>Total</b>					<b>36 unid</b>

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

# Anexo 4: ensayos granulométricos del agregado fino y grueso

## Agregado fino



**JHCDO**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @.jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

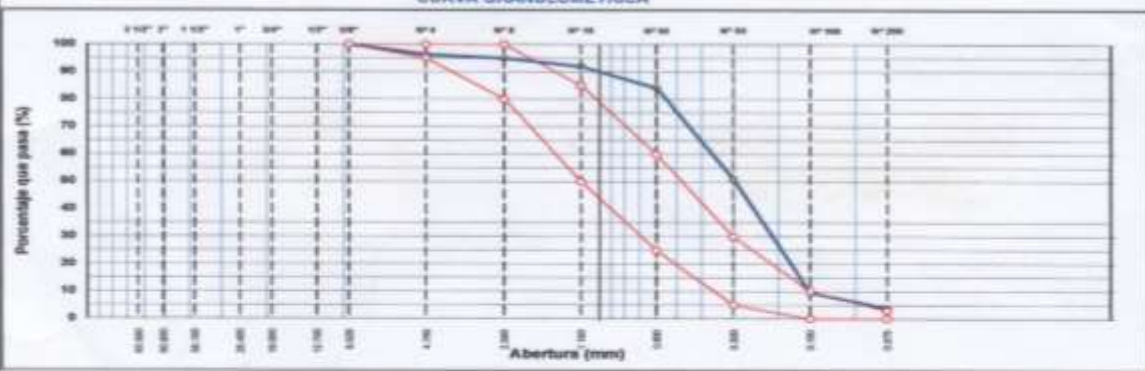
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
ASTM D 422

OBRA :	"DISEÑO DE CONCRETO FC-218 HÍDRIZO ADICIONADO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	Tenpoles	TECNICO :	S.R.V
MATERIAL :	Arena Natural Zarendeada <20 para concreto	ING° RESP. :	V.A.C.G
CALCATA :		FECHA :	12/04/2021
MUESTRA :	N-1	HECHO POR :	G.L.C
ACOPRO :	EN OBRA	DEL KM :	
CANTERA :	RIO CURBAZA	AL KM :	
UBICACIÓN :		CARRIL :	

TAMIZO	ÁREAS (mm)	PESO RES.	WGT. FINE	WGT. CO.	% PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	50.800						PESO TOTAL = 790.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 500.0 gr
2"	50.800						PESO FINO = 674.9 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %
1/2"	12.700						Ensayo Malle #200
3/8"	9.525				100.0	100	P.F. Seta P.F. Lavado % 200
# 4	4.750	23.1	3.0	3.8	96.4	95 - 100	MÓDULO DE FRAGUA = 1.72 %
# 8	2.360	19.5	1.9	5.1	94.9	80 - 100	SOLIV. DE ARENA = 99.9 %
# 16	1.180	20.1	3.9	8.0	92.0	50 - 85	PESO ESPECÍFICO
# 30	0.850	19.0	7.9	15.8	84.2	25 - 60	P.F. Seta (Base Seta)
# 60	0.300	23.3	33.2	49.0	51.0	5 - 20	P.F. Seta (Base Saturado)
# 100	0.150	296.4	41.9	60.5	9.5	2 - 10	P.F. Apertura (Base Seta)
# 200	0.075	29.3	5.0	96.1	3.8	0 - 5	Atenuación
- # 200	FONDO	27.3	3.9	100.0	0.0		PESO LIBRE SUELTO = 1.519 kgm <sup>3</sup>
FINO		674.9					PESO LIBRE VARIADO = 1.671 kgm <sup>3</sup>
TOTAL		790.0					% HUMEDAD P.F.H P.F.D % Humedad

**CURVA GRANULOMÉTRICA**





*Victor Aaron Chung Garazetua*  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP N° 159861

# Agregado grueso



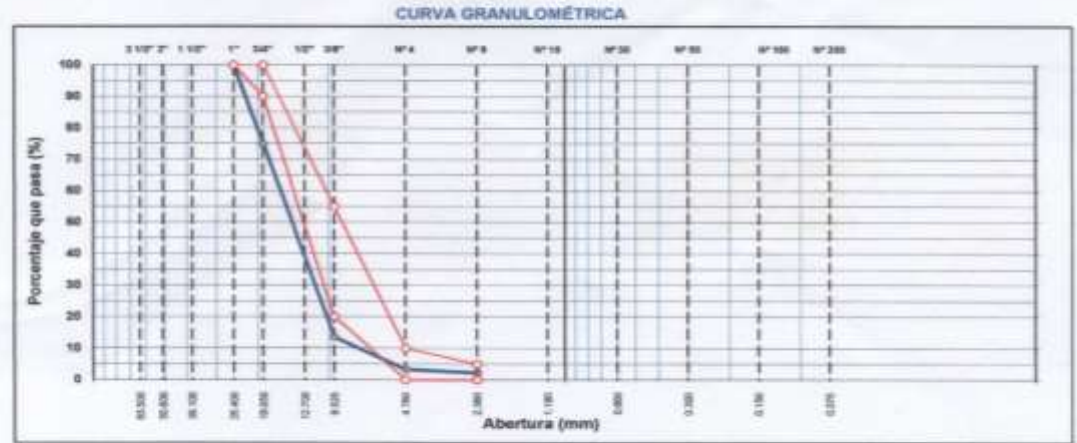
**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C. 051) 946 217 303 - 946 175 863  
 600. JHCD@CONTRATISTAS-AGENCIAS.COM  
 D. Jr. Miraflores N° 4115 - La Esmeralda de Chiclayo

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 ASTM D 422

OBRA : "DISEÑO DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ADICIONADO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2020" LOCALIDAD : TARAPOTO MATERIAL : Grava Chancada Para concreto T.Max.<1" CALICATA : MUESTRA : M-1 ACOPIO : EN OBRA CANTERA : RIO HUALLAGA UBICACIÓN :	N° REGISTRO : 001 TECNICO : S.R.V ING° RESP. : V.A.C.G FECHA : 12/04/2021 HECHO POR : D.L.C DEL KM : AL KM : CARRIL :
--	--

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	RET. PARC.	RET. AC.	% Q PASA	MURO AG-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = <b>8.531.7</b> g
2 1/2"	63.500						MÓDULO DE FINURA = <b>7.06</b> %
2"	50.800						PESO ESPECÍFICO:
1 1/2"	38.100				100.0	100 - 100	P.E. Buls (Base Seca) = <b>2.547</b> g/cm <sup>3</sup>
1"	25.400					80 - 100	P.E. Buls (Base Saturada) = <b>2.862</b> g/cm <sup>3</sup>
3/4"	19.050	<b>2.382.6</b>	25.1	25.1	74.3		P.E. Aparata (Base Seca) = <b>2.688</b> g/cm <sup>3</sup>
1/2"	12.700	<b>4.288.5</b>	44.6	69.7	30.3	20 - 25	Absorción = <b>58.91</b> %
3/8"	9.525	<b>1.882.1</b>	18.7	88.4	13.6	0 - 10	PESO UNIT. SUELTO = <b>1.504</b> kgm <sup>3</sup>
# 4	4.750	<b>976.1</b>	10.2	98.7	3.3	0 - 5	PESO UNIT. VARILLADO = <b>1.915</b> kgm <sup>3</sup>
# 8	2.360	<b>106.1</b>	1.1	97.6	2.2		CARAS FRACTURADAS:
# 8	2.360	<b>219.8</b>	2.2	100.0	0.0		1 cara o más = %
# 16	1.180						2 caras o más = %
# 30	0.850						Partículas chatas y alarg. = %
# 40	0.420						
# 50	0.300						
# 80	0.180						% HEMEDAD
# 100	0.150						P.S.H.
# 200	0.075						P.S.S.
< # 200	FONDO						% Humedad
TOTAL		8,531.7					OBSERVACIONES:





**Victor Aaron Chung Garzatua**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP N° 159861**

## Anexo 5: peso específico del agregado fino y grueso

### Agregado fino



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 – La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**  
(ASTM C-128 )

**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

<p><b>OBRA</b> : DISEÑO DE CONCRETO FC=210 KG/CM2 ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2020</p> <p><b>CIUDAD</b> : Tarapoto</p> <p><b>MATERIAL</b> : Arena Natural Zarandeada &lt;3/8 para concreto</p> <p><b>CALCATA</b> :</p> <p><b>MUESTRA</b> : M-1</p> <p><b>ACOPIO</b> : EN OBRA</p> <p><b>CANTERA</b> : RIO CUMBAZA</p> <p><b>UBICACIÓN</b> :</p>	<p><b>N° REGISTRO</b> : 001</p> <p><b>TÉCNICO</b> : S.R.V</p> <p><b>ING° RESP.</b> : V.A.C.G</p> <p><b>FECHA</b> : 12/04/2021</p> <p><b>HECHO POR</b> : G.L.C</p> <p><b>DEL KM</b> :</p> <p><b>AL KM</b> :</p> <p><b>CARRIL</b> :</p>
--	---

**DATOS DE LA MUESTRA**

**AGREGADO FINO**

A	Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr)	300.0	300.0		
B	Peso fresco + agua (gr)	694.2	670.4		
C	Peso fresco + agua + A (gr)	994.2	970.4		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	850.7	857.9		
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	113.9	112.5		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	299.5	299.2		
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)	112.9	111.7		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.637	2.660		2.648
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.643	2.667		2.655
	Pe aparente ( Base seca ) = FG	2.653	2.679		2.666
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.234	0.267		0.25%

**OBSERVACIONES:**

---



---




---



*Victor Aaron Chung Garazatua*  
**Victor Aaron Chung Garazatua**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP N° 159861**

# Agregado grueso



**C.** (51) 956 217 383 – 939 175 863  
**E.** jhcdcontratistas@gmail.com  
**D.** Jr. Miraflores N° 4885 - La Banda de Shicayo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS

## PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

ASTM C 127

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO			
OBRA :	"DISEÑO DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	TARAPOTO	TÉCNICO :	S.R.V
MATERIAL :	Grava Chacada Para concreto T.Max +1"	IND° RESP. :	V.A.C.G
CALCATA :		FECHA :	120A001
MUESTRA :	M-1	HECHO POR :	G.L.C
ACOPIO :	EN OBRA	DEL KM :	
CANTERA :	RIO HUALLAGA	AL KM :	
UBICACIÓN :		CARRIL :	

### DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO				
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire ) (g)	819.8	814.3	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua ) (g)	304.1	303.8	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm <sup>3</sup> )	231.5	230.5	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (g)	810.6	812.1	
E	Volumen de masa = C - ( A - D ) (cm <sup>3</sup> )	229.5	229.3	PROMEDIO
	P <sub>s</sub> bulk ( Base seca ) = D/C	2.838	2.868	2.847
	P <sub>s</sub> bulk ( Base saturada ) = AC	2.859	2.885	2.862
	P <sub>s</sub> Aparente ( Base Secca ) = D/E	2.606	2.681	2.600
	% de absorción = [( A - D ) / D * 100]	0.819	0.309	0.58

OBSERVACIONES:

---



---



---



---





Victor Aaron Chung Garza

INGENIERO CIVIL

REG. CIP N° 159861

## Anexo 6: peso unitario del agregado fino y grueso.

### Agregado fino

		C. (51) 955 217 383 – 939 175 863 @j.hcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo			
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>					
<b>PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS</b> ASTM C 29					
OBRA : "SERVIDOR DE CONCRETO F'CD=219 KG/CM2 ADICIONADO SBOCOSA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESION, TAPAOTO 2021" CIUDAD : Tarapoto MATERIAL : Arena Natural Zonedada <38 para concreto CALICATA : MUESTRA : M-1 ACOPIO : EN OBRA CANTERA : RIO CUMBASA UBICACION :	N° REGISTRO : 001 TECNICO : S.R.V ING° RESP. : V.A.C.O FECHA : 12/04/2021 HECHO POR : G.L.C DEL KM : AL KM : CARRIL :				
<b>AGREGADO FINO</b>					
Peso unitario suelto :		<b>1.519</b>	Peso unitario Varillado :		<b>1.571</b>
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	5493.00	5494.00	5495.00	
Peso del recipiente	(gr)	5407.00	5407.00	5407.00	
Peso de la muestra	(gr)	3086.00	3067.00	3088.00	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1.519	1.519	1.520	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1.519			
<b>ESTADISTICO VARILLADO</b>					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8801.00	8803.00	8806.00	
Peso del recipiente	(gr)	5407.00	5407.00	5407.00	
Peso de la muestra	(gr)	3394.00	3396.00	3399.00	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1.670	1.671	1.673	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1.671			
OBS : _____ _____ _____					
		Victor Aaron Chung Garazatu: <b>INGENIERO CIVIL</b> REG. CIP N° 159861			

# Agregado grueso



C. (01) 956 217 383 – 939 175 863  
 E. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda del Shitayo

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS

### PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTC E 202 - ASTM C 29 - ASBITO T-19

OBRA	: "DISEÑO DE CONCRETO F'c=215 KG/CM2 ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2020"	N° REGISTRO	: 001 - 2019
CIUDAD	: TARAPOTO	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Grava Chancada Para concreto T.Mac.<1"	ING° RESP.	: V.A.C.D
CALCATA	:	FECHA	: 12/04/2021
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	: E.P.S
ACOMO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO HUALLAGA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

### AGREGADO GRUESO

Peso unitario suelto : 1.504      Peso unitario Varillado : 1.615

#### PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8433.00	8463.00	8494.00	
Peso del recipiente	(gr)	5407.00	5407.00	5407.00	
Peso de la muestra	(gr)	3026.00	3056.00	3087.00	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1.489	1.504	1.519	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1.504			

#### PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8893.00	8680.00	8690.00	
Peso del recipiente	(gr)	5407.00	5407.00	5407.00	
Peso de la muestra	(gr)	3286.00	3273.00	3283.00	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2032.00	2032.00	2032.00	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1.617	1.611	1.616	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1.615			

OBS.:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



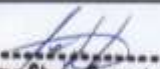


*Victor Aaron Chung Garza*  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP N° 159861



Anexo 7: determinación de la humedad natural

Agregado fino

 <b>JHCD</b> CONTRATISTAS S. A. C.		C. (51) 950 217 383 – 939 175 863 @. jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS				
<b>DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL</b> ASTM C 568				
OBRA	DISEÑO DE CONCRETO F'CD=210 KG/CM2 ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2020*		N° REGISTRO	001
LOCALIDAD	Tarapoto		TÉCNICO	S.R.V
MATERIAL	Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto		ING. RESP.	L.O.G.J
CALICATA			FECHA	13/04/2021
MUESTRA	M-1		HECHO POR	G.L.C
ACÓPIO	EN OBRA		DEL KM	
CANTERA	RIO CUMBAZA		AL KM	
UBICACIÓN			CARRIL	
<b>AGREGADO FINO</b>				
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>				
NUMERO TARA		2	8	
PESO DE LA TARA (grs)		200	200	
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)		1260	1210.5	
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)		1230.6	1190	
PESO DEL AGUA (grs)		19.4	15.5	
PESO DEL SUELO SECO (grs)		1030.6	995	
% DE HUMEDAD		1.88	1.50	
PROMEDIO % DE HUMEDAD		1.72		
OBSERVACIONES:				
		 <b>Victor Aaron Chung Garzatua</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 159861		

# Agregado grueso



C. (01) 956 217 383 – 930 175 863  
E. jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Esmeralda de Sullayca

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS

## DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM C 568

OBRA	: "DISEÑO DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: TARAPOTO	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Grava Chancada Para concreto T.Max.<1"	ING. RESP.	: V.A.C.G
CALCATA	:	FECHA	: 12/04/2021
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	: G.L.C
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO HUALLAGA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

### AGREGADO GRUESO

#### DATOS DE LA MUESTRA

NUMERO TARA	12	11		
PESO DE LA TARA (grs)	100	110		
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	407.4	418.4		
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	405.3	416.2		
PESO DEL AGUA (grs)	2.1	2.2		
PESO DEL SUELO SECO (grs)	305.3	306.2		
% DE HUMEDAD	0.688	0.718		
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.70			

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



*Victor Aaron Chung Garazatua*  
Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 159861

# Anexo 8: diseño de mezcla de concreto patrón y con adiciones de Escoria de Cobre



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @: jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 498 – La Banda de Shicaya

## Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico $f_{cr} = 210 + 85 \text{ kg/cm}^2$

**Obra** : "DISEÑO DE CONCRETO FC=210 KG/CM2 ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESION, TARAPOTO 2020"

**Localidad** : Tarapoto

**Cemento** : Pacasmayo Tipo Ico

**Ag. Fino** : Arena Natural Zarandada Cartera Rio Cumbaza

**Ag. Grueso** : Grava <math>1''</math> (Chancado) Cartera Rio Hualaga, procesada en Planta Industrial y acopiada en obra

**Agua** : RED POTABLE

**Aditivo 1** : Dosis \_\_\_\_\_ P. Especif. \_\_\_\_\_ kg/t

**Asentamiento** : 4" - 6"

**Concreto** :  sin  aire incorporado

**Fecha:** 13/03/2021

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m <sup>3</sup>	2.655	2.662	3000
Peso Unitario Suelto	1519	1504	1501
Peso Unitario Verificado	1671	1.615	
Módulo de finza	1.7		
% Humedad Natural	1.72	0.70	
% Absorción	0.25	0.59	
Tamaño Máximo Nominal		1"	

Valores de diseño			
Agua	R/a/c	Cemento	Aire atrapado
210.0	0.550	382	1.5

Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.210	0.127	0.015	0.352	0.648
Relacion agregados en mezcla ag. f ag. gr.			42.0%	58.0%

Volumen absoluto de agregados	
0.648	m <sup>3</sup>

Fino 42.0% 0.272 m<sup>3</sup> 722.28 kg/m<sup>3</sup>

Grueso 58.0% 0.376 m<sup>3</sup> 1000.07 kg/m<sup>3</sup>

Pesos de los elementos kg/m <sup>3</sup> de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	382	382
Ag. fino	722.3	734.7
Ag. grueso	1000	1007.1
Agua	210.0	198.3
ADITIVO	0.00	0.00
Cólada kg/m <sup>3</sup>	2314.2	2321.9

Aporte de agua en los agregados	
Ag. fino	-10.62 L/m <sup>3</sup>
Ag. grueso	-1.10 L/m <sup>3</sup>
Agua libre	-11.72 L/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	198.3 L/m <sup>3</sup>

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio					
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (l)	Aditivo (l)
En m <sup>3</sup>	0.254	0.484	0.670	198.3	
En pie <sup>3</sup>	8.98	17.08	23.65	198.3	

### Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (l)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)
	1	1.92	2.64	0.52		
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie <sup>3</sup> )	Ag. Grueso (pie <sup>3</sup> )	Agua (l)	Aditivo 1 (ml)	Aditivo 2 (ml)
	1	1.90	2.63	22.1		

Observaciones

Se emplea : Cemento Portland Compuesto Tipo ICo



Victor Aaron Chung Garatuza  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 159861

# CONCRETO – 10% DE EC.



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 468 - La Banda de Shilayo

## Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico $f'_{cr} = 210+85 \text{ kg/cm}^2$

Obra : "DISEÑO DE CONCRETO  $f'_{cr}=210 \text{ KG/CM}^2$  ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2020"

Localidad : TARAPOTO  
 Cemento : Pacasmayo Tipo Ico  
 Ag. Fino : Arena Natural Zarandeada Cartera Rio Cumbaza  
 Ag. Grueso : Grava <math>1''</math> (Chancado) Cartera Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y acopiada en obra  
 Agua : RED POTABLE  
 Adición EC : ESCORIA DE COBRE  
 Dosis : 10.00% P. Especif. 3.201 kg/t

Fecha: 13/04/2021

Asentamiento : 4" - 6"

Concreto : sin aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico $\text{kg/m}^3$	2.655	2.682	3000
Peso Unitario Suelto	1519	1504	1501
Peso Unitario Verificado	1671	1.615	
Módulo de finesa	1.7		
% Humedad Natural	1.72	0.70	
% Absorción	0.25	0.59	
Tamaño Máximo Nominal		1"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (%)	Cemento	Aire atrapado
210.0	0.550	382	1.5

Volumen absolutos $\text{m}^3/\text{m}^3$ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.210	0.127	0.015	0.352	0.648
Relacion agregados en mezcla ag. f ag. gr.			42.0%	58.0%

Volumen absoluto de agregados	
0.648	$\text{m}^3$

Fino: 42.0% 0.272  $\text{m}^3$  722.28  $\text{kg/m}^3$

Grueso: 58.0% 0.376  $\text{m}^3$  1000.07  $\text{kg/m}^3$

### Pesos de los elementos $\text{kg/m}^3$ de mezcla

	Secos	Corregidos
Cemento	382	382
Ag. fino	722.3	734.7
Ag. grueso	1000	1007.1
Agua	210.0	198.3
EC	72.23	72.23
Colado $\text{kg/m}^3$	2386.4	2394.1

### Aporte de agua en los agregados

Ag. fino	-10.62	$\text{L/m}^3$
Ag. grueso	-1.10	$\text{L/m}^3$
Agua libre	-11.72	$\text{L/m}^3$
Agua efectiva	198.3	$\text{L/m}^3$

### Volumenes aparentes con humedad natural de acopio

	Cemento	Fino	Grueso	Agua (gr)	EC (gr)
En $\text{m}^3$	0.254	0.484	0.670	198.3	11.6
En $\text{pie}^3$	8.98	17.08	23.65	198.3	11.6

### Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lit)	EC (gr)
	1	1.92	2.64	0.52	0.10
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino ( $\text{pie}^3$ )	Ag. Grueso ( $\text{pie}^3$ )	Agua (lit)	EC (Kg)
	1	1.90	2.63	22.1	1.3

Observaciones

Se empleo : Cemento Portland Compuesto Tipo ICo



Victor Aaron Chung Garazatu  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. N° 159861

# CONCRETO – 20%



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @: jhcdocontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 – La Bandera de Shilcayo

## Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico $f'_{cr} = 210+85 \text{ kg/cm}^2$

**Obra** : "DISEÑO DE CONCRETO FC=210 KG/CM2 ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2020"  
**Localidad** : TARAPOTO  
**Cemento** : Pacasmayo Tipo Ico  
**Ag. Fino** : Arena Natural Zarandada Cartera Rio Gumbaza  
**Ag. Grueso** : Grava <1" (Chancado) Cartera Rio Hualaga, procesada en Planta Industrial y acopiada en obra  
**Agua** : RED POTABLE  
**Adición EC** : ESCORIA DE COBRE  
 Dosis 20.00% P. Especif. 3.281 kg/t  
**Asentamiento** : 4" - 5"  
**Concreto** : sin aire incorporado

Fecha: 14/04/2021

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m <sup>3</sup>	2.655	2.662	3000
Peso Unitario Sueto	1519	1504	1501
Peso Unitario Variado	1671	1.815	
Módulo de finza	1.7		
% Humedad Natural	1.72	0.70	
% Absorción	0.25	0.59	
Tamaño Máximo Nominal		1"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c	Cemento	Aire atrapado
210.0	0.350	382	1.5

Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.210	0.127	0.015	0.352	0.848
Relacion agregados en mezcla ag. f. ag. gr.			42.0%	58.0%

Volumen absoluto de agregados	
0.648	m <sup>3</sup>

Fino	42.0%	0.272	m <sup>3</sup>	722.28	kg/m <sup>3</sup>
Grueso	58.0%	0.376	m <sup>3</sup>	1090.07	kg/m <sup>3</sup>

	Pesos de los elementos kg/m <sup>3</sup> de mezcla	
	Secos	Corregidos
Cemento	382	382
Ag. fino	722.3	734.7
Ag. grueso	1000	1007.1
Agua	210.0	198.3
EC	144.46	144.46
Coleta kg/m <sup>3</sup>	2458.6	2466.3

Aporte de agua en los agregados		
Ag. fino	-10.82	L/m <sup>3</sup>
Ag. grueso	-1.10	L/m <sup>3</sup>
Agua libre	-11.72	L/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	198.3	L/m <sup>3</sup>

	Volumenes aparentes con humedad natural de acopio				
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (gr)	EC (gr)
En m <sup>3</sup>	0.254	0.484	0.670	198.3	23.2
En pie <sup>3</sup>	8.95	17.06	23.85	198.3	23.2

### Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lit)	EC (gr)
	1	1	1.92	2.64	0.52
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie <sup>3</sup> )	Ag. Grueso (pie <sup>3</sup> )	Agua (lit)	EC (Kg)
	1	1.90	2.63	22.1	2.6

Observaciones

Se empleo : Cemento Portland Compuesto Tipo Ico



*Victor Aaron Chung Garazatu*  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP N° 159861

# CONCRETO – 30%



C. (51) 956 217 383 – 930 175 803  
 @: jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shicayo

## Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico $f_{cr} = 210+85 \text{ kg/cm}^2$

Obra : "DISEÑO DE CONCRETO  $f_{cr}=210 \text{ KG/CM}^2$  ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2020"

Localidad : TARAPOTO  
 Cemento : Pacasmayo Tipo Ico  
 Ag. Fino : Arena Natural Zarandeada Cartera Rio Cumbaza  
 Ag. Grueso : Grava <1" (Chancado) Cartera Rio Huallega, procesada en Planta Industrial y acopiada en obra  
 Agua : RED POTABLE  
 Adición EC : ESCORIA DE COBRE  
 Dosis : 30.00% P. Especif. 3.291 kg/t

Fecha: 14/04/2021

Asentamiento : 4" - 6"  
 Concreto : sin aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Específico $\text{kg/m}^3$	2.655	2.952	3000
Peso Unitario Suelto	1519	1504	1501
Peso Unitario Varillado	1671	1.615	
Módulo de finza	1.7		
% Humedad Natural	1.72	0.70	
% Absorción	0.25	0.59	
Tamaño Máximo Nominal		1"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c	Cemento	Aire atrapado
210.0	0.550	382	1.5

Volumen absolutos $\text{m}^3/\text{m}^3$ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.210	0.127	0.015	0.352	0.648
Relacion agregados en mezcla ag. f. ag. gr.			42.0%	58.0%

Volumen absoluto de agregados	
0.648	$\text{m}^3$

Fino	42.0%	0.272	$\text{m}^3$	722.28	$\text{kg/m}^3$
Grueso	58.0%	0.376	$\text{m}^3$	1000.07	$\text{kg/m}^3$

Pesos de los elementos $\text{kg/m}^3$ de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	382	382
Ag. fino	722.3	734.7
Ag. grueso	1000	1007.1
Agua	210.0	198.3
EC	216.88	216.88
Colada $\text{kg/m}^3$	2530.8	2538.8

Aporte de agua en los agregados	
Ag. fino	-10.62 $\text{L/m}^3$
Ag. grueso	-1.10 $\text{L/m}^3$
Agua libre	-11.72 $\text{L/m}^3$
Agua efectiva	198.3 $\text{L/m}^3$

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio					
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (gr)	EC (gr)
En $\text{m}^3$	0.254	0.484	0.670	198.3	34.8
En $\text{pie}^3$	8.98	17.08	23.85	198.3	34.8

### Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	EC (gr)
	1	1.92	2.64	0.52	0.30
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino ( $\text{pie}^3$ )	Ag. Grueso ( $\text{pie}^3$ )	Agua (lt)	EC (Kg)
	1	1.90	2.63	22.1	3.9


Observaciones

Se emplea : Cemento Portland Compuesto Tipo ICo



**Victor Aaron Chung Garazatu.**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 159884

# ANEXO 9: ROTURA DE CONCRETO PATRON



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C.: (51) 998 096 480 - 981 403 150  
 E.: jhcd.contratistas@ignfwf.com  
 D.: Jr. Moraflores N° 400 - La Serranía de San Mateo

**REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO**

Obras : "DISEÑO DE CONCRETO Fc=210 KG/CM2 ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2021"

Norma Especificación : AASHTO T-22      ASTM C-39      MTC E-704

Fecha de Fabricación : 13/04/2021      Laboratorio : JHCD

Ubicación de la Coleta : FORMULACIÓN DE DISEÑO Fc= 210 kg/cm2      Marca para : DISEÑO

Tamaño Cilindro : 15.00 x 30.00 cm      Aperturamiento : 4 1/2"

Temperatura de Concreto : 30 °C      Temperatura Aire : 31 °C      Resistencia Diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

Cilindro N°	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	20/04/2021	7	32500	32493	183.6	87.5
2	15.0	176.7	20/04/2021	7	31820	31287	176.9	84.3
3	15.0	176.7	20/04/2021	7	33880	32906	186.2	88.7
Promedio a los 7 días							182.3	86.8
4	15.0	176.7	27/04/2021	14	34920	34484	195.0	92.9
5	15.0	176.7	27/04/2021	14	37470	37450	211.9	100.9
6	15.0	176.7	27/04/2021	14	37120	37096	209.9	100.0
Promedio a los 14 días							205.6	97.9
7	15.0	176.7	11/05/2021	28	42070	42075	238.1	113.4
8	15.0	176.7	11/05/2021	28	41940	41944	237.4	113.0
9	15.0	176.7	11/05/2021	28	42150	42156	238.8	113.6
Promedio a los 28 días							238.0	113.3

Observaciones :

Se utilizó Cemento Portland Tipo Icc, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85

Diseño:

Agregado Grueso: Grava 1" (Chancado) Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Agregado Fino: Arena Natural Zarandada Cantara Rio Cumbaza, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Cemento : Portland Tipo Icc Perazmaya.


Diseño de Concreto con 9.0 bolsas de cemento





**Victor Aaron Chung Garazatu**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP N° 159861**

## ANEXO 10: RESISTENCIA DEL CONCRETO AL 10%



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C: 9813 998 096 480 - 981 883 150  
 E: jhcdcontractistas@gmail.com  
 D: J. Miraflores N° 4881 - La Unión de Shilcayci

**REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO**

Obras: **DISÑO DE CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2021**

Nombre Especificación: AASHTO T-22      ASTM C-39      MTC E-704

Fecha de Fabricación: 13/04/2021      Laboratorio: JHCD

Ubicación de la Obra: FORMULACIÓN DE DISÑO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>      Mezcla para: DISÑO ADICION EG 10%

Tamaño Cilindro: 15.00 x 30.00 cm<sup>φ</sup>      Acabamiento: 4 1/2"

Temperatura de Concreto: 30°C      Temperatura Aire: 31°C      Resistencia Diseño: 210 kg/cm<sup>2</sup>

Cilindro N°	Dímetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	20/04/2021	7	25430	35345	143.4	68.3
2	15.0	176.7	20/04/2021	7	27500	37883	214.4	102.1
3	15.0	176.7	20/04/2021	7	36800	36777	208.1	99.1
<b>Promedio a los 7 días</b>							198.6	94.6
4	15.0	176.7	27/04/2021	14	37000	37068	209.9	99.9
5	15.0	176.7	27/04/2021	14	37900	37883	214.4	102.1
6	15.0	176.7	27/04/2021	14	37850	37832	214.1	101.9
<b>Σ</b>							212.7	101.3
7	15.0	176.7	11/05/2021	20	46500	46930	265.9	126.7
8	15.0	176.7	11/05/2021	28	36000	36043	215.3	102.5
9	15.0	176.7	11/05/2021	28	42000	40389	231.4	110.2
<b>Promedio a los 28 días</b>							236.8	112.8

Observaciones:

Se utilizó Cemento Portland Tipo Ioe, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85.

Disño:

Agregado Grueso: Grava 1" (Chancado) Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Agregado Fino: Arena Natural Zarandada - Central Rio Curmbaza, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Cemento: Portland Tipo Ioe Pacasmayo.


Disño de Concreto con 9.0 bolsas de cemento



  
**Victor Aaron Chung Garzatua**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP N° 159861**



# ANEXO 11: RESISTENCIA DEL CONCRETO AL 20%



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C: (51) 998 096 480 - 981 483 150  
 E: jhcd@contratistas.com  
 D: Jc. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

**REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO**

Obra: **1. "DISEÑO DE CONCRETO Fc=210 kg/cm2 ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESION, TAPAPITO 200"**

Norma Especificación: **AASHTO T-22**      **ASTM C-39**      **MTC E-704**

Fecha de Fabricación: **14/04/2021**      Laboratorio: **JHCD**

Ubicación de la Obra: **FORMULACIÓN DE DISEÑO Fc= 210 kg/cm2**      Método para: **DISEÑO ADICION 20 3%**

Tamaño Cilindro: **15.0 x 30.0 cm**      Acabamiento: **F'**

Temperatura de Concreto: **30°C**      Temperatura Aire: **31°C**      Resistencia Diseño: **210** kg/cm<sup>2</sup>

Cilindro Nº	Dámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	21/04/2021	7	2520	3500	201.5	96.9
2	15.0	176.7	21/04/2021	7	3400	3403	192.8	91.7
3	15.0	176.7	21/04/2021	7	5500	3497	197.8	94.2
<b>Promedio a los 7 días</b>							<b>197.3</b>	<b>94.8</b>
4	15.0	176.7	28/04/2021	14	4210	4219	240.5	115.4
5	15.0	176.7	28/04/2021	14	4730	4010	284.9	126.1
6	15.0	176.7	28/04/2021	14	4420	4438	252.0	120.0
<b>§</b>							<b>293.1</b>	<b>128.8</b>
7	15.0	176.7	12/05/2021	28	4700	47122	266.7	127.0
8	15.0	176.7	12/05/2021	28	4700	47032	266.1	126.7
9	15.0	176.7	12/05/2021	28	4900	48540	274.7	130.6
<b>Promedio a los 28 días</b>							<b>268.3</b>	<b>128.2</b>

Observaciones:

Se usó Cemento Portland Tipo Ico, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85

Diseño:

Agregado Grueso: Grava 1" (Chancado) Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra

Agregado Fino: Arena Natural Zaranbada Cariera Rio Cumbaza, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra


Cemento: Portland Tipo Ico Pacasmayo.

Diseño de Concreto con 8.0 bolsas de cemento



  
**Victor Aaron Chung Garazatua**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP N° 159861**

## ANEXO 12: RESISTENCIA DEL CONCRETO AL 30%



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C: (51) 998 096 480 - 981 483 150  
 @: jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Olanda de Shilcayo

---

**REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO**

---

**Obras:** DISEÑO DE CONCRETO F'CD=210 KG/CM2 ADICIONANDO ESCORIA DE COBRE PARA MEJORAR SU RESISTENCIA A LA COMPRESION, TARAPOYO 2020

**Nombre Especificación:** AASHTO T-22      ASTM C-39      MTC E-704

**Fecha de Fabricación:** 14/04/2021      Laboratorio: JHCD

**Utilización de la Costra:** FORMULACIÓN DE DISEÑO F'CD=210 kg/cm2      Materia prima: DISEÑO ADICION 30%

**Tamaño Cilindro:** 15.00 x 30.00 cm<sup>2</sup>      Acabamiento: 5.10"

**Temperatura de Concreto:** 31 °C      **Temperatura Aire:** 31 °C      **Resistencia Diseño:** 210 kg/cm<sup>2</sup>

Cilindro Nº	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dia (kg)	Carga Total (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	21/04/2021	7	36450	36425	206.1	98.2
2	15.0	176.7	21/04/2021	7	34800	34955	195.8	93.1
3	15.0	176.7	21/04/2021	7	35700	35781	202.4	96.4
Promedio a los 7 días							201.4	95.8
4	15.0	176.7	28/04/2021	14	43000	43054	247.1	117.7
5	15.0	176.7	28/04/2021	14	45000	45045	258.4	123.5
6	15.0	176.7	28/04/2021	14	46000	46540	263.4	125.4
5							266.8	125.3
7	15.0	176.7	12/05/2021	28	46000	46288	273.3	130.1
8	15.0	176.7	12/05/2021	28	47000	47957	271.4	129.3
9	15.0	176.7	12/05/2021	28	48100	48180	272.7	129.9
Promedio a los 28 días							272.8	128.7

**Observaciones:**

Se utilizó Cemento Portland Tipo Ico, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85

**Diseño:**

Agregado Grueso: Grava 1" (Chancado) Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y Aceptada en Obra

Agregado Fino: Arena Natural Zarandada Cartera Rio Curimazu, procesada en Planta Industrial y Aceptada en Obra

Cemento: Portland Tipo Ico Pacasmayo.

**Diseño de Concreto con 9.0 bolsas de cemento**



  
**Victor Aaron Chung Garazatus**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG CIP N° 159861**

# Anexo 13: Certificados de calidad



CEMENTOS SELVA

**CEMENTOS SELVA S.A.**

Calle La Libertad No. 150 151, El Vivero de San Antonio, Santiago de Estero - Lima  
 Casilla Postal: 184000 - Av. 108 Distrito El Porvenir - Piura - (San Martín)  
 Teléfono (51) 317 - 498 (543) 5434 (543) Fax: (51) 317-4880 (5411)



G-CC-F-04  
 Versión 05

Planta: Rioja

8 de Setiembre de 2019

**CEMENTO EXTRAFORTE**

**Cemento Portland Compuesto Tipo ICO**

Periodo de despacho 01 de agosto de 2019 - 31 de agosto de 2019

**REQUISITOS NORMALIZADOS**

NTP 334.090 Tablas 1 y 2

**QUÍMICOS**

**FÍSICOS**


Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	1.3
SO <sub>3</sub> (%)	4.0 máx.	2.6

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	5
Superficie específica (cm <sup>2</sup> /g)	a	4490
Retenido M325 (%)	a	3.4
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.05
Contracción en autoclave (%)	0.20 máx.	-
Densidad (g/ml.)	a	3.00
Resistencia a la compresión min. (MPa)		
1 día	a	13.3
3 días	13.0	24.4
7 días	20.0	30.1
28 días	25.0	35.6
Tiempo de fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	195
Final, no mayor que:	420	331

a. No especifica.

La resistencia a 28 días corresponde al mes de julio del 2019.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.

  
 Ing. Luis Galarreta Ledesma  
 Jefe de Control de Calidad

Solicitado por:

DINO SELVA IQUITOS S.A.C.

Para cualquier consulta la representación total o parcial de este documento de la administración de Cementos Selva S.A.

**KRL****ABASTECEDORES COMERCIALES**

Dr. Helen Karen Raza Loayza

**Venta De Metales, Minerales Y Servicio En General**

Jr. Pedro Ruiz Gallo N° 461

Pueblo Libre - Lima - Lima

Telf.: 3737990 Rg: 992037673

Correo: Ventasarb\_Cobre@hotmail.com

**Ficha técnica**  
**Granalla de escoria de cobre**

<b>DESCRIPCION</b>	Granalla de escoria de cobre seleccionada y clasificada, obtenida a partir de proceso de fundición de metal. Es químicamente inerte.
<b>APLICACIONES</b>	Para la limpieza de chorro abrasivo de superficies metálicas, eliminando las escamas de laminación, óxido, pinturas antiguas. Adecuado para grado de limpieza SSPC-SP5 (metal blanco), SSPC-SP10 (metal casi blanco), SSPC-SP6 (comercial) SSPC-SP7 (ligero).
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	Granulación : ANGULAR Color : NEGRO/GRIS Dureza : 6.5 - 7 GRADO - MOHS Conductividad: : < 1000 µS/cm* Índice de reusó : 3 a 4 Veces Rendimiento : 7 a 12 Kg/ m <sup>2</sup> Libre de aceite y grasa.* Bajo nivel de polución. *cumple con los requerimientos de la SSPC-AB1
<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>	Fe : 22.10 % Cu : 0.27% Pb : 0.25 % Zn : 1.91 %
<b>GRANULOMETRÍA</b>	3.8 a 1.5 mm
<b>PORCENTAJES DE GRANO</b>	GRANULOMETRIA DE 4.5 EL PORCENTAJE ES DEL 70% GRANULOMETRIA DE 1.5 EL PORCENTAJE ES DEL 30 %
<b>NUMERO DE LOTE</b>	201 - 2020
<b>PRESENTACIÓN</b>	Sacos plastificados 50 kg. / Jumbos de 1.5 toneladas

**Venta De Metales, Minerales Y Servicio En General**

Jr. Pedro Ruiz Gallo N° 461 Pueblo Libre - Lima - Lima

Telf.: 3737990 RPC: 992037673

Correo: Ventasarb\_Cobre@hotmail.com

# CHEMICAL P&A LAMP E.I.R.L.

## CERTIFICADO DE ANALISIS

Fecha de recepción : 03-08-2020

Señores : **ALAMASAC**  
Dirección : Sector 1 Mza. A13 Lote. 9 urb. Santo Domingo de bocanegra - Callao  
Material descrito

Identificación de la muestra : Escoria  
Muestras recibidas : 01 muestra, 1.000 Kg Aproximadamente  
Envase : Bolsa plástica  
Característica de la muestra : Granulado  
Instrucción de análisis : Tipo Lote, según NORMA TÉCNICA PERUANA 121.014  
Referencia : Este informe no podrá reproducirse sin autorización de CHEMICAL P & A LAMP. E.I.R.L. Los resultados emitidos corresponden solo de la muestra indicada

### ENSAYE

Elemento	Cu	Zn	Pb	Fe
Método	Vol. %	Vol. %	Vol. %	Vol. %
Unidad	%	%	%	%
Limite de Detección	-	-	-	-
<b>M-01</b>	<b>0.25</b>	<b>1.94</b>	<b>0.23</b>	<b>23.30</b>

AAS: Espectrometría de Absorción Atómica

06 - 08 - 2020



*E. García*  
LINDA JOSEFINA GARCIA GONZ  
2 30 00  
R.S. 010 11 11 2020 100 4000

# Anexo 14: Certificados de calibración



**Punto de Precisión SAC**

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 274 - 2020

Página : 1 de 2

**Expediente** : 103-2020  
**Fecha de emisión** : 2020-09-18

**1. Solicitante** : JH CD CONTRATISTAS S.A.C.  
**Dirección** : JR. MIRAFLORES NRO. 488 - LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN

**2. Descripción del Equipo** : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

**Marca de Prensa** : TECNICAS CP  
**Modelo de Prensa** : TCP341  
**Serie de Prensa** : 739  
**Capacidad de Prensa** : 100 t  
**Código de identificación** : NO INDICA

**Marca de indicador** : HWEIGH  
**Modelo de indicador** : X8  
**Serie de Indicador** : 16F0504039  
**Código de identificación** : NO INDICA

**Marca de Transductor** : ZEMIC  
**Modelo de Transductor** : YB15  
**Serie de Transductor** : 1216  
**Código de identificación** : NO INDICA

**Bomba Hidráulica** : ELÉCTRICA

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
JR. MIRAFLORES 488 - LA BANDA DE SHILCAYO - TARAPOTO  
17 - SETIEMBRE - 2020

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

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	KELI	INF-LE 255-2019	UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HWEIGH		

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	28,2	28,1
Humedad %	76	75

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

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





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

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telef. 292-5106 698-9620  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 274 - 2020

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	10068	10026	-0,68	-0,26	10047,0	-0,47	0,43
20000	19978	19890	0,11	0,55	19934,4	0,33	0,44
30000	30089	29862	-0,30	0,46	29975,3	0,08	0,76
40000	40278	39812	-0,70	0,47	40045,2	-0,11	1,17
50000	50255	49808	-0,51	0,38	50031,5	-0,06	0,89
60000	59966	59863	0,06	0,23	59914,8	0,14	0,17
70000	70059	69610	-0,08	0,27	69834,2	0,09	0,36

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma.  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan al 1,0 %
- Coefficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0011x - 28,921$

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

GRÁFICO N° 1

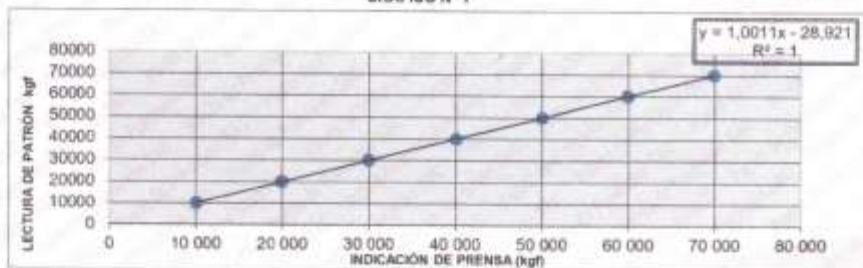
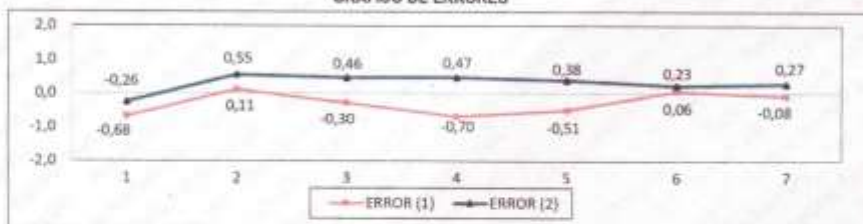


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 696-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**ANEXO 15:** Procedimiento para la elaboración de las probetas de concreto.

**1. Obtención de los materiales para los estudios correspondientes.**



**Arena del Cumbaza**



**Piedra del Huallaga**



**Cemento Pacasmayo**



**Escoria de Cobre**

**2. Cuarteo del material.**



**Cuarteo del agregado grueso**



**Cuarteo del agregado fino**



### 3. Lavado y secado del agregado fino.



Lavado de la arena



Uso de la malla n°200



Secado de la arena

### 4. Ensayo de Granulometría.



Tamices a utilizar 1", 3/4",  
1/2", 3/8", 4", 8" y fondo.



Tamizado del material



Tamices a utilizar, 4", 8", 16", 30", 50", 100", 200" y fondo.



Tamizado del material

## 5. Peso Específico y Absorción.



Saturación 24 h – material a emplear: Fiolas.



Agregado Fino



Punto de ebullición



Agregado Grueso



## 6. Peso Unitario Suelto y Compactado – Agregado grueso



Colocación de la piedra

Suelto



Enrazado con una varilla



Colocación de la piedra

Compactado



Varillado en tres capas de 25 golpes

## 7. Peso Unitario Suelto y Compactado – Agregado fino



Colocación de la arena



Enrazado con una varilla



Colocación de la arena



Consta de tres capas de 25 golpes

## 8. Diseño de mezcla del concreto.



Materiales dosificados para el diseño



Adición de la escoria de cobre en el diseño



**Colocación de la mezcla  
en los especímenes de  
concreto**



**Curado de las probetas a  
edades de 7, 14 y 28 días**



**Rotura de los especímenes  
de concreto**