



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del
concreto $F'c=210$ Kg/cm² para pavimento rígido, La Oroya –
Junín 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Jara Arzapalo, Jean Franco (ORCID: 0000-0002-0672-3416)

ASESOR:

Mg. Ing. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID: 000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo en primer lugar se lo dedico a dios, por haberme concedido una familia maravillosa, a mi padre Raúl por sus consejos y a mi madre Elizabeth que se esforzó incansablemente para darme lo mejor, como también me enseñó a nunca rendirme a pesar que el camino sea difícil. A mis hermanos Edith, Jean Pool, Jazmín y Adriano que en cada momento me estuvieron brindando su apoyo incondicional.

Cierro esta dedicación haciendo mención a mis sobrinos Anyelina y Anghelo que con su alegría me motivan a seguir luchando por mis metas.

Agradecimiento

El que suscribe agradece especialmente al Mg. Ing. José Luis Benites Zúñiga por la paciencia, apoyo y la guía continua que tuvo para poder culminar con el desarrollo satisfactorio de la presente tesis. Por inculcarnos a ser perseverantes a pesar de la dificultad que estamos atravesando todos por esta pandemia.

Así mismo agradecer a mi familia ya que sin ellos no tendría las fuerzas ni la motivación necesaria para cumplir mis metas trazadas.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Gráficos	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	25
3.1 Tipo y diseño de investigación	25
3.2 Variables y operacionalización.....	27
3.3 Población, muestra y muestreo.....	27
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.5 Procedimientos	29
3.6 Método de análisis de datos	30
3.7 Aspectos éticos.....	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSION	50
VI. CONCLUSIONES.....	54
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS	60

Índice de Tablas

Tabla 1. Dosificación del concreto.....	15
Tabla 2. Calculo de la resistencia promedio.....	16
Tabla 3. Contenido de aire atrapado.	16
Tabla 4. Asentamiento según el tipo de obra.	17
Tabla 5. Volumen unitario de agua (Lt/m ³).	17
Tabla 6. Relación agua/cemento.....	18
Tabla 7. Volumen del agregado grueso por metro cúbico del concreto	18
Tabla 8. Relación del concreto endurecido	22
Tabla 9. Ensayos físicos de los agregados.	35
Tabla 10. Proporción de los materiales según diseño.....	35
Tabla 11. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de testigos a las edades de 7,14 y 28.....	36
Tabla 12. Promedio resistencia a la compresión de testigos a las edades de 7,14 y 28.	36
Tabla 13. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de testigos con 20% de escoria de cobre a las edades de 7,14 y 28.....	37
Tabla 14. Promedio resistencia a la compresión de testigos con 20% de escoria de cobre a las edades de 7,14 y 28.	38
Tabla 15. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de testigos con 30% de escoria de cobre a las edades de 7,14 y 28.....	38
Tabla 16. Promedio resistencia a la compresión de testigos con 30% de escoria de cobre a las edades de 7,14 y 28.	39
Tabla 17. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de testigos con 40% de escoria de cobre a las edades de 7,14 y 28.....	40
Tabla 18. Promedio resistencia a la compresión de testigos con 40% de escoria de cobre a las edades de 7,14 y 28.	40
Tabla 19. Comparación de f_c de compresión entre el diseño patrón y los diseños con diferentes porcentajes de adición de escoria de cobre.....	41
Tabla 20. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión a la edad de 28 días.	43
Tabla 21. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión con 20% de escoria de cobre a la edad de 28 días.....	43

Tabla 22. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión con 30% de escoria de cobre a la edad de 28 días.....	44
Tabla 23. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión con 40% de escoria de cobre a la edad de 28 días.....	44
Tabla 24. Comparación del módulo de rotura (M_r) entre el diseño patrón y los diseños con diferentes porcentajes de adición de escoria de cobre.	45
Tabla 25. Resultado de ensayo de resistencia a la tracción de testigos a la edad de 28 días.	46
Tabla 26. Resultado de ensayo de resistencia a la tracción de testigos con 20% de escoria de cobre a la edad de 28 días.	47
Tabla 27. Resultado de ensayo de resistencia a la tracción de testigos con 30% de escoria de cobre a la edad de 28 días.	47
Tabla 28. Resultado de ensayo de resistencia a la tracción de testigos con 40% de escoria de cobre a la edad de 28 días.	48
Tabla 29. Comparación de f'_c de tracción entre el diseño patrón y los diseños con diferentes porcentajes de adición de escoria de cobre.	48

Índice de Figuras

Figura 1. Estructura de un pavimento rígido.....	13
Figura 2. Escoria de cobre almacenado en La Oroya	14
Figura 3. Identificación de probeta.	21
Figura 4. Tipo de rotura de probeta.....	21
Figura 5. Ensayo de resistencia a flexión	23
Figura 6. Ensayo de resistencia a tracción.....	24
Figura 7. Mapa Político del Departamento de Junín	31
Figura 8. Mapa Político del Perú	31
Figura 9. Empresa Doe Run Peru	32
Figura 10. Ubicación del distrito de La Oroya.....	32
Figura 11. Distrito de La Oroya	33
Figura 12. En el lugar de Huanchan, donde se encuentra almacenada la escoria de cobre.	34
Figura 13. Recogiendo la escoria de cobre.....	34
Figura 14. Ensayo a la compresión del concreto patrón.	36
Figura 15. Ensayo a la compresión del concreto con 20% de escoria de cobre. .	36
Figura 16. Ensayo a la flexión de la viga con adición del 30% de escoria de cobre.	42
Figura 17. Rotura de la viga sometida al ensayo a flexión.	42
Figura 18. Ensayo de la resistencia a tracción del concreto patrón.	46
Figura 19. Ensayo de la resistencia a tracción del concreto con adición de 30% de escoria de cobre.....	46

Índice de Gráficos

Grafico 1. Línea de evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón.	37
Grafico 2. Línea de evolución de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de escoria de cobre en un 20%.	38
Grafico 3. Línea de evolución de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de escoria de cobre en un 30%.	39
Grafico 4. Línea de evolución de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de escoria de cobre en un 30%.	40
Grafico 5. Resultados de resistencia de compresión del diseño de mezcla patrón y los diseños con adición de escoria de cobre.	41
Grafico 6. Resultados de resistencia de flexión del diseño de mezcla patrón y los diseños con adición de escoria de cobre.	45
Grafico 7. Resultados de resistencia de flexión del diseño de mezcla patrón y los diseños con adición de escoria de cobre.	48

Resumen

El objetivo de la presente investigación es determinar la influencia de la adición de escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto, con la finalidad de conseguir mediante pruebas de laboratorio un concreto con mayor resistencia a los agentes externos y una mayor vida útil, realizándose la comparación entre el concreto patrón y dosificaciones con la adición de escoria de cobre en reemplazo del agregado fino con porcentajes de 20%, 30% y 40%. La investigación es de enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental y de tipo aplicada. El estudio se realizó con una población de 60 probetas, donde se comprobó que el 30% de escoria de cobre resulto ser el óptimo en los tres tipos de resistencia, en la resistencia a compresión se obtuvo 252.07 kg/cm² superando en 18.38% al diseño patrón obtenido, efectuándose la resistencia a flexión el módulo de rotura resulto 39 kg/cm² superando en 12.49% al concreto convencional y realizando el ensayo de resistencia a tracción resulto 32.83 kg/cm² obteniendo un incremento leve de 7.18%. Se concluyó que la escoria de cobre utilizada de la Oroya como parte de la mezcla del concreto influye de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto, demostrando que incrementa las resistencias evaluadas.

Palabras clave: Resistencia mecánica, escoria de cobre, concreto, pavimento rígido, diseño de mezcla.

Abstract

The objective of this research is to determine the influence of the addition of copper slag on the mechanical resistance of concrete, in order to achieve, through laboratory tests, a concrete with greater resistance to external agents and a longer useful life, carrying out the comparison between standard concrete and dosages with the addition of copper slag replacing fine aggregate with percentages of 20%, 30% and 40%. The research has a quantitative approach, a quasi-experimental design and an applied type. The study was carried out with a population of 60 test tubes, where it was found that 30% of copper slag turned out to be the optimum in the three types of resistance, in the compressive strength 252.07 kg / cm² was obtained, exceeding the design by 18.38% pattern obtained, performing the flexural strength, the modulus of rupture was 39 kg / cm², exceeding the conventional concrete by 12.49% and performing the tensile strength test, the result was 32.83 kg / cm² obtaining a slight increase of 7.18%. It was concluded that the copper slag used from La Oroya as part of the concrete mix has a positive influence on the mechanical properties of the concrete, showing that it increases the resistance evaluated.

Keywords: Mechanical strength, copper slag, concrete, rigid pavement, mix design.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el aumento de los niveles de temperatura tanto de calor como de heladas, además la intensidad de lluvias que son resultado del cambio climático, directa e indirectamente impactan causando daños y acelerando el deterioro de las diferentes infraestructuras. Según (Mendoza y Marcos, 2017). La preocupación por continuos cambios climáticos es un obstáculo que ha paralizado la marcha en tratar de adaptarse a este agente, también el tratar de predecir los efectos que causara en el entorno. Ahora se puede apreciar los daños generados en la infraestructura vial, los cuales seguirán apareciendo y acrecentando en el pasar de los días, ya que este factor es un riesgo de gran magnitud

En un proyecto vial, el pavimento es la cara de exhibición del cual opinan las personas, si esta no presenta algún aspecto de falla o daño las personas se sentirán complacidas con el trabajo. En gran mayoría de proyectos carreteros los conductores otorgan un juicio positivo, pero cuando no se realiza un correcto trabajo el juicio es opuesto

según (Condorchoa, 2019). Ica una ciudad turística donde los pavimentos rígidos existentes, en su mayor proporción muestran evidencias de deterioro, en algunos casos ya cumplieron su periodo de vida útil y otros que no cumplen su periodo de diseño de vida útil ya se encuentran deteriorados prematuramente por varios factores siendo uno de ellos el factor climático, traducidos en temperatura, viento, lluvia y humedad.

La provincia de Yauli –La Oroya está situado a 3750 msnm en la Cordillera de los Andes a 176 km al este de la capital. Al realizar un recorrido por las calles, avenidas, jirones y pasajes del lugar se puede apreciar que existen zonas las cuales se encuentran sin pavimentar y los lugares que cuentan con pavimentación, la gran mayoría de estas presentan fallas en su estructura como son: fisuras, baches, piel de cocodrilo, etc. Las cuales se generan debido a los cambios bruscos del clima que se dan y a ello sumado la gran cantidad de paso vehicular ya que nos ubicamos en la sierra central del Perú.

Los pavimentos rígidos que actualmente se construyen en la ciudad se continúan realizando con el concreto convencional, sin aditivos que mejoren su resistencia, y esto con el tiempo van a comenzar a presentar las mismas fallas de los pavimentos existentes, esto debido a la falta de resistencia al impacto climático y fatiga por la carga vehicular. Para mejorar el desempeño de estos pavimentos rígidos se deben adicionar materiales que complementen las características necesarias para mitigar las posibles fallas que presenten y para que así también aumenten su periodo de vida.

En el presente, se desarrollan numerosos estudios en los cuales adicionan materiales con distintas características en la elaboración del concreto, con la finalidad de obtener una resistencia mayor en los elementos que se vayan a construir y también poder dar un uso práctico a los desechos generados por las grandes empresas. Lo que se busca conseguir con estos materiales es mejorar la resistencia del concreto ante los diferentes factores que podrían afectar en su tiempo de vida, es por ello que la aplicación de la escoria de cobre podría ser una opción para incrementar la resistencia del concreto a un costo menor en las construcciones de un pavimento rígido de tránsito pesado o medio, y a la vez poder disminuir la contaminación ambiental que genera la empresa metalúrgica Doe Run Perú debido al almacenamiento de esta escoria en terrenos naturales cercanos a la ciudad.

Por lo mencionado en la redacción superior, se deja constancia que el **problema general** sería especificar, ¿Cuál es la influencia de la adición de escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020? Y con ello también los **problemas específicos**: ¿Cuánto incide la adición de escoria de cobre en la resistencia a compresión del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020?, ¿Cuánto incide la adición de escoria de cobre en la resistencia a flexión del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020? Y ¿Cuánto incide la adición de escoria de cobre en la resistencia a tracción del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020?

Justificación social, radica en que la Empresa Metalúrgica tiene una alta producción de cobre en la zona por lo que genera millones de desechos mineros de escoria de cobre los cuales son almacenadas en áreas naturales las cuales se ven afectadas directamente con un impacto ambiental negativo. Por consiguiente, la escoria de cobre al ser un desecho no es aprovechada, fundamento necesario para darle uso como parte de la mezcla del concreto para pavimento rígido, pudiendo esta mejorar las propiedades de la mezcla a un menor costo, también la empresa metalúrgica generaría un ingreso económico extra con la venta de este insumo para las futuras construcciones en nuestra localidad y lugares aledaños; a la vez brindar más puestos de trabajo a la población oroina en el tratamiento, empaquetamiento y distribución de dicho material.

Justificación práctica, el presente trabajo tiene como finalidad el de poder incrementar la resistencia del concreto a base de un desecho que se puede encontrar en la zona en grandes cantidades. En la localidad de La Oroya la Empresa Metalúrgica Doe Run Peru genera considerables cantidades de desechos en sus operaciones como son la escoria de cobre y de plomo. Por ello se optó incluir a la escoria de cobre como un material importante, que forme parte del incremento de la resistencia del concreto y con ello darle uso práctico en la construcción de los pavimentos rígidos; también poder ser aplicado en las diferentes infraestructuras que se desarrollan en el país. Esto conllevaría a que este desecho sea más trabajable, reducir el impacto ambiental que generan al ser almacenados en terrenos aledaños y poder contribuir con disminuir el desempleo que existe.

Justificación teórica, el propósito de la investigación es contribuir con un aporte innovador que es aplicado al concreto convencional que todos conocen de un pavimento rígido, que presenta un impacto climatológico y vehicular, con la obtención de los resultados de las pruebas se podrá recomendar este desecho conocido como escoria de cobre, brindando beneficios como son la calidad en la resistencia del concreto, mayor vida útil y un costo menor en su aplicación.

Justificación metodológica, se empleará el diseño de investigación experimental para lograr el objetivo de verificar que porcentaje variación presenta el concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ en su resistencia con la incorporación de la escoria de cobre,

evaluando el porcentaje de incidencia que alcanza se elaborará cuadros comparativos con cada uno de ellos.

La presente investigación sostiene como **objetivo general** el Determinar la influencia de la adición de escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020 y por consiguiente sus **objetivos específicos**: Determinar la incidencia de la adición de escoria de cobre en la resistencia a compresión del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020, Determinar la incidencia de la adición de escoria de cobre en la resistencia a flexión del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020 y Determinar la incidencia de la adición de escoria de cobre en la resistencia a tracción del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020.

Por ello se dispondrá a evaluar la **Hipótesis general** propuesta que es si La adición de escoria de cobre influye positivamente en la resistencia mecánica del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020, conjuntamente con sus **Hipótesis específicas**: La adición de escoria de cobre incide positivamente en la resistencia a compresión del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020; la adición de escoria de cobre incide positivamente en la resistencia a flexión del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020 y si la adición de escoria de cobre incide positivamente en la resistencia a tracción del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Aparicio (2014), en su investigación para optar el título de ingeniero civil, titulado *“Uso de material reciclado de la industria del cobre en la producción de concreto”*. Tuvo como **objetivo** estudiar mediante pruebas la posibilidad de usar la escoria, en suplencia del agregado fino para la fabricación del concreto. Se realizó un **estudio** de tipo aplicativo - experimental en la que se efectuaron 12 diseños bajo el procedimiento del método ACI, de ellos 9 diseños se realizaron incluyendo la escoria de cobre por cambio del agregado fino en los siguientes porcentajes 20%, 30% y 40%, los 3 diseños sobrantes fueron elaborados con los materiales conocidos sin ninguna adición. Luego se prosiguió a realizar los ensayos de compresión simple. De los resultados obtenidos se evidencia que la dosificación realizada con 70% de agregado fino y 30% de agregado grueso, brindo valores de hasta 40,7 MPa en la resistencia, por otro lado, la mezcla de 20% de escoria de cobre, 30% de agregado fino y 50% de agregado grueso, brindo valores de 8% menos que el anterior. Concluye que, en base a los resultados se puede usar la escoria de cobre eficazmente en la mezcla de concreto, si se dosifica con una sustitución que no pase el 20% del agregado fino y cabe mencionar que todas las mezclas fabricadas con escoria de cobre lograron superar la resistencia que se había establecido en 28 MPa.

Cruz (2014), en su investigación doctoral, titulada *“Estudio de la resistencia y reología de hormigones con adición de escorias de cobre como sustituto del árido fino”*. Tuvo como **objetivo** analizar los efectos que tiene que puede llegar a provocar esta escoria cumpliendo la función del árido fino formando parte del hormigón contemplando en su estado fresco y en el estado endurecido. El **estudio** es de tipo aplicativo en donde se elaboró como muestra las probetas con sustituciones en volumen estudiadas son 0, 20, 40, 60, 80 y 100% del árido fino y se comparó con la mezcla de hormigón convencional de diseño para resistencia 35 N/mm². Como **resultado** los rendimientos de la resistencia a los 7 y 28 días de edad son similares en todos los hormigones, a la edad de 90 y 150 días los hormigones con escoria de cobre con sustitución superior al 40% incrementaron su resistencia de 57 N/mm² hasta 71.04 N/mm². En la prueba de tracción indirecta también ocurrió lo mismo con los resultados a los 28 días, a la edad de 90 días con

la dosificación de 40% a más de inclusión de escoria, se aprecia que la resistencia a tracción indirecta aumenta de 4,24 N/mm² a 4,70 N/mm². Por lo demostrado se podría decir que la escoria de cobre es un desecho aceptable en la preparación del hormigón ya que trabaja como buen sustituto del árido fino.

Oyarzun (2013), en su investigación para optar el título de ingeniero civil en obras civiles, titulada ***“Influencia de las escorias de cobre en la fabricación de hormigón”***. Tuvo como **objetivo** preparar un análisis bibliográfico de los proyectos de concreto en los cuales hayan hecho uso de la escoria de cobre, con el propósito de ayudar a combatir el impacto ambiental que trae como consecuencia el almacenamiento de este insumo. Fue un estudio de diseño cuantitativo no experimental, en el cual se expone un compendio de los estudios que fueron ejecutados anteriormente con la de incorporación de escoria de cobre al hormigón como sustituto del cemento, árido fino y árido grueso. De todas las tesis evaluadas, se verifica que este insumo al sustituir al árido fino suministro cambios positivos en la resistencia, no obstante, se debe indicar que para obtener resultados positivos no se debe sobrepasar del 50% en reemplazo. Por ello se concluye que la escoria de cobre contribuye mejorías en la condición de la resistencia, incremento de densidad y refuerza el comportamiento del hormigón típico.

Cuba y Humpire (2019), en su investigación para optar el título profesional de ingeniero civil, titulada ***“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ usando cemento yura tipo ip y cemento wari tipo ip, con la adición de escoria de cobre de la minera Southern Perú, para la ciudad de Arequipa”***. Tuvieron como **objetivo**, detallar los cambios que evidencia el concreto disponiendo el uso de dos cementos diferentes como son el Yura y wari , ambos de tipo IP a ello sumado una proporción de escoria de cobre para la dosificación correspondiente. Fue un **estudio** cuantitativo y experimental, por que determinara mediante ensayos de laboratorio los cambios en las propiedades el concreto.; se trabajó con dos diseños conocidos como son el $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, se empleó el recomendado método ACI 211, como muestra se preparó 480 probetas, los cuales pasaron pruebas de compresión simple y tracción, complementado con 36 vigas, se trabajó con 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de incorporación de escoria cambio de agregado fino. De

los trabajos se **concluyó** que el porcentaje óptimo de adición de este desecho es 30% para mejorar la resistencia a compresión y tracción, utilizando el cemento yura mostrando valores para la resistencia a compresión como 353.52 y 449 kg/cm²; con el tipo de cemento wari 485.86 kg/cm² y 541.08 kg/cm². Para la resistencia a tracción con uso de cemento yura 31.92 kg/cm² y 41 kg/cm²; para el uso de cemento wari 41.36 y 48.39 kg/cm². En la resistencia a flexión el porcentaje óptimo fue el 20% de escoria de cobre dando como resultados con el cemento yura 42 kg/cm² y 44 kg/cm²; con uso del cemento wari 38.67 kg/cm² y 44.33 kg/cm². Los resultados se ubican respecto a las dosificaciones del concreto de 210 kg/cm² y 280kg/cm².

Bravo y Diaz (2018), realizaron la investigación para optar el título de ingeniero civil, titulada ***“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/cm² elaborado con cementos tipo IP y tipo V, mediante pruebas de esclerometría y compresión axial de testigos sometidos a curado por inmersión”***. Tuvieron como **objetivo** analizar y comparar el comportamiento de la resistencia de un concreto f’c=210 kg/cm² elaborados con los conglomerantes tipo IP y V con sustitución de agregado fino por escoria de cobre. Fue un **estudio** tipo cuantitativo y experimental por que se empleó pruebas de compresión axial y esclerometria para hallar los efectos que casusa en el tema de agregar escoria de cobre. Se elaboraron 360 probetas cilíndricas de acuerdo al diseño de método ACI 211, con la incorporación de la escoria de cobre en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% y 50%. Se **concluyó** que el porcentaje óptimo de sustitución del residuo en reemplazo del agregado fino fue de 35%, ya que mediante la prueba de esclerometria se obtuvo los siguientes resultados, con el cemento tipo IP 262.196 kg/cm² y con el cemento tipo V 322.191 kg/cm². Con la prueba de compresión axial se obtuvo las siguientes resistencias: con el cemento tipo IP 270.015 kg/cm² y con el tipo V 331.893 kg/cm².

Melgarejo (2019), en su investigación para optar el título profesional de ingeniero civil, titulada ***“Influencia de la Escoria al Producir Concreto Permeable en Pavimentos Urbanos de la Ciudad de Pasco – Distrito de Yanacancha – 2019”***. Se plante como **objetivo** establecer en que magnitud incide agregar escoria

metálica en la dosificación del concreto permeable el cual será aplicado para construcción de pavimentos de clasificación urbana en el departamento de Pasco. La investigación es de **tipo** aplicada, se elaboró una mezcla patrón, con $f'c=210$ kg/cm² y otras mezclas de concreto permeables en base a la relación A/C de 0.50, 0.40 y 0.30 empleando porcentajes de vacíos de 5%, 10%, 15% y 20% a los cuales se le aplicaron pruebas típicas como peso unitario, asentamiento, temperatura, resistencia a y permeabilidad en el concreto en su estado endurecido, se realizaron un total de 27 diseños de mezclas y se incorporó diversos porcentajes de escoria los cuales son 5%, 15% y 20% referente al cemento dichos resultados fueron comparados con la mezcla patrón. Finalmente, de las pruebas y datos recogidos se **determinó** que el resultado más favorable se consiguió con el concreto trabajado en relación a/c de 0.3 y 5% de vacíos demostrando la capacidad de resistencia a compresión de 261.8 kg/cm²

Chavarry, y otros (2020), en su artículo de investigación, titulada ***“Hormigón de alta densidad con escoria de cobre para atenuar la radiación ionizante”***. Tuvieron como **objetivo** estudiar el hormigón con una capacidad alta de densidad y a la vez reforzado con el residuo de cobre formando una porción del agregado fino con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas y obtener barreras protectoras para atenuar las radiaciones ionizantes hasta niveles aceptables. Fue un **estudio** tipo aplicada y experimental en el cual se diseñó un hormigón de diseño $f'c=210$ kg/cm² y para comparar 5 tipos de mezclas adicionales, agregando proporciones de escoria (15%, 30%, 50%, 80% y 100%) en condición de sustitución parcial del agregado fino. El estudio **determinó** que a medida que se aumenta la dosificación del porcentaje de escoria de cobre aumenta la densidad del hormigón; las resistencias conocidas como compresión y tracción se incrementan hasta la incorporación de un 30% de escoria de cobre que obtuvieron como resultado 387.60 kg/cm² y 32.47 kg/cm², después de ese porcentaje las resistencias disminuyen gradualmente.

Cruz, y otros (2013), en su artículo de investigación, titulada ***“Propiedades del concreto con sustitución de escoria de horno de cubilote como agregado fino y escoria granulada”***. Tuvieron como **objetivo** proponer la escoria de horno cubilote para formar parte de la mezcla de un concreto tipo aligerado. Ejecuto un

estudio de tipo aplicativo y experimental, ya que se propuso realizar los análisis que se produce en el concreto cuando este es constituido con el 30% de escoria triturada en sustitución de arena y por otro lado agregar escoria granulada cambio del agregado grueso en grupos de (0%, 50%,75% y 100%). Se extrajo probetas y realizo el curado durante 28 días, tomando como referencia la NTC, se inspecciono minuciosamente las propiedades del concreto modificado el cual contempla un diseño de 21MPa. En cuanto a la resistencia a compresión el concreto modificado mostro cifras de 15 y 13Mpa siendo el porcentaje de sustitución de 50 al 100%. Se puede **concluir** que cuanto más reemplaza el agregado a partir del 50% la resistencia tiende a descender, se podría inferir que la causa es la porosidad de la escoria de horno presenta y a la vitrificación.

Ashraffur and Srinivas (2019) in their research article, entitled "***Effect of copper slag on steel fiber reinforced concrete and conventional concrete***". The **objective** was to estimate the characteristics in terms of resistance to the changes that this residue promotes in reinforced concrete prepared with steel fiber and normal concrete. They worked with an experimental investigation in which a specific analysis was applied on the mechanical and physical behavior of the two types of concrete due to their qualities (M30, M40). The concrete mixes were designed by integrating amounts of 0%, 10%, 20%, 30%, 40% and 50% with slag, which were subjected to laboratory tests. **After** all the tests carried out, it was shown that for a traditional M30 concrete, a maximum resistance level of 29.4% was reached, likewise the steel-reinforced mixture increased by 34.28% and for M40 concrete, a resistance of 20.5% was required. On the contrary, in the reinforced with steel fiber an increase of 23% was observed.

En la presente investigación se introdujo escoria de cobre en un concreto ya reforzado con fibras de acero y también en un concreto normal, en donde se obtuvo mejores resultados para el concreto reforzado con fibra de acero, obteniendo un incremento superior a los de la mezcla patrón.

Morampudi, Yajdani and Anil (2017), in their research article, entitled "***An experimental investigation on the properties of concrete by replacing fine***

aggregate with copper slag". Its **objective** is to develop skills to incorporate slag into the construction world as a short-term relay of aggregates. This **article** presents the experimental work carried out with dosing in slag portions. A grade of concrete M20 and M35 was used as the matrix mix. The sand went through a process of substitution in portions of 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% by the residual copper material. The samples in their entirety were conducted to the recognized resistance tests. The results indicate with respect to the compressive strength in conventional concrete M20 and M35, 32.06 MPa and 48.80 MPa were obtained, respectively, and with the replacement of 40% copper slag, 38.84 MPa and 59.94 MPa were obtained. 3.03 MPa and 3.43 MPa were obtained respectively in the divided tensile strength for conventional concrete M20 and M35, and with the replacement of 40% copper slag, 3.52 MPa and 4.23 MPa were obtained. Values such as 5.86 MPa and 6.26 MPa were evidenced in the flexural strength of conventional concrete M20 and M35, and by replacing 40% of the copper slag, values such as 6.42 MPa and 7.62 MPa were found. The researchers **concluded** that by opting for a partial change of the copper slag sand by 40%, it increases the three types of resistance and if the increase in residual material exceeds the mentioned percentage, the resistance decreases.

El artículo desarrollado nos demuestra que al suplir el agregado fino en una cantidad del 40%, las resistencias de los diseños efectuados presentan aumentos y al suplir con porcentaje mayor al mencionado la resistencia tiende a reducir.

Tamil, Lakshmi and Ramya (2014) presented their research paper, titled **"Experimental Study on Concrete Using Copper Slag as a Fine Aggregate Replacement Material"**. Their goal is to **find** an excellent proportion of slag that provides an improvement in the quality of the concrete. An experimental **study** was carried out, this residue was implemented as part of the concrete dosage by substituting the sand and compression, divided traction and flexion tests were carried out. Concrete grade M40 is used and tests are performed for various sand replacements using copper slag as inclusion in the amounts 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100% on concrete. The **analyzed** resistance modules gave higher figures with the proportion of 40% of the level of fine aggregate replacement at 28 days, showing results of 42.95 N / mm², 3.09 N / mm² and 7.73 N / mm² compared to concrete. Conventional that showed values such as 38.80 N / mm², 2.45 N / mm²

and 4.79 N / mm². It is concluded that the correct percentage of substitution of fine sand for copper slag is 40% and it is of utmost importance to indicate that the construction area is the best alternative to be able to substantially occupy this input and to culminate in the impact that has in nature.

En el estudio, elaboraron un concreto tipo M40 y también lo realizaron sustituyendo el agregado por escoria de cobre en variados porcentajes los cuales pasaron por ensayos, demostrando que la incorporación del 40% de dicho residuo demostró las mayores condiciones en la resistencia y que es muy recomendable para ser empleado en la construcción.

Sridevi and Mahesh (2017), presented their research article, entitled "**The behavior of concrete by partial replacement of fine aggregate and cement with copper slag: an experimental study**". Their research **proposal** was to establish the magnitude of support for M25 grade concrete, partially replacing cement and sand with copper slag separated in two phases. They contributed by **experimenting** to monitor the workability characteristics and strengths of resistant concrete, the mixes were designed using the IS Code method. They chose to carry out the incorporation of slag in two phases: the first in the cement including proportions from 0 to 20% and the second in the sand in amounts from 0 to 50%. After carrying out the corresponding dosages, the hardened mixtures were continued to be tested with respect to traditional resistances such as tensile, flexural and compression resistance. **Checking** with the substitution of the sand reaches a maximum level when it is replaced by 40%, which results in an increase of 17.51%, 24.28%, 26.83% and decreases with a replacement of 50% to a value of 9.02%, 8.70 %, 2.09% with respect to the control sample and partially replacing the cement with copper slag, had an increase in the different resistances when it was replaced by 15%, showing an increase of 15.46%, 18.39%, 20.31% and decreased when it was replaced 20%, reducing values such as 3.86%, 8.09%, 1.93% with respect to the control sample.

En el estudio presentado por Sridevi Y Mahesh trabajaron tanto con el cemento como con el agregado fino reemplazándolos por la escoria de cobre, al cemento lo intercambiaron con porcentajes de 0 a 20% y al agregado fino del 0 al 50%, concluyendo que para el cemento el porcentaje excelente es del 15% de sustitución

y para el agregado fino el 40%, los cuales dieron los mejores resultados en referencia a las resistencias.

A continuación, procederemos a definir las teorías que están relacionadas al tema de la investigación que se está desarrollando:

El *pavimento* está constituido por una serie de capas colocadas sobre la sub rasante del terreno, estas soportan y dividen el peso provocado por el paso de vehículos, ofreciendo un estado de confort y confianza para los usuarios.¹

Es considerado un recurso para la conformación de una ruta, iniciando de una idea, continuando con el diseño y finalmente ejecutando el proyecto con el objetivo de mejorar y sostener un estado excelente para la circulación de los individuos, vehículos, etc.²

Es un conjunto de cubiertas compuestas de diferentes materiales y espesores, las cuales se ubican una encima de otra, cada cubierta realiza la función de distribuir sobre la cubierta inferior, el esfuerzo ocasionado por las cargas que son aplicadas por todo que se apoye sobre ella. [...].³

Pavimento rígido, es una capa configurada por una loza de concreto de tipo hidráulico, denominada la capa de rodadura, ya que esta se encuentra en la parte superior y recibe directamente el peso del tránsito y los agentes climatológicos que se desarrollan en la intemperie.⁴

Forma parte de uno de los prototipos de pavimentos que se encuentran en la clasificación de este, adopta el seudónimo de “rígido” porque tiene la cualidad de ser una loza fabricada del material llamado concreto y se encuentra situado en la parte superior.⁵

El *pavimento rígido*, es un bloque producido de mezcla de cemento con agregados y dependiendo del lugar aditivos, la cual se encuentra apoyada sobre la sub base,

¹ (EMPRESA EDITORA MACRO, 2015 pág. 18)

² (BECERRA, 2012 pág. 4)

³ (TAPIA, ca.2015 pág. 8)

⁴ (BECERRA, 2012 pág. 6)

⁵ (EMPRESA EDITORA MACRO, 2015 pág. 167)

está se encuentra fabricada de un material granular como también puede estar elaborado de asfalto o cal, y se apoya en el terreno natural.⁶



Figura 1. Estructura de un pavimento rígido

El pavimento, ya sea rígido o flexible tiende a sufrir daños de gran intensidad en la zona sierra, esto sucede debido al factor climatológico el cual afecta directa e indirectamente a la capa superior de acuerdo a las condiciones que presenta el clima, con intensas lluvias, nevadas y olas de calor; como también al ocurrir el deslizamiento de rocas a causa de las condiciones mencionadas.

Escoria de cobre, es un residuo que se suscita cuando se realiza el procedimiento pirometalurgico a los conjuntos de minerales que atraviesan por la fundición. Comúnmente esta escoria es colocada en terrenos permitidos. Existen situaciones que esta escoria presenta un uso comercial y antes de ser almacenados son conducidos para poder pasar por el método de flotación, así proporcionando una opción para rescatar los metales que continúan impregnados a este. Por último, el desecho sobrante es ubicado en lugares propicios. La escoria de cobre es un desperdicio calificado como pasivo ambiental ya que al depositarlo y al no darle un uso esto se mantiene por muchísimo tiempo en el lugar generando varios tipos de contaminación.⁷

La *escoria de cobre* es un remanente de la industria, está incluido en el conjunto de escoria no ferrosa y esta se origina en el desarrollo de la producción de los ánodos de cobre.⁸

⁶ (MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS, 2015 pág. 15)

⁷ (NAZER, y otros, 2010)

⁸ (NAZER, y otros, 2016)

Escoria granulada, se le denomina desecho del arrabio, este es un material que se desprende por medio de la densidad producida en la fundición empleando métodos fisicoquímicos y también metalúrgicos trabajados en el área de alto horno.⁹

Es denominada con ese término, ya que termina siendo desechado por presentar varios componentes mineralógicos, de lo cual resulta ser muy costoso su separación de cada componente químico. Como podemos apreciar en la imagen contigua una gran cantidad de este residuo se encuentra depositada en el terreno natural, debido a que no tiene una variedad de usos como otros elementos que exporta la empresa Doe Run Peru.



Figura 2. Escoria de cobre almacenado en La Oroya

Tabla 1. Análisis químico de la escoria de cobre

Elementos	Escoria de cobre
% Cu	0.60
% Pb	0.99
g/t Ag	36.62
g/t Au	0.02
% Bi	0.21
% Sb	0.70
% Zn	3.53
% Fe	34.03
% S	1.13
% As	0.59
% Insoluble	35.60
% Cd	0.00
%Se	0.00
% Te	0.00
% Ti	0.00

Fuente: Doe Run Peru

⁹ (OCHOA , y otros, 2018)

Dosificación, es identificar las proporciones correctas del material que se va emplear para la preparación del concreto, con la finalidad de que esta adquiera las propiedades adecuadas como son resistencia, durabilidad y consistencia.¹⁰

La *dosificación del concreto* con relación a los materiales utilizados debe disponerse para admitir que: Se obtenga la consistencia y trabajabilidad que proporcionen ubicar el concreto factiblemente dentro del encofrado y con una condición óptima a emplearse sin que suceda la segregación ni la exudación excesiva. Se consiga una resistencia singular ante el sometimiento de la exposición del entorno. Se efectuó la condición de pruebas de laboratorio.¹¹

Tabla 2. *Dosificación del concreto.*

f _c (Kg/cm ²)	a/c	Slump (pulg)	Tamaño Agregado (pulg)	Dosificación en volumen	MATERIALES POR M ³			
					Cemento (bolsas)	Arena (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (m ³)
140	0,61	4	3/4	1:2,5:3,5	7,01	0,51	0,64	0,184
175	0,51	3	1/2	1:2,5:2,5	8,43	0,54	0,55	0,185
210	0,45	3	1/2	1:2:2	9,73	0,52	0,53	0,186
245	0,38	3	1/2	1:1,5:1,5	11,50	0,50	0,51	0,187
280	0,38	3	1/2	1:1:1,5	13,34	0,45	0,51	0,189

Fuente: CAPECO

Diseño de mezcla de concreto, para el desarrollo del trabajo se experimentará con porcentajes de escoria de cobre en 20, 30 y 40%, El método de diseño de mezcla será mediante ACI-COMITÉ 211 (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) que se le considera un procedimiento tabulador en el cual se aplica el uso de tablas estandarizadas.

A continuación, se detalla el Procedimiento del Método ACI:

PRIMERO, debemos tener como datos la resistencia de diseño (F_c), el tipo de cemento a utilizar, el peso específico del cemento, el peso específico del agua.

¹⁰ (CEMENTOS INKA, 2019)

¹¹ (MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, 2018 pág. 458)

con respecto a ensayos se debe contar con los datos de ensayo de asentamiento, granulometría de agregados, peso unitario suelto, peso unitario compactado, módulo de fineza, porcentaje de absorción, porcentaje de humedad y el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

SEGUNDO, determinamos la resistencia promedio requerida (f'_{cr}); para calcular la resistencia promedio se puede obtener mediante la desviación estándar o de la resistencia de diseño especificada: para la presente investigación se hallará por medio de la resistencia que especifica el diseño, debido a que no se dispone de un registro que brinde la factibilidad para el cálculo con respecto a la desviación estándar.

Tabla 3. *Calculo de la resistencia promedio.*

$F'c$ (Kg/cm ²)	F'_{cr}
< 210	$F'c + 70$
entre 210 y 350	$F'c + 84$
> 210	$F'c + 98$

Fuente: Ing. Rivva López.

TERCERO, se determina el contenido de aire atrapado teniendo en consideración el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tabla 4. *Contenido de aire atrapado.*

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

Fuente: Ing. Rivva López.

CUARTO, selección del asentamiento según el tipo de construcción, a continuación, se presenta la tabla del comité 211 del ACI para poder visualizar el valor conveniente.

Tabla 5. Asentamiento según el tipo de obra.

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones Simples, Cajones y subestructuras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y Pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: Ing. Rivva López.

QUINTO, identificamos el volumen unitario de agua, tomando como referencia el asentamiento y el tamaño máximo nominal del agregado grueso, sin aire incluido y con aire incluido en el concreto.

Tabla 6. Volumen unitario de agua (Lt/m³).

Asentamiento, pulgadas	Agua en Lt/m ³ concreto para TMN de agregado grueso en pulgadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concreto sin aire incluido							
De 1 a 2	207	199	190	179	166	154	130	113
De 3 a 4	228	216	205	193	181	169	145	124
De 6 a 7	243	228	216	202	190	178	160	---
	Concreto con aire incluido							
De 1 a 2	181	175	168	160	150	142	122	107
De 3 a 4	202	193	184	175	165	157	133	119
De 6 a 7	216	205	197	174	174	166	154	---
	Promedio recomendado de aire por incluir por exposición							
Exposición ligera	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Exposición moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Exposición severa	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: ACI 211

SEXTO, hallamos la Relación Agua/cemento por resistencia requerida del concreto. De no encontrarse el valor exacto se procede a interpolar para hallar el valor.

Tabla 7. Relación agua/cemento.

Resistencia a la compresión a los 28 días Kg/cm ²	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: Ing. Rivva López.

SEPTIMO, calculamos el contenido del cemento (C) con la siguiente formula:

$$C = \frac{\text{Volumen unitario del agua}}{\text{Relación a/c}}$$

Luego procedemos a dividir (c) entre el peso de la bolsa del cemento por unidad (42.5 kg), para saber cuántas bolsas necesitaremos.

$$\# \text{ Bolsas de cemento} = \frac{C}{42.5 \text{ Kg}}$$

OCTAVO, determinamos el contenido de volumen de agregado grueso.

Tabla 8. Volumen del agregado grueso por metro cúbico del concreto

Tamaño máximo de agregado	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de fineza del fino.			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Ing. Rivva López.

Para determinar dicho contenido de agregado grueso se usa esta fórmula:

CONTENIDO DE A.G = VOLUMEN A.G X PESO SECO COMPACTADO A.G

NOVENO, se realiza la suma de los volúmenes absolutos del agua, aire, cemento y agregado grueso, los cuales se hallan dividiéndolos entre su peso específico. Al final la suma de estos volúmenes se resta a la unidad, así hallamos el volumen del agregado fino. A continuación, se detalla la fórmula para obtener el agregado fino en peso (kg).

CONTENIDO DE A.F = VOLUMEN A.F X PESO ESPECIFICO A.G

DECIMO, se efectúa la corrección por humedad de los agregados, con la siguiente fórmula:

$$A.F = \text{Peso seco} \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right) \qquad A.G = \text{Peso seco} \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

ONCEAVO, se calcula el aporte de agua a la mezcla.

$$A.F = \frac{(\%W - \%Abs) \times \text{Agregado seco}}{100} \qquad A.G = \frac{(\%W - \%Abs) \times \text{Agregado seco}}{100}$$

DOCEAVO, hallamos el agua efectiva que resultara de la resta de la cantidad de agua hallada anteriormente menos la suma del aporte de agua a la mezcla.

$$AGUA = CANTIDAD DE AGUA - \sum \text{APORTE DE AGUA A LA MEZCLA}$$

Por último, se obtiene las proporciones en peso de los materiales de acuerdo al diseño.

El *concreto* es el resultado de una combinación en cantidades apropiadas, de agregado grueso, cemento, agregado fino, agua y si la situación la demanda se usa aditivos, los cuales atraviesan por un estado de fraguado y posteriormente por el endurecimiento, con el transcurrir de los días se convierte en un sólido pétreo.¹²

¹² (CURBELO, 2015 pág. 19)

Denominado en otros países como hormigón, es un elemento que está compuesto por dos tipos: la primera que demuestra ser un insumo pastoso y moldeable, la segunda conformada por pedazos de rocas juntados en una pasta. Al final se componen con la adición de agua y a ello sumado el aglomerante más importante que es el cemento.¹³

Es una fusión en porcentajes establecidos de agua, cemento y no menos importante como son los agregados, también en ocasiones por el tema climatológico se incorporan los aditivos, conforman la mezcla plástica y trabajable, que con el transcurrir de los días se transforma en un sólido como una roca, es por ello que le dan el apelativo de roca artificial.¹⁴

Una alternativa para obtener un concreto de gran resistencia, es también el reemplazar cualquiera de sus elementos con algún material de similares características físicas o químicas, existiendo diversas investigaciones referidos al tema, como por ejemplo las descritas en los antecedentes.

Resistencia mecánica del concreto, en las distintas construcciones el concreto está expuesto a múltiples esfuerzos (compresión, flexión, tracción y otros), no resulta fácil elaborar todos los ensayos de control que analicen todos estos esfuerzos, por ello se ha hecho rutinario llevar a cabo la prueba de compresión, sobre las probetas estándar y deducir sobre el resultado obtenido, los datos de las demás características como son la resistencia a flexión y a tracción.¹⁵

Resistencia a la compresión (F_c), es el límite que llega a resistir un elemento antes de fracturarse, el concreto es un material diseñado y designado a soportar los esfuerzos a lo que es sometido como es el de compresión, y con ello se evalúa si es de la calidad requerida.¹⁶

La resistencia a la compresión es el soporte extremo alcanzado a la edad de 28 días en el prototipo del concreto. En muchas ocasiones se realiza las evaluaciones de resistencia a menores días transcurridos como un medio de control, un claro

¹³ (PORRERO, y otros, 2014 pág. 31)

¹⁴ (BECERRA, 2012 pág. 83)

¹⁵ (PORRERO, y otros, 2014 pág. 243)

¹⁶ (ORE, 2014 pág. 12)

ejemplo es el de realizar una rotura de probeta a los 7 días de edad, evidenciando alcanzar el 75% de la resistencia que logrará a los 28 días.¹⁷

El instituto nacional de la calidad nos brinda las normas técnicas peruanas en las cuales se encuentra la NTP 339.034 en la que nos da a conocer las normas establecidas para poder ejecutar de una manera propicia los ensayos de compresión. Cabe resaltar que esta nomenclatura de resistencia es la propiedad principal y más resaltante que se evalúa en el concreto, es un esfuerzo medido en Kg/cm². Para medir este esfuerzo se realiza ensayos mecánicos en probetas cilíndricas cuyo dimensionamiento de los cilindros es de 7.5cm de radio y deberá tener una altura de 30cm, su diseño deberá incluir que las maquinas sean operadas por energía y no manual, aplicando carga continua sin detenimiento. Este ensayo está sujeto de acuerdo y establecido en la norma ASTM C39, en la cual para calcular la fuerza de fractura a compresión deberá de realizarse la operación matemática de dividir el valor de la carga máxima ejercida de los ensayos entre la respectiva área que se calcula de la zona transversal todo esto bajo la recomendación de la norma NTP 339.034.

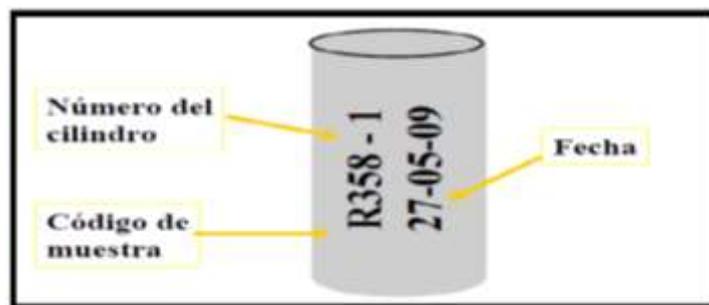


Figura 3. Identificación de probeta.

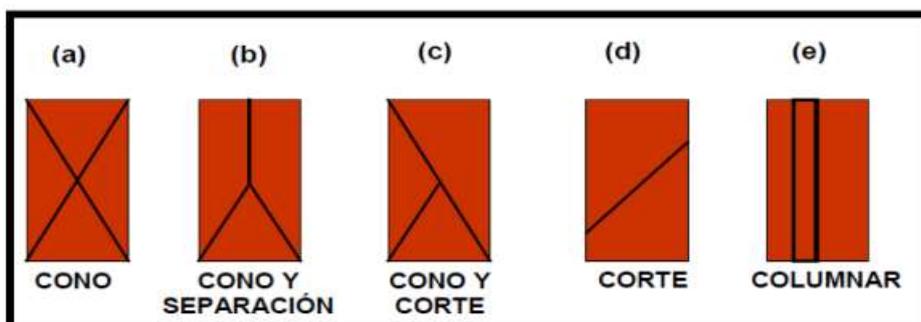


Figura 4. Tipo de rotura de probeta.

¹⁷ (BECERRA, 2012 pág. 89)

La *resistencia a flexión* es la manera más tradicional de poder hallar la flexión del concreto, en la cual se construye una viga modelo, la cual es colocada en una máquina y se ejerce una fuerza determinada en los dos tercios de la longitud que tiene, en determinados laboratorios se aplica el procedimiento de la viga tipo voladizo o también la simplemente apoyada en donde se ejerce la presión en la mitad.¹⁸

P= Carga máxima aplicada
 L= Distancia libre entre apoyos
 b= Ancho del espécimen
 d= Alto del espécimen

$$Mr = \frac{(PXL)}{bxd^2}$$

Resistencia a flexión o módulo de ruptura (Mr), es un factor muy considerado para la evaluación y disposición del diseño de un pavimento de material de concreto. [...] para poder realizar este tipo de ensayo en el pavimento es muy complejo en comparación con la prueba de compresión que se efectúa de forma simple y es sencillo de controlar en la construcción. Una sugerencia positiva es utilizar la correlación con el dato de esfuerzo de compresión, con la finalidad de simplificar y brindar veracidad en el trabajo.

$$Mr = a \times \sqrt{F'c}$$

El valor de “a” se ubica en el parámetro de 1.99 – 2.65 y el esfuerzo a compresión F’c se presenta en la unidad de Kg/cm2.

En los pavimentos el concreto tradicional que se emplea, presenta una masa que se encuentra entre el rango de 2200 y 2400 Kg/m3, este volumen de masa tiende a variar por los elementos que lo constituyen.¹⁹

Tabla 9. *Relación del concreto endurecido*

<u>a/c</u>	<u>f'c (kg/cm2)</u>	<u>Mr (kg/cm2)</u>	<u>Contenido de Cemento (Kg/m3)</u>
0.70	210	35	280
0.50	280	40	350
0.45	320	45	380
0.40	420	50	415

Fuente: Ing. Mario Becerra

¹⁸ (RIVERA, ca.2013 pág. 135)

¹⁹ (BECERRA, 2012 pág. 90)

En la norma técnica peruana (Norma NTP 339.079), la forma de elaborar la prueba radica en la realización de una viga para luego en los dos tercios de este elemento ejercer una carga hasta que ocurra la falla, para ello las vigas deben cumplir con las consideraciones y recomendaciones establecidas en la NTP 339.033, NTP 339.059 o NTP 339,183, tener en cuenta que sus superficies deben ser lisas libres de cangrejas.

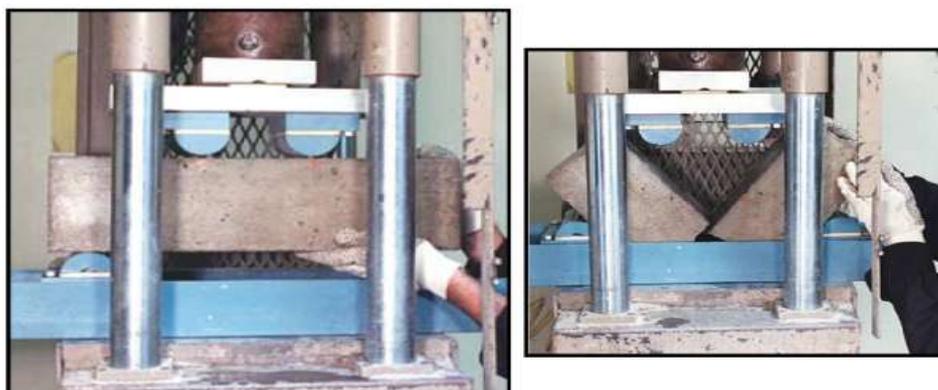


Figura 5. Ensayo de resistencia a flexión

Resistencia a tracción, en este tipo de resistencia el concreto exhibe una cifra pequeña, es por ello que los ingenieros no lo consideran en las construcciones simples. Donde resalta su trascendencia la tracción es cuando surgen agrietamientos en el concreto debido a la contracción que ocurre en el momento del secado o cuando decrece el grado de temperatura. Las dosificaciones fabricadas con agregado liviano, tienden a encogerse en mayor magnitud que el agregado normal, por ese motivo la resistencia a tracción es valorada en el diseño.²⁰

Este tipo de resistencia en los concretos se estudian por medio del ensayo a flexión como también por el ensayo de compresión diametral. Cuando se efectúa la comparación de los valores de los dos ensayos, confirman que existe una relación con la resistencia a compresión.²¹

La *resistencia a tracción indirecta* como su mismo nombre lo indica es desarrollado indirectamente haciendo el uso de probetas de forma cilíndrica, igual a lo que se utiliza en la compresión, solo lo diferencia que es colocada de forma horizontal.

²⁰ (RIVERA, ca.2013 pág. 131)

²¹ (PORTUGAL, 2007)

Este módulo de resistencia suele considerarse entre los rangos de 10% de la cifra de diseño a compresión.²²

Se indica que la resistencia viene a ser calculada a partir de la siguiente fórmula:

Donde:

P: carga máxima aplicada en kg

L: longitud del cilindro en cm

D: diámetro del cilindro en cm

Rt: Resistencia a la tracción del concreto en kg/cm²

$$R_t = \frac{2P}{\pi LD}$$

Esta resistencia de tracción es calculada por medio de pruebas que se efectúan indirectamente debido a la complejidad que es realizarla de forma directa y sacar las muestras, para la realización de los ensayos nos guiamos de la norma NTP 339.084 su objetivo es la de precisar indirectamente los esfuerzos que se originan a tracción del concreto endurecido por medio de la prueba de compresión diametral que se le suministra a las probetas normalizadas, su elaboración será conforme con la NTP 339.033.

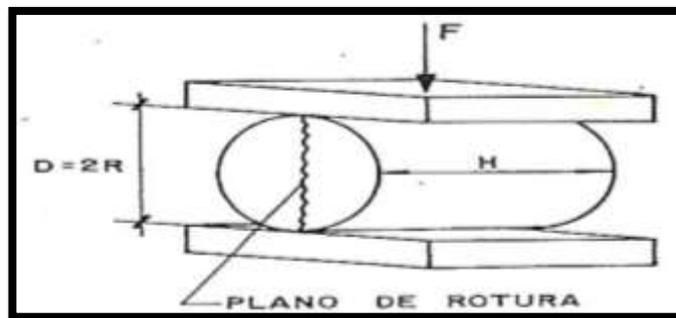


Figura 6. Ensayo de resistencia a tracción

²² (CRESPO, 2009 pág. 182)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación experimental es un conjunto de conocimientos que se somete a las leyes físicas y numéricas que conlleva a detallar minuciosamente los resultados que se obtienen. El realizar un trabajo experimental es con el fin de observar e inspeccionar cualquier cambio que resalte en la variable dependiente producido por la variable independiente. Por lo tanto, se justifica de esa manera la causa - efecto".²³

Diseño cuasi experimental [...] son diseños que implican tener un grado de validez interno menor, debido que presentan un desvío en las variables no reconocidas, evitando el uso de la elección de la muestra de una manera aleatoria.²⁴

Diseño de investigación es experimental, Teniendo en consideración lo mencionado y está dentro del grupo cuasi experimental en vista que los procedimientos que se realizara ya han sido ejecutados y no se realizaran al azar. Se efectuará la evaluación en la que se afirmará o negará la hipótesis planteada.

La investigación que se denomina aplicada, por lo que se trabaja bajo un sistema comunicativo y practico que recopilan información de los estudios básicos y brindan respuestas oportunas. El estudio tecnológico es también desarrollado de forma aplicada, por consiguiente, lo denominan que es una ciencia aplicada.²⁵

El tipo de investigación es aplicada porque se pretende analizar cómo influye en las propiedades de resistencia, las diferentes cifras porcentuales de incorporación de escoria de cobre en la dosificación de la mezcla de diseño.

²³ (BAWMAN, y otros, 2011 pág. 20)

²⁴ (SÁNCHEZ, y otros, 2018 pág. 51)

²⁵ (SÁNCHEZ, y otros, 2018 pág. 79)

Por lo tanto, es aplicada por que se realizara el respectivo diseño de mezcla, del cual se obtendrán las muestras para luego pasar por el ensayo de laboratorio y se obtendrá los resultados respecto a las resistencias.

Los tipos de investigación explicativos no solo realizan la descripción de definiciones o sucesos ocurridos, sino que también se encargan de esclarecer los motivos de los acontecimientos. Como la palabra lo indica, su importancia es detallar el porqué de un suceso y en que circunstancia se expresa o existe un vínculo entre las variables.²⁶

El nivel de investigación se determina que es explicativo por lo que se considera la aplicación de las variables para definir como altera la inclusión el residuo en la propiedad de resistencia y que cantidad adherida resulta ser el porcentaje propicio de adición en la dosificación de la mezcla.

De acuerdo a lo mencionado, la investigación es explicativo ya que se estudiará mediante experimentación, los cambios que ocasiona la escoria de cobre, constituyendo parte de la dosificación del concreto en los tipos de resistencia que se evaluarán.

Un tipo de investigación cuantitativa es el que contempla cifras y requiere métodos estadísticos para recopilar información la cual es trabajada minuciosamente, también aplica la técnica deductiva.²⁷

El **enfoque de la investigación** es cuantitativo por que se predice un resultado en la hipótesis, el cual será comprobado en las instalaciones del laboratorio y se obtendrá resultados numéricos en cuanto a la modificación que presenta el concreto al relacionar nuestras variables.

Por ello, se indica que la presente investigación se desarrolla con un enfoque cuantitativo por sostener correlación entre las variables donde se analizarán y recogerán los datos de los ensayos efectuados.

²⁶ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014 pág. 95)

²⁷ (SÁNCHEZ, y otros, 2018 pág. 80)

3.2 Variables y operacionalización

Se comprende como **variable** a la serie de características o rasgos que tiene el elemento que va ser estudiado en la investigación, el cual presenta diversos valores.²⁸

Variable dependiente, es la variable en donde sus resultados van a depender de cómo es aplicado la variable denominado independiente.

Variable independiente, se caracteriza por la manipulación y la detallada observación que le da el investigador, con el propósito de averiguar los cambios que atribuye a la otra variable.²⁹

Detalle las variables del proyecto presente:

Variable Independiente: Escoria de cobre

Variable Dependiente: Resistencia mecánica del concreto.

Operacionalización de variables se le denomina al procedimiento metodológico que se fundamenta en la descomposición de manera deductiva a las variables que son parte del problema de la investigación, se tiende a dividir las variables en dimensiones, indicadores, etc. Con ello se construye la matriz de metodología con los instrumentos que se llevara a cabo en la investigación.³⁰

3.3 Población, muestra y muestreo

Cuando queremos precisar el elemento de estudio, es indispensable dar inicio al reconocimiento de la **población** que formara parte del estudio, establecido por un total de componentes (personas, objetos, fenómenos, animales, etc.) que suele encontrarse dentro de la investigación.³¹

La investigación desarrollada contempla una población 60 probetas de material concreto para un diseño de $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ donde está incluido la mezcla base y los que tienen la incorporación de residuo de cobre.

²⁸ (NIÑO, 2011 pág. 59)

²⁹ (SÁNCHEZ, y otros, 2018 pág. 126)

³⁰ (DOMÍNGUEZ, 2015 pág. 55)

³¹ (NIÑO, 2011 pág. 55)

La muestra es un subconjunto que se encuentra dentro de la población. Son elementos que se localizan y están divididos por sus características y forman un total, el que es denominado población.³²

En el trabajo presente, la muestra estará constituida por 48 probetas de forma cilíndricas y 12 vigas de forma prismáticas, de los cuales 36 testigos pasarán por el ensayo de compresión en las edades establecidas de 7, 14 y 28 días transcurridos, en 12 vigas se efectuarán los ensayos de flexión y 12 probetas serán inducidas por el ensayo de tracción indirecta en el tiempo de 28 días.

El muestreo no probabilístico se fundamenta por el juicio del investigador, por lo que la cantidad de muestras no se proceden a elegir al azar, sino que son elegidos intencionalmente con un propósito de por medio sin consideración de normas.³³

En la investigación se ejecutará el tipo de muestreo no probabilístico, por el motivo que el acopio de datos se efectuará mediante pruebas de esfuerzos de resistencia en un concreto endurecido, con el propósito de captar los mejores resultados para ser aplicados en los pavimentos rígidos de la ciudad.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolectar datos, son modos empleados para reunir toda clase de evidencia para la investigación. Se puede recoger esta información de forma directa, haciendo entrevistas y mediante la observación, y de forma indirecta con el uso de cuestionario de preguntas, haciendo inventarios y los conocidos tests.³⁴

El método empleado para recolectar los datos en la presente investigación será la mencionada observación directa y los ensayos que se realizaran a las probetas de forma cilíndrica y prismáticas las cuales serán la mezcla normal y con la incorporación de escoria; y como instrumento se desarrollara los análisis de las fichas de datos que se mostraran de las pruebas aplicadas mediante el régimen de la norma técnica peruana.

³² (HERNÁNDEZ, y otros, 2014 pág. 175)

³³ (SÁNCHEZ, y otros, 2018 pág. 94)

³⁴ (SÁNCHEZ, y otros, 2018 pág. 120)

El instrumento es un recurso medible que es usado para reunir de forma ordenada la información necesaria con respecto a las variables.³⁵

Los instrumentos que formaran parte importante de la investigación son: las fichas para reunir datos, la balanza eléctrica para pesar las probetas y las maquinas que cuenten con certificación para realizar los ensayos.

La Validez que es como un nivel para poder medir una técnica con la mayor veracidad posible. Con ello nos referimos que el producto final que se obtiene al trabajar con los instrumentos, debe demostrar la evaluación de lo que se propuso evaluar.³⁶

Los métodos con el que se trabajara en la investigación para el diseño y los ensayos serán de acuerdo las normas técnicas peruanas y el método ACI 211, por lo mencionado no se ha de requerir con la validación de juicio por parte de los expertos, ni la valoración de confiabilidad por lo que estos procedimientos son considerados prototipos en el Perú y en el extranjero.

La Confiabilidad [...] se refiere a la eficacia que muestra el instrumento para evidenciar datos coherentes cuando se emplea por segunda oportunidad este resultado debe ser similar al primero.³⁷

En el presente trabajo se aplicará el método ACI comité 211, el cual es identificado como un proceso estándar en nuestro país como internacionalmente, además las pruebas que se efectuaran bajo la supervisión de los especialistas y ellos en su mayoría son profesionales de la carrera de ingeniería civil, también se solicitara los certificados de la calibración de los equipos que se utilizaran.

3.5 Procedimientos

El residuo de cobre se obtiene del proceso de fundición y la separación del cobre de otros elementos, el cual es depositado en la zona natural llamada Huanchan, lo cual será recogido por mi persona por un peso aproximado de 90 Kg. Este residuo sera trasladado al laboratorio, el cemento y agregado será adquirido del lugar

³⁵ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014 pág. 199)

³⁶ (SÁNCHEZ, y otros, 2018 pág. 124)

³⁷ (SÁNCHEZ, y otros, 2018 pág. 35)

donde se realizarán los ensayos. Como primer paso se optará por realizar el ensayo de granulometría tanto para los agregados como para la escoria, seguido se ejecutará el diseño de mezcla que se propuso que es un concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y la otra mezcla será añadiendo la escoria de cobre en porcentajes de 20, 30 y 40% en sustitución de la arena, se continuará con sacar las muestras respectivas en las probetas cilíndricas y prismáticas, luego de ello se procederá al curado de las probetas. Finalmente se evaluará al concreto endurecido sometiendo a los ensayos de compresión, flexión y tracción indirecta.

3.6 Método de análisis de datos

El análisis bien ejecutado apoyado en la interpretación, nos concede el camino de regreso al problema planteado, con ello dar la determinación de la respuesta conseguida con respecto al objetivo y así verificar la hipótesis, dándose un veredicto final para su validación o su invalidación.³⁸

Para poder efectuar el respectivo análisis de los resultados evidenciados en cuanto a la capacidad portante del concreto se procederá a formular cuadros y tablas en el programa Excel como también cuadros de estadística, para con ello comparar y describir los cambios que se presentan en el concreto; por consiguiente, dar una respuesta sobre la hipótesis planteada.

3.7 Aspectos éticos

Para la elaboración del proyecto, como estudiante y encontrándome en la última etapa de mi formación profesional en la carrera de Ingeniería Civil, he tomado en cuenta y he respetado los aportes que nos dan las normas, métodos, manuales, libros, tesis y técnicas, cumpliendo cabalmente con los aspectos éticos como son: respeto por la propiedad intelectual, honestidad, honradez, responsabilidad social y ambiental.

³⁸ (NIÑO, 2011 pág. 103)

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis

“Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $F'c=210$ Kg/cm² para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020”.

Acceso a la zona de trabajo

El lugar donde se desarrolló el proyecto se encuentra aproximadamente a 176km al este de la capital, está constituida en un punto de encuentro entre las zonas de costa sierra y selva. La carretera central está conformada de pavimento flexible y en un pequeño tramo de pavimento rígido, pero este en su mayoría es aplicado en las calles, avenidas, jirones, prolongaciones del lugar y gran parte de estos se encuentran sin pavimentar.

Ubicación Política

El sector en el cual se estableció el estudio se ubica en el Departamento de Junín, Provincia de Yauli, Distrito de La Oroya en el cual limita con los distritos mostrados a continuación:

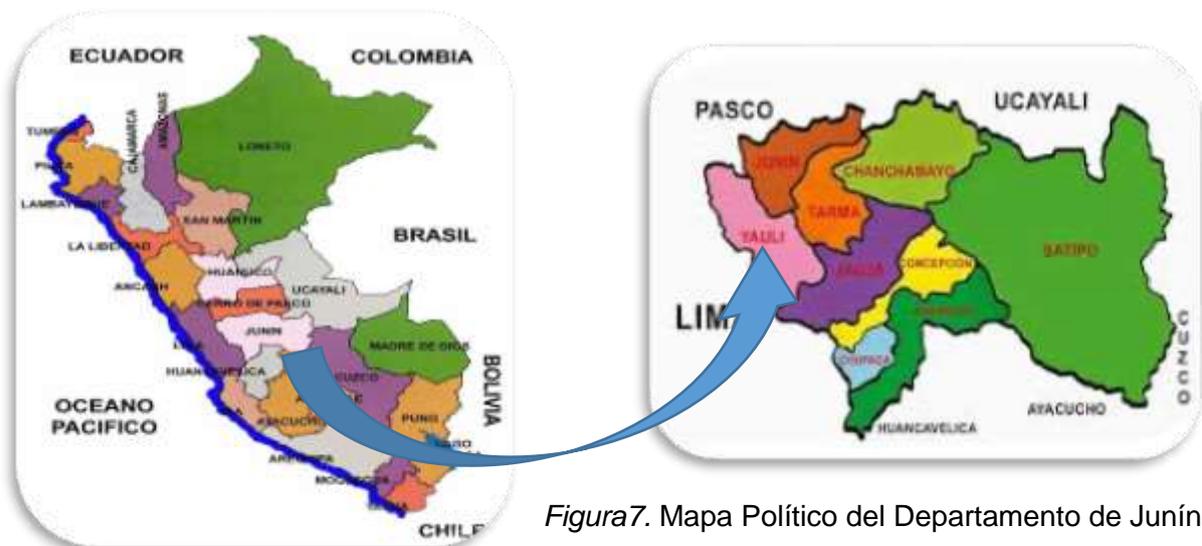


Figura7. Mapa Político del Departamento de Junín

Figura 8. Mapa Político del Perú



Figura 9. Empresa Doe Run Peru

Figura 10. Ubicación del distrito de La Oroya

Limita por el:

Norte: Con el distrito de Paccha.

Sur: Con el distrito de Huay Huay y Marcapomacocha.

Este: Con la provincia de Tarma.

Oeste: Con el distrito de Santa Rosa de Sacco y Morococha.

El presente lugar de estudio fue elegido con el principal fin de cooperar en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto para ser aplicados en la construcción de pavimentos rígidos en las diferentes calles de La Oroya, con ello también contribuir en la vida útil de estas estructuras, ya que la gran mayoría se encuentran visiblemente deterioradas debido al factor climático y al enorme tránsito de vehículos pesados, a la vez reducir el impacto ambiental al hacer uso de la escoria de cobre como parte de la dosificación del concreto.

Ubicación Geográfica

Está ubicado a 3750 msnm en la pendiente de los cerros de la Cordillera de los Andes, al margen del Río Mantaro, se encuentra en las coordenadas 11°32'0" S, 75°54'0" W y cuenta con una población aproximada de 21125 personas en la actualidad.



Figura 11. Distrito de La Oroya

Vias de Acceso

La Oroya constituye el punto de encuentro de 3 vías de comunicación del centro del país: una hacia la costa donde se dirige a Lima; otra hacia el sur dirigiéndose a Huancayo, Huancavelica, Ayacucho; y la tercera ruta hacia el norte por donde llegas a Junín, Pasco, Tarma, y hacia la selva del Valle de Chanchamayo, Tingo María hasta Pucallpa.

Clima

El distrito de La Oroya presenta un clima frígido y seco, la temperatura media anual es de 23 °, también tiende a descender a grados bajo cero en los meses de mayo a setiembre donde caen intensas heladas y la precipitación media anual es de 16mm, en los meses de diciembre a marzo es donde se aprecia mayor precipitación pluvial

Localidad para la compra de materiales

Con respecto a la procedencia de los materiales, los agregados y el cemento serán obtenidos cerca del lugar del laboratorio donde se efectuarán todos los ensayos,

para así reducir el costo de traslado, excepto la escoria de cobre que será recogida de la Ciudad de La Oroya en la zona de huanchan y trasladada al laboratorio.

Procedimiento

Se procedió a dirigirse a la zona donde se encuentra depositada la escoria de cobre en grandes cantidades, se recogió la muestra para luego ser trasladado al laboratorio, el cemento y los agregados fueron comprados en la ciudad donde se encuentra el laboratorio. Como siguiente paso se prosiguió a realizarse los ensayos físicos del agregado fino y grueso. Una vez obtenido los datos de los agregados se continuo con el diseño de mezcla patrón y las diferentes dosificaciones con la incorporación de la escoria de cobre en tres porcentajes diferentes. Por último se realizó los ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción alas probetas elaboradas y curadas en el laboratorio.

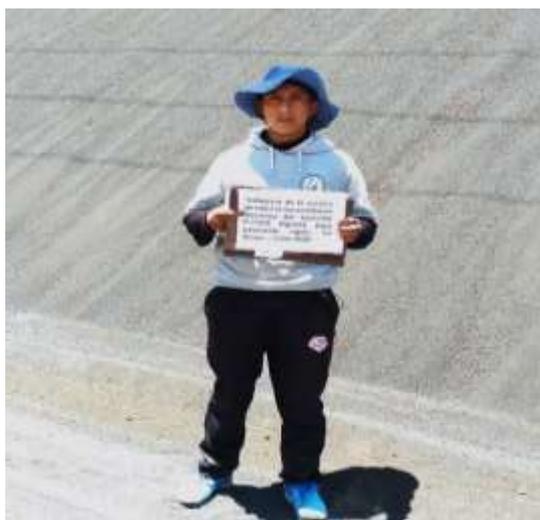


Figura 12. En el lugar de Huanchan, donde se encuentra almacenada la escoria de cobre.



Figura 13. Recogiendo la escoria de cobre.

Diseño de mezcla

Diseño de resistencia: $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Especificación de materiales:

Peso Específico del cemento : 3.12 gr/cm^3

Peso Específico del agua : 1000 Kg/m^3

Módulo slump: 4"

Tabla 10. *Ensayos físicos de los agregados.*

DESCRIPCION	AGREGADO FINIO	AGREGADO GRUESO
Perfil	1475	
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	1475	1489
Peso unitario compactado (Kg/m ³)	1789	1623
Peso específico (Kg/m ³)	2.64	2.67
Módulo de fineza	9.01	6.62
Tamaño máximo nominal		3/4"
Porcentaje de Absorción	1.5	1.2
Porcentaje de humedad	1.0	0.1

Fuente: Elaboración propia.

Proporción de materiales por m³.

Tabla 11. *Proporción de los materiales según diseño.*

Diseño de Mezcla	Cemento	Agua	Agregado fino	Agregado Grueso	Escoria
Mezcla patrón (210kg/cm ²)	370 kg/m ³ .	239 Lt/m ³	813 kg/m ³	885 kg/m ³	0 kg/m ³
Mezcla con adición del 20% de escoria de cobre	370 kg/m ³ .	239 Lt/m ³	651 kg/m ³	885 kg/m ³	209 kg/m ³
Mezcla con adición del 30% de escoria de cobre	370 kg/m ³ .	238 Lt/m ³	569 kg/m ³	885 kg/m ³	314 kg/m ³
Mezcla con adición del 40% de escoria de cobre	370 kg/m ³ .	238 Lt/m ³	488 kg/m ³	885 kg/m ³	418 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo del concreto sometido a compresión

Los ensayos sometidos a compresión se efectuaron bajo la NTP 339.034 y el ASTM C-39, en donde el procedimiento consiste en emplear una carga axial a la probeta desde la parte superior, hasta que la probeta presente señales de rotura, luego para hallar la resistencia a compresión se procede a dividir la máxima fuerza aplicada entre al área de la probeta. Para determinar la cantidad y dimensiones de las probetas, se tomó en consideración lo indicado por el Instituto Americano del Concreto (ACI), donde menciona que para una resistencia promedio debe ser de 2 probetas si la dimensión es de 6 por 12 pulgadas y si se realiza con probetas de 4 por 8 pulgas se efectuó la rotura de 3 probetas las cuales serán designadas a la misma edad para determinar el $f'c$ promedio. Es por ello que se ensayó con 3

probetas de dimensiones de 4 por 8 pulgadas para el concreto patrón y para las dosificaciones con incorporación de 20%, 30% y 40% de escoria de cobre , a las edades de 7,14 y 28 días.



Figura 14. Ensayo a la compresión del concreto patrón.



Figura 15. Ensayo a la compresión del concreto con 20% de escoria de cobre.

Ensayo a compresión de la mezcla patrón

Tabla 12. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de testigos a las edades de 7,14 y 28.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
TESTIGO		FECHA		EDAD	F'C
Nº	Descripción	Muestra	Rotura	Días	Kg/cm2
01	Patrón	06/10/2020	13/10/2020	7	169.60
02	Patrón	06/10/2020	13/10/2020	7	172.80
03	Patrón	06/10/2020	13/10/2020	7	167.50
04	Patrón	06/10/2020	20/10/2020	14	180.03
05	Patrón	06/10/2020	20/10/2020	14	182.80
06	Patrón	06/10/2020	20/10/2020	14	179.30
07	Patrón	06/10/2020	03/11/2020	28	210.90
08	Patrón	06/10/2020	03/11/2020	28	213.30
09	Patrón	06/10/2020	03/11/2020	28	214.60

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Promedio resistencia a la compresión de testigos a las edades de 7,14 y 28.

RESISTENCIA PROMEDIO			
EDAD / DIAS	7	14	28
F'C= kg/cm2	169.97	170.87	212.93

Fuente: Elaboración propia.

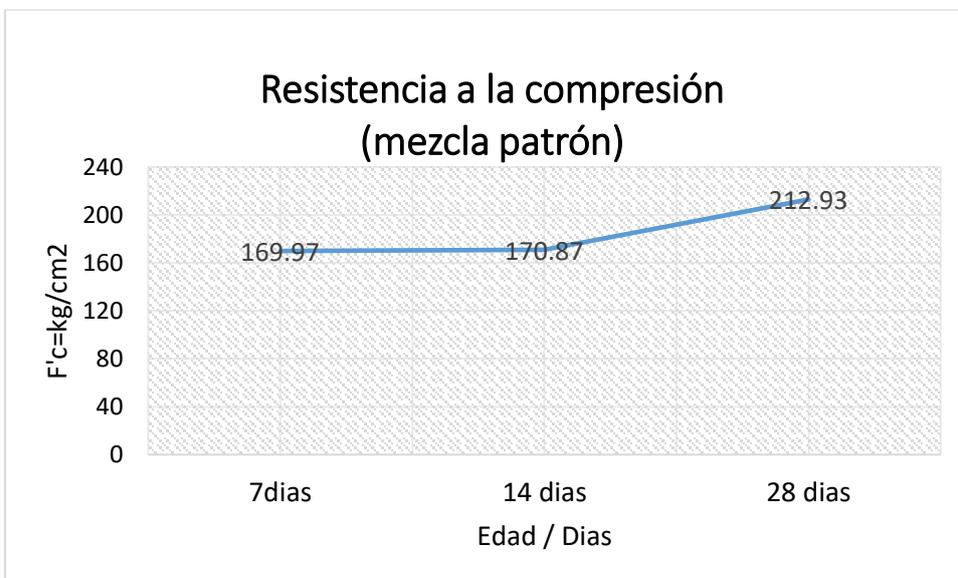


Grafico 1. Línea de evolución de la resistencia a la compresión del concreto patrón.

En el grafico 1 se puede observar que a la edad de 7 días el concreto patrón presenta una resistencia de 169.97 kg/cm², a la edad de 14 días aumenta un 0.5% resistiendo hasta los 170.87 kg/cm² y a la edad de 28 días llega hasta los 212.93 kg/cm² superando al diseño planteado.

Ensayo a compresión de la mezcla con adición de escoria de cobre al 20% en reemplazo del agregado fino.

Tabla 14. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de testigos con 20% de escoria de cobre a las edades de 7, 14 y 28.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
TESTIGO		FECHA		EDAD	F'C
Nº	Descripción	Muestra	Rotura	Días	Kg/cm2
01	Con adición de escoria de cobre (20%)	06/10/2020	13/10/2020	7	160.70
02	Con adición de escoria de cobre (20%)	06/10/2020	13/10/2020	7	192.60
03	Con adición de escoria de cobre (20%)	06/10/2020	13/10/2020	7	176.90
04	Con adición de escoria de cobre (20%)	06/10/2020	20/10/2020	14	187.30
05	Con adición de escoria de cobre (20%)	06/10/2020	20/10/2020	14	195.70
06	Con adición de escoria de cobre (20%)	06/10/2020	20/10/2020	14	205.00
07	Con adición de escoria de cobre (20%)	06/10/2020	03/11/2020	28	241.20
08	Con adición de escoria de cobre (20%)	06/10/2020	03/11/2020	28	232.30
09	Con adición de escoria de cobre (20%)	06/10/2020	03/11/2020	28	236.40

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Promedio resistencia a la compresión de testigos con 20% de escoria de cobre a las edades de 7, 14 y 28.

RESISTENCIA PROMEDIO			
EDAD / DIAS	7	14	28
F'C= kg/cm ²	176.73	196.00	236.63

Fuente: Elaboración propia.

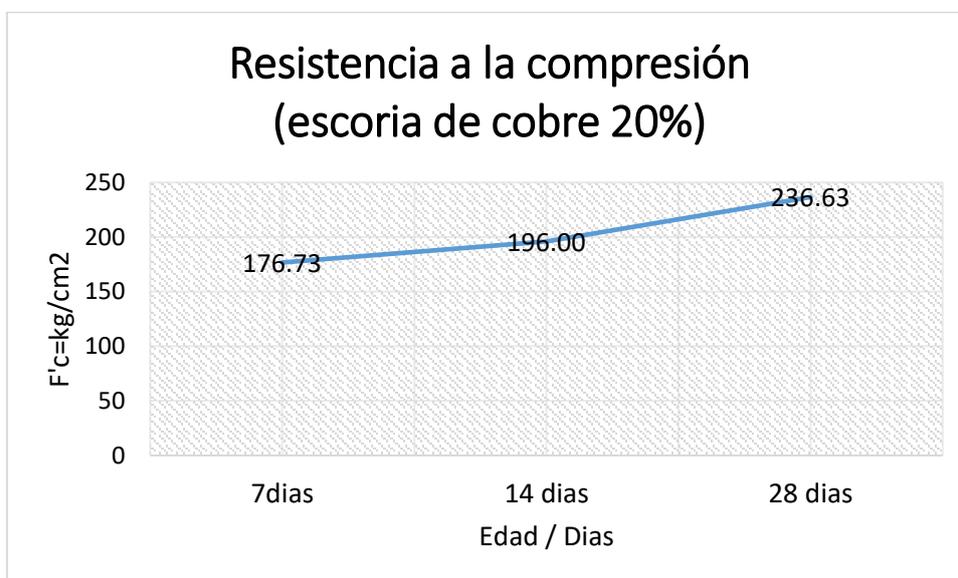


Gráfico 2. Línea de evolución de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de escoria de cobre en un 20%.

Del gráfico 2, se sostiene que la dosificación con 20% de escoria en reemplazo del agregado fino manifiesta a la edad de 7 días presenta una resistencia de 176.73 kg/cm², a los 14 días se incrementa a 196 kg/cm² y a los 28 días de curado alcanza 236.63 kg/cm² obteniendo un 33.89 % de diferencia con respecto al concreto curado a la edad de 7 días.

Ensayo a compresión de la mezcla con adición de escoria de cobre al 30% en reemplazo del agregado fino.

Tabla 16. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de testigos con 30% de escoria de cobre a las edades de 7, 14 y 28.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
TESTIGO		FECHA		EDAD	F'C
Nº	Descripción	Muestra	Rotura	Días	Kg/cm ²
01	Con adición de escoria de cobre (30%)	06/10/2020	13/10/2020	7	195.00
02	Con adición de escoria de cobre (30%)	06/10/2020	13/10/2020	7	185.00
03	Con adición de escoria de cobre (30%)	06/10/2020	13/10/2020	7	191.10

04	Con adición de escoria de cobre (30%)	06/10/2020	20/10/2020	14	247.10
05	Con adición de escoria de cobre (30%)	06/10/2020	20/10/2020	14	220.40
06	Con adición de escoria de cobre (30%)	06/10/2020	20/10/2020	14	216.50
07	Con adición de escoria de cobre (30%)	06/10/2020	03/11/2020	28	250.20
08	Con adición de escoria de cobre (30%)	06/10/2020	03/11/2020	28	251.20
09	Con adición de escoria de cobre (30%)	06/10/2020	03/11/2020	28	254.80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Promedio resistencia a la compresión de testigos con 30% de escoria de cobre a las edades de 7, 14 y 28.

RESISTENCIA PROMEDIO			
EDAD / DIAS	7	14	28
F'C= kg/cm ²	190.37	228.00	252.07

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo a compresión de la mezcla con adición de escoria de cobre al 40% en reemplazo del agregado fino.

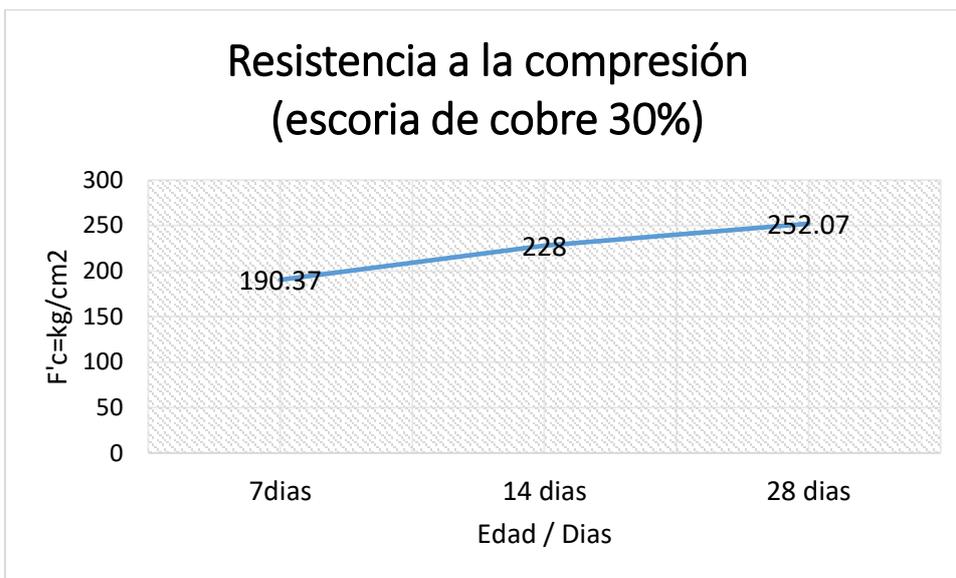


Gráfico 3. Línea de evolución de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de escoria de cobre en un 30%.

En cuanto al gráfico 3, podemos constatar que la resistencia de la rotura de probetas a los 7 días es 190.37 kg/cm², el promedio de resistencia de las probetas fracturadas a los 14 días es de 228 kg/cm² y a la edad de 28 días alcanza su mayor resistencia con 252.07 kg/cm².

Tabla 18. Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de testigos con 40% de escoria de cobre a las edades de 7, 14 y 28.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
TESTIGO		FECHA		EDAD	F'C
Nº	Descripción	Muestra	Rotura	Días	Kg/cm2
01	Con adición de escoria de cobre (40%)	06/10/2020	13/10/2020	7	175.10
02	Con adición de escoria de cobre (40%)	06/10/2020	13/10/2020	7	180.00
03	Con adición de escoria de cobre (40%)	06/10/2020	13/10/2020	7	178.00
04	Con adición de escoria de cobre (40%)	06/10/2020	20/10/2020	14	185.60
05	Con adición de escoria de cobre (40%)	06/10/2020	20/10/2020	14	176.00
06	Con adición de escoria de cobre (40%)	06/10/2020	20/10/2020	14	188.20
07	Con adición de escoria de cobre (40%)	06/10/2020	03/11/2020	28	217.10
08	Con adición de escoria de cobre (40%)	06/10/2020	03/11/2020	28	221.20
09	Con adición de escoria de cobre (40%)	06/10/2020	03/11/2020	28	223.40

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Promedio resistencia a la compresión de testigos con 40% de escoria de cobre a las edades de 7, 14 y 28.

RESISTENCIA PROMEDIO			
EDAD / DIAS	7	14	28
F'C= kg/cm2	177.70	183.27	220.57

Fuente: Elaboración propia.

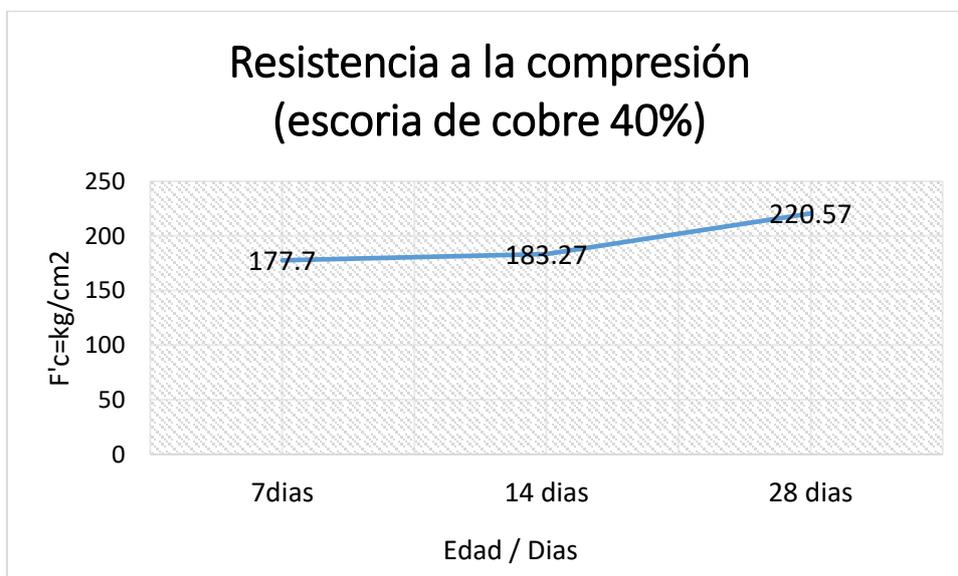


Gráfico 4. Línea de evolución de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de escoria de cobre en un 40%.

Los resultados de la evolución de resistencia a la compresión visualizadas en el grafico 4, señalan que al transcurrir 7 días el concreto con 40% de escoria de cobre ofrece 177.7 kg/cm² de resistencia, a la edad de 7 días se contempla 183.27 kg/cm² y con 28 días de edad incrementa su resistencia hasta los 2020.57 kg/cm².

Comparación de la resistencia a la compresión

Agregar fotos

Tabla 20. Comparación de f_c de compresión entre el diseño patrón y los diseños con diferentes porcentajes de adición de escoria de cobre.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
EDAD / DIAS	7	14	28	PORCENTAJE
Concreto patrón ($F'C=$ kg/cm ²)	169.97	170.87	212.93	100%
Concreto con adición de escoria de cobre 20% ($F'C=$ kg/cm ²)	176.73	196.00	236.63	111.13%
Concreto con adición de escoria de cobre 30% ($F'C=$ kg/cm ²)	190.37	228.00	252.07	118.38%
Concreto con adición de escoria de cobre 40% ($F'C=$ kg/cm ²)	177.70	183.27	220.57	103.59%

Fuente: Elaboración propia.

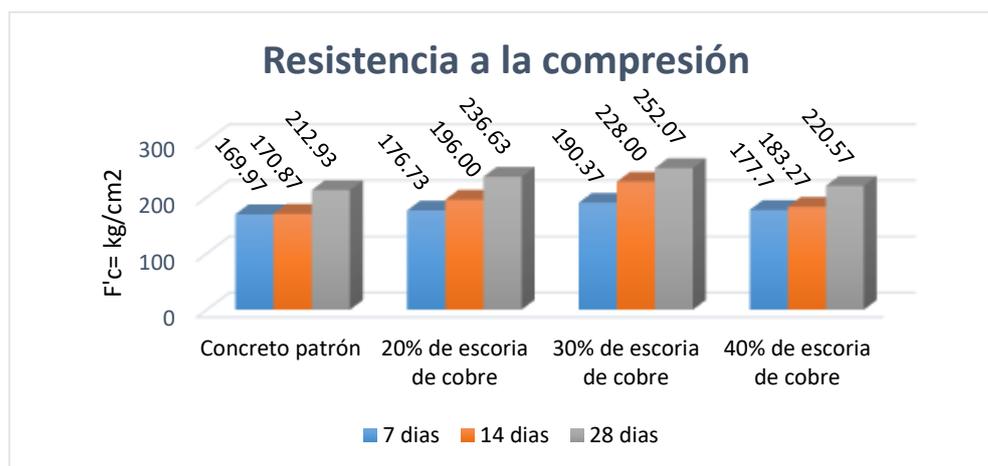


Grafico 5. Resultados de resistencia de compresión del diseño de mezcla patrón y los diseños con adición de escoria de cobre.

Analizando el grafico 1 en donde apreciamos los resultados de las probetas sometidas a compresión, que a la edad de 28 días el concreto patrón obtiene 212.93 kg/cm² logrando ubicarse en un rango permisible de la resistencia de diseño (210kg/cm²), la resistencia obtenida con la adición de escoria de cobre en 20% es de 236.63 kg/cm² superando ligeramente a la mezcla patrón en un 11.13%, el diseño con 30% de adición de escoria obtuvo una resistencia de 252.07 kg/cm², resultando ser este el óptimo con un incremento de 18.38% en referencia de la mezcla convencional y en cuanto al diseño con 40% de escoria de cobre se obtuvo

un valor de resistencia de 220.57 kg/cm² con un porcentaje de aumento de 3.59% a diferencia del diseño convencional , demostrando con ello que al dosificar con mayor porcentaje de escoria en reemplazo del agregado fino la resistencia va disminuyendo progresivamente. Cabe mencionar que la escoria influye de manera positiva a la resistencia de compresión en los 3 porcentajes agregados en la presente investigación.

Ensayo del concreto sometido a flexión:

Los ensayos sometidos a flexión se desarrollaron en base a la NTP 339.079 y al ASTM C-78, para lo cual es indispensable elaborar vigas de concreto que posteriormente se le aplicara una carga a los dos tercios de la luz hasta que se produzca la fractura, se recomienda que las superficies de las vigas deben ser lisas, libres de fracturas. Para hallar el módulo de rotura se procede a la operación matemática de multiplicar la carga máxima aplicada por la luz libre que existe entre los apoyos a todo esto dividirle la multiplicación del ancho de la viga por el alto de la viga al cuadrado.



Figura 16. Ensayo a la flexión de la viga con adición del 30% de escoria de cobre.



Figura 17. Rotura de la viga sometida al ensayo a flexión.

Ensayo a la flexión de la mezcla patrón

Tabla 21. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión a la edad de 28 días.

ENSAYO A LA FLEXIÓN									
TESTIGO					FECHA		EDAD	CARGA	MODULO DE ROTURA
Nº	DESCRIPCIÓN	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	ALTURA DE VIGA (cm)	ANCHO DE VIGA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm2
1	Patrón	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2640.1	35
2	Patrón	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2585.6	34
3	Patrón	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2645.8	35
Módulo de rotura Promedio									34.67

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo a la flexión de la mezcla con adición de 20% de escoria en reemplazo del agregado fino.

Tabla 22. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión con 20% de escoria de cobre a la edad de 28 días.

ENSAYO A LA FLEXIÓN									
TESTIGO					FECHA		EDAD	CARGA	MODULO DE ROTURA
Nº	DESCRIPCIÓN	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	ALTURA DE VIGA (cm)	ANCHO DE VIGA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm2
1	Con adición de escoria de cobre (20%)	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2811.8	37
2	Con adición de escoria de cobre (20%)	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2761.5	37
3	Con adición de escoria de cobre (20%)	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2818.4	38
Módulo de rotura Promedio									37.33

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo a la flexión de la mezcla con adición de 30% de escoria en reemplazo del agregado fino.

Tabla 23. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión con 30% de escoria de cobre a la edad de 28 días.

ENSAYO A LA FLEXIÓN									
TESTIGO					FECHA		EDAD	CARGA	MODULO DE ROTURA
Nº	DESCRIPCIÓN	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	ALTURA DE VIGA (cm)	ANCHO DE VIGA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm2
1	Con adición de escoria de cobre (30%)	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2876.3	38
2	Con adición de escoria de cobre (30%)	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2986.8	40
3	Con adición de escoria de cobre (30%)	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2912.5	39
Módulo de rotura Promedio									39.00

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo a la flexión de la mezcla con adición de 40% de escoria en reemplazo del agregado fino.

Tabla 24. Resultado de ensayo de resistencia a la flexión con 40% de escoria de cobre a la edad de 28 días.

ENSAYO A LA FLEXIÓN									
TESTIGO					FECHA		EDAD	CARGA	MODULO DE ROTURA
Nº	DESCRIPCIÓN	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	ALTURA DE VIGA (cm)	ANCHO DE VIGA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm2
1	Con adición de escoria de cobre (40%)	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2595.9	35
2	Con adición de escoria de cobre (40%)	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2494.8	33
3	Con adición de escoria de cobre (40%)	45	15	15	06/10/2020	03/11/2020	28	2454.7	33
Módulo de rotura Promedio									33.67

Fuente: Elaboración propia.

Comparación de la resistencia a la flexión

Tabla 25. Comparación del módulo de rotura (M_r) entre el diseño patrón y los diseños con diferentes porcentajes de adición de escoria de cobre.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
EDAD / DIAS	28	PORCENTAJE
Concreto patrón ($M_r = \text{kg/cm}^2$)	34.67	100%
Concreto con adición de escoria de cobre 20% ($M_r = \text{kg/cm}^2$)	37.33	107.67%
Concreto con adición de escoria de cobre 30% ($M_r = \text{kg/cm}^2$)	39.00	112.49%
Concreto con adición de escoria de cobre 40% ($M_r = \text{kg/cm}^2$)	33.67	97.11%

Fuente: Elaboración propia.

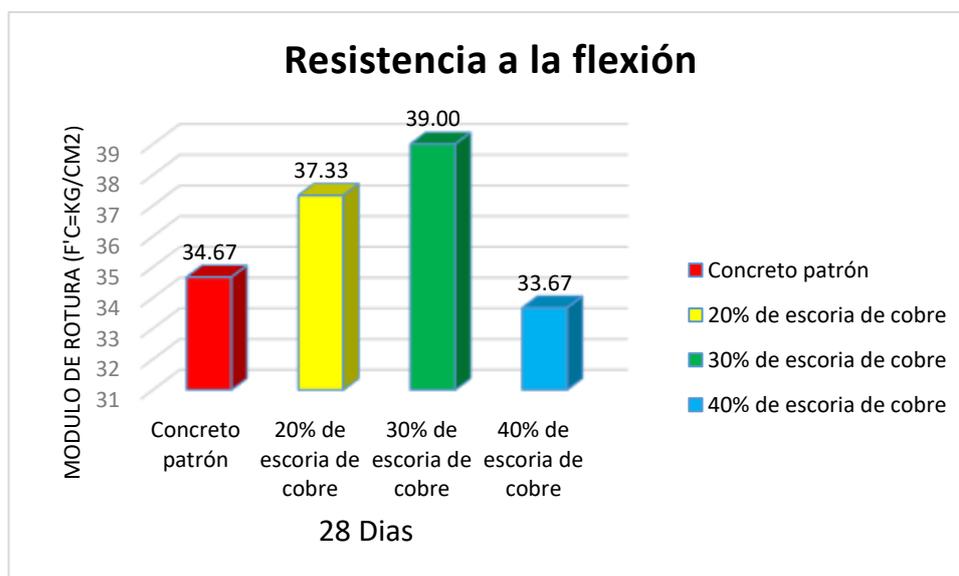


Grafico 6. Resultados de resistencia de flexión del diseño de mezcla patrón y los diseños con adición de escoria de cobre.

Realizando el análisis de los resultados de resistencia a la flexión mostrados en el grafico 2, se verifica que el concreto patrón a la edad de los 28 días adquiere un módulo de rotura de 34.67 kg/cm², el cual es levemente menor al planteado en la matriz de consistencia, a diferencia de dos diseños con incorporación de escoria de cobre mostrando los siguientes valores como es el caso con el 20% de adición que soporto una resistencia de 37.33 kg/cm² el cual supero en 7.67% al diseño patrón, el diseño con el 30% de incorporación de escoria mostro una resistencia de 39 kg/cm², demostrando una diferencia en 12.49% a la resistencia del diseño convencional, por último el la dosificación con el 40% de escoria presento una disminución en cuanto al módulo de rotura que se obtuvo 33.67 kg/cm² con un porcentaje de -2.89% debajo de la resistencia evidenciada del diseño patrón.

Ensayo del concretos sometido a tracción:

Los ensayos sometidos a la tracción se ejecutaron bajo la normativa NTP339.084 Y el ASTM C-496, para lo cual esta resistencia se determina por la compresión diametral de las probetas cilíndricas hasta presentar la falla. Para obtener el cálculo de dicha resistencia se realiza la operación de multiplicar por 2 la carga máxima aplicada a este se divide entre la multiplicación de π por la longitud y por el diámetro de la probeta.



Figura 18. Ensayo de la resistencia a tracción del concreto patrón.



Figura 19. Ensayo de la resistencia a tracción del concreto con adición de 30% de escoria de cobre.

Ensayo a la tracción de la mezcla patrón

Tabla 26. Resultado de ensayo de resistencia a la tracción de testigos a la edad de 28 días.

ENSAYO A LA TRACCIÓN								
TESTIGO				FECHA		EDAD	CARGA	ESFUERZO A TRACCIÓN
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm ²
1	Patrón	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	9635.8	30.7
2	Patrón	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	9368.4	29.8
3	Patrón	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	9871.3	31.4
Esfuerzo a tracción promedio								30.63

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo a la tracción de la mezcla con adición de 20% de escoria en reemplazo del agregado fino.

Tabla 27. Resultado de ensayo de resistencia a la tracción de testigos con 20% de escoria de cobre a la edad de 28 días.

ENSAYO A LA TRACCIÓN								
TESTIGO				FECHA		EDAD	CARGA	ESFUERZO A TRACCIÓN
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm2
1	Con adición de escoria de cobre (20%)	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	9935.5	31.6
2	Con adición de escoria de cobre (20%)	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	9727.7	31.0
3	Con adición de escoria de cobre (20%)	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	10289.5	32.8
Esfuerzo a tracción promedio								31.80

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo a la tracción de la mezcla con adición de 30% de escoria en reemplazo del agregado fino.

Tabla 28. Resultado de ensayo de resistencia a la tracción de testigos con 30% de escoria de cobre a la edad de 28 días.

ENSAYO A LA TRACCIÓN								
TESTIGO				FECHA		EDAD	CARGA	ESFUERZO A TRACCIÓN
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm2
1	Con adición de escoria de cobre (30%)	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	10519.7	33.5
2	Con adición de escoria de cobre (30%)	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	10160.3	32.3
3	Con adición de escoria de cobre (30%)	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	10265.5	32.7
Esfuerzo a tracción promedio								32.83

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo a la tracción de la mezcla con adición de 40% de escoria en reemplazo del agregado fino.

Tabla 29. Resultado de ensayo de resistencia a la tracción de testigos con 40% de escoria de cobre a la edad de 28 días.

ENSAYO A LA TRACCIÓN								
TESTIGO				FECHA		EDAD	CARGA	ESFUERZO A TRACCIÓN
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm ²
1	Con adición de escoria de cobre (40%)	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	8682.4	27.6
2	Con adición de escoria de cobre (40%)	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	8512.5	27.1
3	Con adición de escoria de cobre (40%)	10	20	06/10/2020	03/11/2020	28	8315.1	26.5
Esfuerzo a tracción promedio								27.07

Fuente: Elaboración propia.

Comparación de la resistencia a la tracción

Tabla 30. Comparación de f'_c de tracción entre el diseño patrón y los diseños con diferentes porcentajes de adición de escoria de cobre.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		
EDAD / DIAS	28	PORCENTAJE
Concreto patrón ($F'_C = \text{kg/cm}^2$)	30.63	100.00%
Concreto con adición de escoria de cobre 20% ($F'_C = \text{kg/cm}^2$)	31.80	103.82%
Concreto con adición de escoria de cobre 30% ($F'_C = \text{kg/cm}^2$)	32.83	107.18%
Concreto con adición de escoria de cobre 40% ($F'_C = \text{kg/cm}^2$)	27.07	88.37%

Fuente: Elaboración propia.



Grafico 7. Resultados de resistencia de flexión del diseño de mezcla patrón y los diseños con adición de escoria de cobre.

Realizando la comparación de los resultados de la resistencia a la tracción en la figura 3, se detalla que la resistencia obtenida por el concreto patrón a la edad de 28 días es de 30.63 kg/cm² el cual presenta una mayor resistencia a la planteada en la matriz de consistencia con un porcentaje de 45.86%. Asimismo, los resultados de las probetas con incorporación de escoria de cobre en porcentajes de 20%, 30% y 40%, en el primer caso logra conseguir una resistencia de 32.83 kg/cm² de 3.82% en referencia de la resistencia del diseño patrón, en el segundo caso se obtuvo un valor de 32.83 kg/cm² siendo superior al resto con un 7.18% mayor y en el tercer caso la resistencia obtenida es de 27.07 kg/cm² presentando una reducción en 11.63% respecto a la resistencia definida como patrón. Cabe mencionar que en los tres casos superaron la resistencia planteada en la investigación, siendo el porcentaje óptimo de incorporación de escoria de cobre en 30% para la dosificación.

V. DISCUSION

Según Cuba y Humpire (2019) en su investigación en la cual utilizaron dos tipos de cementos (yura y wari) con un diseño de concreto 210 kg/cm² y a ello sumado la incorporación de la escoria de cobre, obtuvieron como resultados en cuanto al **ensayo a compresión** a la edad de 28 días los valores que serán descritos en el orden mencionado de los cementos; el concreto patrón dio como resultado de 359 kg/cm² y 483 kg/cm², sobrepasando en el porcentaje de 70.95% y 130% al concreto de diseño planteado, en cuanto a la adición de escoria en un 10% se alcanzó valores de resistencia como 386 kg/cm² y 494 kg/cm², con el 20% de escoria se adquirió 410 kg/cm² y 510 kg/cm² de resistencia, incluyendo un 30% se obtuvo datos de 449 kg/cm² y 541 kg/cm² respectivamente y por ultimo ala incorporar un 40% de esta escoria se aprecia una leve disminución en la resistencia obteniendo 432 kg/cm² y 521 kg/cm². Los resultados evidencian que la incorporación de este residuo influye de manera positiva en la resistencia a compresión ya que se obtiene valores muy elevados, siendo el porcentaje excelente el 30% y a partir de ello disminuye la resistencia, siendo el cemento wari el que atribuye mayor resistencia.

De la investigación de Cuba y Humpire se puede verificar que los resultados del concreto patrón y las dosificaciones evaluadas tienden a superar en gran magnitud la resistencia de diseño y a la resistencia obtenida de la mezcla patrón, comprobando con ello que la escoria de cobre contribuye en la mejora de la resistencia. En cuanto a los resultados obtenidos en la presente investigación se evidencio que la resistencia a la compresión de la probeta de concreto patrón presento 212.93 kg/cm² y las mezclas con adición de escoria de cobre con porcentajes de 20%, 30% y 40% adquirieron una resistencia de 236.63 kg/cm², 252.07 kg/cm² y 220.57 kg/cm² respectivamente. En cuanto a los resultados obtenidos de los autores, hago mención que estoy de acuerdo en que el porcentaje óptimo de incorporación de esta escoria es el 30% alcanzando un valor elevado de resistencia.

Por otra parte, Chavarry y otros (2020) en el desarrollo de su estudio evidenciaron como resultado del concreto patrón la resistencia a la compresión de 298 kg/cm², en el diseño con 15% de escoria de cobre presentó 347.30 kg/cm², con la adición del 30% de dicha escoria obtuvieron 387.60 kg/cm², con respecto a la incorporación de 50% de escoria se produjo una disminución de resistencia mostrando 376.70 kg/cm², contemplando 80% de reemplazo del agregado fino por este residuo continuo descendiendo la resistencia a 314.80 kg/cm² y al reemplazarlo en su totalidad que es un 100% de uso de escoria se prolonga la reducción de resistencia a compresión hasta alcanzar 291.30 kg/cm². En referencia a los resultados determinan que la dosificación del hormigón con la inclusión de escoria de cobre en la cantidad de 30% resulta ser la mejor opción para utilizar este residuo, ya que al introducir a la mezcla mayores porcentajes tiene a disminuir progresivamente. Con respecto a la investigación descrita líneas arriba se hace mención que coincide con los autores, que al hacer uso de este residuo presenta un beneficio provechoso para las diferentes estructuras de concreto por lo que influye de una manera positiva incrementando la resistencia a compresión de la mezcla de diseño.

Para Cuba y Humpire (2019) al realizar el análisis comparativo de las propiedades del concreto utilizando dos tipos de cementos yura y wari obtuvieron como resultados aplicando escoria de cobre en porcentajes de 20% y 40%, en primera instancia sometieron el concreto patrón a los **ensayos de flexión**, dando un valor promedio de módulo de rotura de 36.67 kg/cm² y 33 kg/cm² en referencia a la ubicación de los cementos mencionados, haciendo la mezcla con el 20% de escoria las vigas sometidas al esfuerzo de flexión tuvieron una resistencia promedio de 42 kg/cm² y 38.67 kg/cm² los cuales demuestran un aumento considerable de soporte y la última prueba que realizaron respecto al ensayo a flexión fue con el 40% de escoria de cobre en donde verifican que la resistencia decae con valores de 41.67 kg/cm² y 36 kg/cm². Determinaron que añadir el 20% de escoria es el más propicio para su resistencia a flexión debido a que la adición contigua realizada presentó numéricamente una reducción de resistencia.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que el módulo de rotura para el concreto de diseño, resultó ser de 34.67 kg/cm² y con relación a las dosificaciones con incorporación de escoria de cobre en 20%, 30% y 40% en

reemplazo del agregado fino, obtuvieron módulos de rotura de 37.33 kg/cm², 39 kg/cm² y 33.67 kg/cm² demostrando que el porcentaje propicio es el de 30% de escoria. Por consiguiente, existe cierta discrepancia ya que para Cuba y Humpire el porcentaje optimo es el 20%, cabe mencionar que ellos no evaluaron el concreto con la adición del 30%, sino hicieron un salto de porcentual del 20 al 40% con el que dejaron una brecha significativa con el que podrían determinar con mayor precisión hasta que porcentaje llega a incrementar su resistencia la mezcla con escoria de cobre.

Según Chavarry, y otros (2020), dentro de sus resultados de laboratorio en donde contemplan los **ensayos de tracción** exponen que las roturas de probetas fabricadas con el concreto patrón otorgan una resistencia promedio de 23.83 kg/cm², realizando la inclusión del 15% de escoria de cobre tiende a mejorar con 27.83 kg/cm² de soporte, al aumentar el porcentaje de aplicación de escoria en 30% se incrementa en 32.47 kg/cm² de soporte a la tracción, continuando con el estudio elevando la adición en 50% en donde reemplazando el agregado fino a la mitad de su proporción obtienen que la resistencia a tracción desciende sutilmente a 30.13 kg/cm², incrementando la proporción de escoria a 80% mantiene la constante de disminuir en donde se aprecia 25.27 kg/cm², al realizar la adición en un 100% de escoria, la resistencia a tracción prosigue aminorando revelando el valor de 24.60 kg/cm².

Del estudio realizado de la resistencia a la tracción se obtuvo resultados como es el del concreto convencional de 30.63 kg/cm², al incorporar el 20% de escoria el soporte aumento en 3.82% con un 31.80 kg/cm², realizando la adición de 30% de escoria, llego a su nivel máximo de soporte con 32.83 kg/cm² y al adicionar 40% de escoria inicio con el deceso de resistencia en 11.63% mostrando un valor de 27.07 kg/cm², con ello se corrobora que agregando un 30% de escoria de cobre podemos mejorar la propiedad de resistencia a la tracción del concreto endurecido. De los aportes de Chavarry y otros en comparación con mis resultados podemos determinar que existe coincidencia en afirmar que con el 30% de reemplazo de escoria de cobre en referencia al agregado fino obtenemos la mayor resistencia a la tracción y al aumentar el porcentaje de adición tiende a disminuir de manera progresiva su resistencia.

Por otro lado para Cuba y Humpire (2019) nos muestran los valores obtenidos a la edad de 28 días de sus ensayos de resistencia a la tracción al concreto endurecido con dos tipos de cementos yura y wari, en el cual de acuerdo a los datos brindados por el laboratorio señalan que la resistencia a tracción del concreto convencional muestra el valor de 24 kg/cm² y 30 kg/cm² respecto al orden señalado de los cementos, al incluir 10% de escoria en la mezcla eleva su resistencia a 26 kg/cm² y 33 kg/cm², introduciendo 20% de escoria el soporte a la fuerza a tracción aumenta levemente a 28 kg/cm² por otro lado resistencia con el cemento tipo wari tiende a mantenerse sin ejercer ningún tipo cambio, con el 30% de reemplazo la mezcla efectuada con el cemento yura muestra su elevación en 4 kg/cm² por encima del anterior y con el cemento wari surge un gran cambio de forma positiva a una gran magnitud presentando una capacidad de resistencia a la tracción de 41 kg/cm² y por ultimo realiza la incorporación de 40% de la escoria obteniendo con ello debilitamiento con el que evidencia 30 kg/cm² y 38kg/cm² respectivamente de soporte al esfuerzo solicitado. En consecuencia, evidencian que haciendo uso del cemento wari e incorporando la escoria de cobre al 30% obtienen la mejor dosificación para este tipo de resistencia.

Cabe resaltar que al igual que la investigación previamente mencionada en discusión, concuerdo con los resultados obtenidos, los cuales hacen referencia que la incorporación de la escoria de cobre al 30% en la dosificación del concreto, atribuye mayor valor de resistencia a la tracción, demostrando que este residuo al ser adherido en la proporción correcta influye de manera positiva.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que la escoria de cobre influye de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto como son: la resistencia a compresión, flexión y tracción, los cuales son avalados por los ensayos realizados al concreto endurecido, en donde todos los porcentajes utilizados en la investigación lograron superar en resistencia al concreto patrón, resultando ser el 30% de adición de la escoria de cobre en reemplazo del agregado fino el porcentaje que ofrece mayor resistencia a cada una de las propiedades planteadas y con ello se demuestra que puede ser utilizado como parte importante de la mezcla del concreto.

Para la resistencia a la compresión de acuerdo a los resultados de laboratorio se determina que el porcentaje óptimo de adición de escoria de cobre es el 30% con el que se obtuvo 252.07 kg/cm² superando en 18.38% de resistencia a la mezcla convencional que fue de 212.93 kg/cm², por consiguiente, es de indicar que la escoria de cobre atribuye una mayor resistencia al concreto.

De acuerdo a las pruebas de resistencia a la flexión de laboratorio analizadas en la presente investigación, se puede concluir que la escoria de cobre incide positivamente en la propiedad de flexión, lo cual es comprobado del resultado obtenido de la mezcla patrón que presento su módulo de rotura de 34.67 kg/cm² a diferencia de la mezcla con 30% de escoria de cobre que evidencio ser el porcentaje de inclusión inmejorable con un módulo de rotura de 39 kg/cm² incrementando un 12.49 % en su resistencia.

Conforme a los resultados de los ensayos de resistencia a tracción realizados se pudo constatar que incorporar la escoria de cobre al diseño de mezcla influye positivamente, en resumen, la dosificación con 30% de escoria de cobre se consideró la proporción excelente mostrando un valor de resistencia de 32.83 kg/cm² alcanzando un 7.18 % de diferencia con la mezcla convencional que obtuvo una resistencia de 30.63 kg/cm² y a la vez supero ampliamente a la resistencia planteada en la matriz de consistencia.

VII. RECOMENDACIONES

Es recomendable que se investigue la incidencia de la escoria de cobre con porcentajes más pequeños entre el rango de 30% y 40% ya que en la gran mayoría de los antecedentes y en base a los resultados obtenidos de la investigación se observó que la resistencia tiende a decaer entre los rangos mencionados.

Se sugiere que en el futuro se continúe con las investigaciones de este residuo para así poder darle usos factibles, evitar el impacto ambiental negativo que esta genera al ser almacenado en tierras naturales y contribuir con el desarrollo de nuestra ciudad de la oroya.

Se recomienda que se evalúe en otras aplicaciones que pudiese tener esta escoria de cobre, y que con ello se pueda brindar un mayor valor a lo propuesto por el presente trabajo.

Se recomienda estudiar que influencia presenta la escoria de cobre en los diseños de mezcla con los diferentes tipos de cemento que existen en el mercado.

Se recomienda que las entidades públicas de la provincia de Yauli – La oroya promuevan mediante convenios con las empresas de rubro minero aledaños, el uso de este material en la mezcla del concreto para los proyectos exteriores con el objeto de contribuir a disminuir el impacto ambiental y generar ingresos económicos.

REFERENCIAS

APARICIO, Carlos. 2014. *Uso de material reciclado de la industria del cobre en la producción de concreto.* Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Cali : 2014.

ASHRAFFUR, Shaik y SRINIVAS, K. 2019. *Effect of copper slag on steel fiber reinforced concrete and conventional concrete.* 2019. 2456-6470.

BAWMAN, Guillermo, y otros. 2011. *Metodos de Investigación.* 2011.

BECERRA, Mario. 2012. *Temas de pavimentos de concreto.* Lima : s.n., 2012.

BRAVO, Miguel y DIAZ, Juan. 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/cm² elaborado con cementos tipo ip y tipo v, mediante pruebas de esclerometría.* Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú : 2018.

CAPECO. 2003. *Costos y presupuestos en edificación.* Lima : s.n., 2003.

CEMENTOS INKA. 2019. Blog de cemento inka. [En línea] 20 de Marzo de 2019. [Citado el: 18 de Mayo de 2020.] <http://www.cementosinka.com.pe/blog/que-es-la-dosificacion-de-concreto/>.

CHAVARRY, Carlos, y otros. 2020. *Hormigón de alta densidad con escoria de cobre para atenuar la radiación ionizante.* Lima : s.n., 2020. 2588-1000.

CONDORCHOA, Ceferino. 2019. *Factor clima y su relación con el deterioro de pavimentos rígidos en Ica año 2019.* Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú : 2019.

CRESCO, Santiago. 2009. *Materiales de construcción para edificación y obra civil.* s.l. : ECU, 2009. 978-84-9948-297-2.

CRUZ, Manuel. 2014. *Estudio de la resistencia y reología de hormigones con adición de escorias de cobre como sustituto del árido fino.* Universidad de Málaga, Málaga : 2014.

CRUZ, Ricardo, y otros. 2013. *Propiedades del concreto con sustitución de escoria de horno de cubilote como agregado fino y escoria granulada.* Medellín : s.n., 2013.

CUBA, Ronald y HUMPIRE, Ricardo. 2019. *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ usando cemento yura tipo ip y cemento wari tipo ip, con la adición de escoria de cobre de la minera Southern Perú, para la ciudad de Arequipa.* Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú : 2019.

CURBELO, Basilio. 2015. *Concreto estructural.* America : s.n., 2015.

DOMÍNGUEZ, Julio. 2015. *Manual de metodología de la investigación científica.* Chimbote : Perú, 2015. 978-612-4308-01-7.

EMPRESA EDITORA MACRO. 2015. *Manual de carreteras, suelo, geología, geotecnia y pavimentos.* Lima : Editorial Macro, 2015. 978-612-304-251-6.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria del Pilar. 2014. *Metodología de la investigación.* 2014. 978-1-4562-2396-0.

MELGAREJO, Clenin. 2019. *Influencia de la Escoria al Producir Concreto Permeable en Pavimentos Urbanos de la Ciudad de Pasco – Distrito de Yanacancha – 2019.* Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, Perú : 2019.

MENDOZA , Juan y MARCOS, Omar. 2017. *El efecto del cambio climático en los pavimentos carreteros.* Cancún : s.n., 2017.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS. 2015. *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras.* [ed.] Biblioteca Nacional del Perú. Lima : s.n., 2015.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2018. *Reglamento Nacional de Edificaciones.* [ed.] Biblioteca Nacional del Perú. Lima : Megabyte, 2018.

MORAMPUDI, Rahul, YAJDANI, Shaik y ANIL, Korrapati. 2017. *An experimental investigation on the properties of concrete by replacing fine aggregate with copper slag.* 2017. 2349-784x.

NAZER, A., y otros. 2010. Una revisión de los usos de las escorias de cobre. Viña del Mar : s.n., 2010.

NAZER, Amin, y otros. 2016. Caracterización de escorias de cobre de fundiciones chilenas del siglo XIX. Copiapo : s.n., 2016.

NIÑO, Victor. 2011. *Metodología de la investigación.* Bogotá : s.n., 2011. 978-958-8675-94-7.

NTP 339.034. 2008. *HORMIGÓN (CONCRETO). Metodo de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.* Lima : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 2008.

NTP 339.079. 2012. *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión de concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo.* Lima : Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI, 2012.

NTP 339.084. 2012. *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.* Lima : Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI, 2012.

OCHOA , Ricardo, y otros. 2018. Analisis del uso de escoria granulada en la fabricación de mezclas asfálticas para pavimentos. 2018, Vol. 39.

ORE, Jhon. 2014. *Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto.* Lima : s.n., 2014.

OYARZUN, Ivan. 2013. *Influencia de las escorias de cobre en la fabricación de hormigón.* Universidad Austral de Chile, s.l., Chile : 2013.

PORRERO, Joaquin, y otros. 2014. *Manual del concreto estructural.* Caracas : s.n., 2014. 978-980-7658-00-3.

PORTUGAL, Pablo. 2007. *Tecnología de concreto de alto desempeño.* Paris : Lafayette, 2007.

RIVERA, Gerardo. ca.2013. *Concreto simple.* Cauca : s.n., ca.2013.

RIVVA, Enrique. 1992. *Diseño de mezclas*. Lima : HOZLO S.CR.L, 1992.

SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. 2018. *Manual de términos de investigación científica, tecnológica y humanística*. Lima : s.n., 2018. 978-612-47351-4-1.

SANJUAN, M., SUAREZ, J. y MORA, P. 2018. Aplicacion del silicato de hierro obtenido en el proceso industrial de la fundicion de cobre. Madrid : s.n., 2018.

SRIDEVI, M y MAHESH. 2017. *The behavior of concrete by partial replacement of fine aggregate and cement with copper slag: an experimental study*. 2017. 2321-0613.

TAMIL, P, LAKSHMI, P y RAMYA, G. 2014. *Experimental Study on Concrete Using Copper Slag as a Fine Aggregate Replacement Material*. 2014. 2165-784X.

TAPIA, Miguel. ca.2015. *Pavimentos*. ca.2015.

ANEXOS

Variables y operacionalización

Variable independiente: Escoria de cobre - **Variable dependiente:** Resistencia mecánica del concreto

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Escoria de cobre	Nazer, Amin y otros, La escoria de cobre, es un remanente de la industria, está incluido en el conjunto de escoria no ferrosa y esta se origina en el desarrollo de la producción de los ánodos de cobre. (2016, p.1)	Para realizar la investigación de las variaciones que genera la escoria de cobre en las propiedades del concreto, se optó por realizar dosificaciones en referencia a los antecedentes descritos, los cuales serán añadidos en los porcentajes de 20%, 30% y 40%	Dosificación de Escoria de cobre granulada en (%)	Adición al 20%	La razón
				Adición al 30%	
				Adición al 40%	

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Resistencia mecánica del concreto	<p>PORRERO indica que, en las distintas construcciones el concreto está expuesto a múltiples esfuerzos (compresión, flexión, tracción y otros), no resulta fácil elaborar todos los ensayos de control que analicen todos estos esfuerzos, por ello se ha hecho rutinario llevar a cabo la prueba de compresión, sobre las probetas estándar y deducir sobre el resultado obtenido, los datos de las demás características como son la resistencia a flexión y a tracción (2014, p.243)</p>	<p>Para mejorar las propiedades del concreto se incorporara la escoria de cobre en diferentes porcentajes en la dosificación de la mezcla y se empleara las pruebas de resistencia a la compresión, tracción y flexión, para luego ser analizadas en cuadros comparativos con la mezcla convencional.</p>	Resistencia a la compresión	7,14 y 28 dias de curado hasta llegar al $F'c=210$ Kg/cm ²	La razón
			Resistencia a la flexión	28 dias de curado hasta llegar al $Mr=35$ Kg/cm ²	La razón
			Resistencia a la tracción	28 dias de curado hasta llegar al $F'c=21$ Kg/cm ²	La razón

La razón

Titulo		"Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020"				
Autor		Jean Franco Jara Arzapalo				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE, INDICADORES E INSTRUMENTO			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE: ESCORIA DE COBRE			METODO: Científico TIPO: Aplicada NIVEL: Explicativo DISEÑO: Cuasi Experimental POBLACION: 60 MUESTRA: 36 Probetas cilíndricas para la resistencia a compresión, 12 probetas cilíndricas a tracción y 12 vigas prismáticas para la resistencia a flexión. TECNICA: Observación directa. INSTRUMENTO: Ficha de recolección de datos
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cuál es la influencia de la adición de escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020?	Determinar la influencia de la adición de escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020	La adición de escoria de cobre influye positivamente en la resistencia mecánica del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020.	Dosificación de Escoria de cobre granulada	Adición al 20% Adición al 30% Adición al 40%	Método de Diseño de Mezcla ACI	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	V. DEPENDIENTE: RESISTENCIA DEL CONCRETO			36 Probetas cilíndricas para la resistencia a compresión, 12 probetas cilíndricas a tracción y 12 vigas prismáticas para la resistencia a flexión. TECNICA: Observación directa. INSTRUMENTO: Ficha de recolección de datos
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cuánto incide la adición de escoria de cobre en la resistencia a compresión del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020?	Determinar la incidencia de la adición de escoria de cobre en la resistencia a compresión del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020	La adición de escoria de cobre incide positivamente en la resistencia a compresión del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020	Resistencia a la compresión	7, 14 y 28 días de curado hasta llegar al F'c=210 Kg/cm2	NTP 339.034	
¿Cuánto incide la adición de escoria de cobre en la resistencia a flexión del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020?	Determinar la incidencia de la adición de escoria de cobre en la resistencia a flexión del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020	La adición de escoria de cobre incide positivamente en la resistencia a flexión del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020	Resistencia a la flexión	28 días de curado hasta llegar al Mr=35 Kg/cm2	NTP 339.079	
¿Cuánto incide la adición de escoria de cobre en la resistencia a tracción del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020?	Determinar la incidencia de la adición de escoria de cobre en la resistencia a tracción del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020	La adición de escoria de cobre incide positivamente en la resistencia a tracción del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020	Resistencia a la tracción	28 días de curado hasta llegar al F'c=21 Kg/cm2	NTP 339.084	

Anexo 2

INSTRUMENTOS

INSTRUMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA 210 Kg/cm²

(Método ACI)

PROYECTO: "Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto F'c=210 Kg/cm² para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020"

AUTOR: Jara Arzapalo Jean Franco

LABORATORIO:

UBICACION:

1. Diseño de Resistencia:

F'c= 210 Kg/cm²

2. Especificación de Materiales:

2.1 Cemento:

Tipo : 1

Peso Específico : 3.15 gr/cm³

2.2 Agua:

Peso Específico: 1000 Kg/m³

2.3 Agregados:

DESCRIPCION	AGREGADO FINIO	AGREGADO GRUESO
Perfil		
Peso unitario suelto (Kg/m ³)		
Peso unitario compactado (Kg/m ³)		
Peso específico (Kg/m ³)		
Módulo de fineza		
Tamaño máximo nominal		
Porcentaje de Absorción		
Porcentaje de humedad		



WALTER LEONARDO VALDES OLIVERA
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 14898

3. Resistencia Promedio :
4. Tamaño máximo nominal (A.G) :
5. Módulo Slump (Asentamiento) :
6. Contenido de Aire atrapado :
7. Volumen unitario de agua :
8. Relación Agua / Cemento :
9. Contenido de Cemento :
10. Contenido del agregado Grueso :
11. Contenido de agregado fino :
12. Cantidad de material por m3 de concreto:

Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso

13. Corrección por humedad de los agregados:

Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso

14. Proporción del material en relación a 1 bolsa de cemento de 42.5Kg.

Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso



WALTER LEONARDO VARGAS DUNCKER
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 84898

ENSAYO A COMPRESIÓN							
TESTIGO				FECHA		EDAD	F'c
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg/cm2
1	PATRON					7	
2	PATRON					7	
3	PATRON					14	
4	PATRON					14	
5	PATRON					28	
6	PATRON					28	
7	PATRON					28	

ENSAYO A COMPRESIÓN							
TESTIGO				FECHA		EDAD	F'c
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg/cm2
1	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					7	
2	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					7	
3	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					14	
4	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					14	
5	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28	
6	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28	
7	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28	




 WALTER LEONARDO VARGAS QUINCKER
 INGENIERO CIVIL
 REG. C. P. 84898

ENSAYO A FLEXIÓN									
TESTIGO					FECHA		EDAD	CARGA	MODULO DE ROTURA
Nº	DESCRIPCIÓN	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm ²
1	PATRON						28		
2	PATRON						28		

ENSAYO A FLEXIÓN									
TESTIGO					FECHA		EDAD	CARGA	MODULO DE ROTURA
Nº	DESCRIPCIÓN	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm ²
1	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)						28		
2	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)						28		

ENSAYO A TRACCIÓN								
TESTIGO				FECHA		EDAD	CARGA	ESFUERZO A TRACCIÓN
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm ²
1	PATRON					28		
2	PATRON					28		

ENSAYO A TRACCIÓN								
TESTIGO				FECHA		EDAD	CARGA	ESFUERZO A TRACCIÓN
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm ²
1	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28		
2	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28		



WALTER LEONARDO VARRAS DUNCKER
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 84398

		FICHA TÉCNICA	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	Calificación de validación
PROYECTO:	"Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto F'c=210 Kg/cm ² para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020"			
AUTOR:	Jean Franco Jara Arzapalo			
Datos Generales				
Laboratorio		Provincia		1
Distrito		Departamento		
Variable Independiente: Escoria de cobre				
Ensayo / Estudio	Descripción	Norma	Unidad	0.85
Granulometría	Agregado grueso y fino	NTP. 400.012	%	
Peso Unitario	Agregado grueso y fino	NTP. 400.017	Kg	
Peso Especifico	Agregado grueso y fino	NTP. 400.022	Kg	
Contenido de Humedad	Agregado grueso y fino	NTP. 339.185	Lt	
Diseño de Mezcla	Diseño 210 Kg/cm ²	Método ACI	Kg/cm ²	
Mezcla de concreto	20%, 30% y 40%		%	
Variable Dependiente: Resistencia mecánica del concreto				
Ensayo / Estudio	Descripción	Norma	Unidad	0.89
Ensayo a la compresión	El concreto endurecido con y sin adición de escoria de cobre será sometido al ensayo en edades de 7, 14 y 28 días	NTP 339.034	Kg/cm ²	
Ensayo a la flexión	El concreto endurecido con y sin adición de escoria de cobre será sometido al ensayo en edades de 28 días.	NTP 339.079	Kg/cm ²	
Ensayo a la tracción	El concreto endurecido con y sin adición de escoria de cobre será sometido al ensayo en edades de 28 días.	NTP 339.084	Kg/cm ²	
Datos del Evaluador				Promedio de validación
Apellidos y Nombres:	VARGAS DUNCKER, WALTER LEONARDO			0.91
Registro CIP:	84898	N° Celular	972 930743	
Correo:	duncker1801duluta@gmail.com			
Rangos	Confiability	  WALTER LEONARDO VARGAS DUNCKER INGENIERO CIVIL REG. C.I.P. 84898		
0.81 – 1.00	Muy alta			
0.61 – 0.80	Alta			
0.41 – 0.60	Moderada			
0.21 – 0.40	Baja			
0.01 – 0.20	Muy baja			
RUIZ, (2013)		Firma del Evaluador		

INSTRUMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA 210 Kg/cm²

(Método ACI)

PROYECTO: "Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $F'c=210$ Kg/cm² para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020"

AUTOR: Jara Arzapalo Jean Franco

LABORATORIO:

UBICACION:

1. Diseño de Resistencia:

$F'c= 210$ Kg/cm²

2. Especificación de Materiales:

2.1 Cemento:

Tipo : 1

Peso Especifico : 3.15 gr/cm³

2.2 Agua:

Peso Especifico: 1000 Kg/m³

2.3 Agregados:

DESCRIPCION	AGREGADO FINIO	AGREGADO GRUESO
Perfil		
Peso unitario suelto (Kg/m ³)		
Peso unitario compactado (Kg/m ³)		
Peso especifico (Kg/m ³)		
Módulo de fineza		
Tamaño máximo nominal		
Porcentaje de Absorción		
Porcentaje de humedad		


 MELVA SUSANYAR SAMANEGO
INGENIERO CIVIL
CIP 19603

3. Resistencia Promedio :
4. Tamaño máximo nominal (A.G) :
5. Módulo Slump (Asentamiento) :
6. Contenido de Aire atrapado :
7. Volumen unitario de agua :
8. Relación Agua / Cemento :
9. Contenido de Cemento :
10. Contenido del agregado Gueso :
11. Contenido de agregado fino :
12. Cantidad de material por m3 de concreto:

Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Gueso

13. Corrección por humedad de los agregados:

Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Gueso

14. Proporción del material en relación a 1 bolsa de cemento de 42.5Kg.

Agua	Agregado Fino	Agregado Gueso



MELVA SUSÁNIVAR SAMANIEGO
 INGENIERO CIVIL
 O.P. 196033

ENSAYO A COMPRESIÓN							
TESTIGO				FECHA		EDAD	F'C
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg/cm2
1	PATRON					7	
2	PATRON					7	
3	PATRON					14	
4	PATRON					14	
5	PATRON					28	
6	PATRON					28	
7	PATRON					28	

ENSAYO A COMPRESIÓN							
TESTIGO				FECHA		EDAD	F'C
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg/cm2
1	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					7	
2	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					7	
3	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					14	
4	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					14	
5	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28	
6	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28	
7	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28	



[Handwritten Signature]

INGENIERO CIVIL

 CP 19933

ENSAYO A FLEXIÓN									
TESTIGO					FECHA		EDAD	CARGA	MODULO DE ROTURA
Nº	DESCRIPCIÓN	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm2
1	PATRON						28		
2	PATRON						28		

ENSAYO A FLEXIÓN									
TESTIGO					FECHA		EDAD	CARGA	MODULO DE ROTURA
Nº	DESCRIPCIÓN	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm2
1	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)						28		
2	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)						28		

ENSAYO A TRACCIÓN								
TESTIGO				FECHA		EDAD	CARGA	ESFUERZO A TRACCIÓN
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm2
1	PATRON					28		
2	PATRON					28		

ENSAYO A TRACCIÓN								
TESTIGO				FECHA		EDAD	CARGA	ESFUERZO A TRACCIÓN
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm2
1	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28		
2	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28		



MELVA SUSANYAR SAMANEGO
 INGENIERO CIVIL
 CP 196033

	FICHA TÉCNICA	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Calificación de validación
PROYECTO:	*Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto F'c=210 Kg/cm2 para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020*			
AUTOR:	Jean Franco Jara Arzapalo			
Datos Generales				
Laboratorio		Provincia		0.9
Distrito		Departamento		
Variable Independiente: Escoria de cobre				
Ensayo / Estudio	Descripción	Norma	Unidad	0.82
Granulometría	Agregado grueso y fino	NTP. 400.012	%	
Peso Unitario	Agregado grueso y fino	NTP. 400.017	Kg	
Peso Especifico	Agregado grueso y fino	NTP. 400.022	Kg	
Contenido de Humedad	Agregado grueso y fino	NTP. 339.185	Lt	
Diseño de Mezcla	Diseño 210 Kg/cm2	Método ACI	Kg/cm2	
Mezcla de concreto	20%, 30% y 40%		%	
Variable Dependiente: Resistencia mecánica del concreto				
Ensayo / Estudio	Descripción	Norma	Unidad	0.82
Ensayo a la compresión	El concreto endurecido con y sin adición de escoria de cobre será sometido al ensayo en edades de 7, 14 y 28 días	NTP 339.034	Kg/cm2	
Ensayo a la flexión	El concreto endurecido con y sin adición de escoria de cobre será sometido al ensayo en edades de 28 días.	NTP 339.079	Kg/cm2	
Ensayo a la tracción	El concreto endurecido con y sin adición de escoria de cobre será sometido al ensayo en edades de 28 días.	NTP 339.084	Kg/cm2	
Datos del Evaluador				Promedio de validación
Apellidos y Nombres:	<i>Susanivar Samaniego Helva</i>			0.85
Registro CIP:	<i>196033</i>	Nº Celular	<i>961611189</i>	
Correo:	<i>movil - m.s.s@hotmail.com</i>			
Rangos	Confiabilidad	  MELVA SUSANNIVAR SAMANIEGO INGENIERO CIVIL CIP 196033		
0.81 – 1.00	Muy alta			
0.61 – 0.80	Alta			
0.41 – 0.60	Moderada			
0.21 – 0.40	Baja			
0.01 – 0.20	Muy baja			
RUIZ, (2013)		Firma del Evaluador		

INSTRUMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA 210 Kg/cm²

(Método ACI)

PROYECTO: "Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto F'c=210 Kg/cm² para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020"

AUTOR: Jara Arzapalo Jean Franco

LABORATORIO:

UBICACION:

1. Diseño de Resistencia:

F'c= 210 Kg/cm²

2. Especificación de Materiales:

2.1 Cemento:

Tipo : 1

Peso Específico : 3.15 gr/cm³

2.2 Agua:

Peso Específico: 1000 Kg/m³

2.3 Agregados:

DESCRIPCION	AGREGADO FINIO	AGREGADO GRUESO
Perfil		
Peso unitario suelto (Kg/m ³)		
Peso unitario compactado (Kg/m ³)		
Peso específico (Kg/m ³)		
Módulo de fineza		
Tamaño máximo nominal		
Porcentaje de Absorción		
Porcentaje de humedad		

 
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 147518

3. Resistencia Promedio :

4. Tamaño máximo nominal (A.G) :

5. Módulo Slump (Asentamiento) :

6. Contenido de Aire atrapado :

7. Volumen unitario de agua :

8. Relación Agua / Cemento :

9. Contenido de Cemento :

10. Contenido del agregado Grueso :

11. Contenido de agregado fino :

12. Cantidad de material por m3 de concreto:

Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso

13. Corrección por humedad de los agregados:

Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso

14. Proporción del material en relación a 1 bolsa de cemento de 42.5Kg.

Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso


 **INGENIERO CIVIL**
C.R. N° 14973

ENSAYO A COMPRESIÓN							
TESTIGO				FECHA		EDAD	F'C
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg/cm2
1	PATRON					7	
2	PATRON					7	
3	PATRON					14	
4	PATRON					14	
5	PATRON					28	
6	PATRON					28	
7	PATRON					28	

ENSAYO A COMPRESIÓN							
TESTIGO				FECHA		EDAD	F'C
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg/cm2
1	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					7	
2	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					7	
3	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					14	
4	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					14	
5	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28	
6	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28	
7	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28	



 INGENIERO CIVIL
 C.F. N° 14159

ENSAYO A FLEXIÓN									
TESTIGO					FECHA		EDAD	CARGA	MODULO DE ROTURA
Nº	DESCRIPCIÓN	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm ²
1	PATRON						28		
2	PATRON						28		

ENSAYO A FLEXIÓN									
TESTIGO					FECHA		EDAD	CARGA	MODULO DE ROTURA
Nº	DESCRIPCIÓN	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm ²
1	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)						28		
2	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)						28		

ENSAYO A TRACCIÓN									
TESTIGO				FECHA		EDAD	CARGA	ESFUERZO A TRACCIÓN	
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm ²	
1	PATRON					28			
2	PATRON					28			

ENSAYO A TRACCIÓN									
TESTIGO				FECHA		EDAD	CARGA	ESFUERZO A TRACCIÓN	
Nº	DESCRIPCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MUESTRA	ROTURA	DIAS	Kg	Kg/cm ²	
1	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28			
2	CON ADICION DE ESCORIA DE COBRE (%)					28			



 INGENIERO CIVIL

 E.P. N° 14719

	FICHA TÉCNICA	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Calificación de validación
PROYECTO:	"Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya – Junín 2020"			
AUTOR:	Jean Franco Jara Arzapalo			
Datos Generales				
Laboratorio		Provincia		L
Distrito		Departamento		
Variable Independiente: Escoria de cobre				
Ensayo / Estudio	Descripción	Norma	Unidad	0.86
Granulometría	Agregado grueso y fino	NTP. 400.012	%	
Peso Unitario	Agregado grueso y fino	NTP. 400.017	Kg	
Peso Especifico	Agregado grueso y fino	NTP. 400.022	Kg	
Contenido de Humedad	Agregado grueso y fino	NTP. 339.185	Lt	
Diseño de Mezcla	Diseño 210 Kg/cm ²	Método ACI	Kg/cm ²	
Mezcla de concreto	20%, 30% y 40%		%	
Variable Dependiente: Resistencia mecánica del concreto				
Ensayo / Estudio	Descripción	Norma	Unidad	0.89
Ensayo a la compresión	El concreto endurecido con y sin adición de escoria de cobre será sometido al ensayo en edades de 7, 14 y 28 días.	NTP 339.034	Kg/cm ²	
Ensayo a la flexión	El concreto endurecido con y sin adición de escoria de cobre será sometido al ensayo en edades de 28 días.	NTP 339.079	Kg/cm ²	
Ensayo a la tracción	El concreto endurecido con y sin adición de escoria de cobre será sometido al ensayo en edades de 28 días.	NTP 339.084	Kg/cm ²	
Datos del Evaluador				Promedio de validación
Apellidos y Nombres:	Vizcarra Huanani MARCO ANTONIO			
Registro CIP:	147519	Nº Celular	954419460	
Correo:	marcovizcarra@hormail.com			
Rangos	Confiabledad	 		
0.81 – 1.00	Muy alta			
0.61 – 0.80	Alta			
0.41 – 0.60	Moderada			
0.21 – 0.40	Baja			
0.01 – 0.20	Muy baja			
RUIZ, (2013)		Firma del Evaluador		

Anexo 5

CALCULO DEL F`C DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO PROMEDIO cm	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²
PATRÓN - 1	28	10	16567	78.54	210.90
PATRÓN - 2	28	10	16754	78.54	213.30
PATRÓN - 3	28	10	16856	78.54	214.60
20% - 1	28	10	18940	78.54	241.20
20% - 2	28	10	18245	78.54	232.30
20% - 3	28	10	18565	78.54	236.40
30% - 1	28	10	19653	78.54	250.20
30% - 2	28	10	19728	78.54	251.20
30% - 3	28	10	20013	78.54	254.80
40% - 1	28	10	17053	78.54	217.10
40% - 2	28	10	17372	78.54	221.20
40% - 3	28	10	17545	78.54	223.40

Resistencia a la Compresión				
Descripción	Concreto patrón	20% de escoria de cobre	30% de escoria de cobre	40% de escoria de cobre
28 días	212.93	236.63	252.07	220.57

CALCULO DE MÓDULO DE ROTURA

IDENTIFICACIÓN	EDAD	ALTURA	ANCHO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA
PATRÓN - 1	28	15	15	2640.1	35.20
PATRÓN - 2	28	15	15	2585.6	34.47
PATRÓN - 3	28	15	15	2645.8	35.28
20% - 1	28	15	15	2811.8	37.49
20% - 2	28	15	15	2761.5	36.82
20% - 3	28	15	15	2818.4	37.58
30% - 1	28	15	15	2876.3	38.35
30% - 2	28	15	15	2986.8	39.82
30% - 3	28	15	15	2912.5	38.83
40% - 1	28	15	15	2595.9	34.61
40% - 2	28	15	15	2494.8	33.26
40% - 3	28	15	15	2454.7	32.73

Resistencia a la flexión				
Descripción	Concreto patrón	20% de escoria de cobre	30% de escoria de cobre	40% de escoria de cobre
28 días	34.67	37.33	39.00	33.67

CALCULO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILINDRICOS ASTM C496					
IDENTIFICACIÓN	EDAD	ALTURA	DIAMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA KG/CM2
PATRÓN - 1	28	20	10.0	9635.8	30.67
PATRÓN - 2	28	20	10.0	9368.4	29.82
PATRÓN - 3	28	20	10.0	9871.3	31.42
20% - 1	28	20	10.0	9935.5	31.63
20% - 2	28	20	10.0	9727.9	30.96
20% - 3	28	20	10.0	10289.5	32.75
30% - 1	28	20	10.0	10519.7	33.49
30% - 2	28	20	10.0	10160.3	32.34
30% - 3	28	20	10.0	10265.5	32.68
40% - 1	28	20	10.0	8682.4	27.64
40% - 2	28	20	10.0	8512.5	27.10
40% - 3	28	20	10.0	8315.1	26.47

Resistencia a la tracción				
Descripción	Concreto patrón	20% de escoria de cobre	30% de escoria de cobre	40% de escoria de cobre
28 días	30.63	31.80	32.83	27.07

Anexo 6

PANEL FOTOGRAFICO



La empresa Doe Run Peru, almacena la escoria de cobre en la zona de Huanchan.



En el lugar de Huanchan indicando donde está depositado la escoria de cobre.



Huanchan en el área donde se realizará el acopio de la escoria.



Realizando el llenado de la escoria de cobre al costal para luego ser trasladada al laboratorio.



Ensayo de granulometría del agregado fino.



Ensayo de granulometría del agregado grueso.



Ensayo del peso unitario compactado del agregado fino.



Ensayo del peso unitario compactado del agregado grueso.



Se realiza la mezcla del concreto patrón.



Se realiza la mezcla del concreto con porcentajes de escoria de cobre en reemplazo del agregado fino.



Ensayo de módulo slump del concreto patrón.



Ensayo de módulo slump del concreto con 20% de escoria de cobre.



Ensayo a compresión de la mezcla patrón a los 7 días de edad.



Ensayo a compresión de la mezcla con 20% de escoria de cobre en reemplazo del agregado fino a los 7 días de edad.



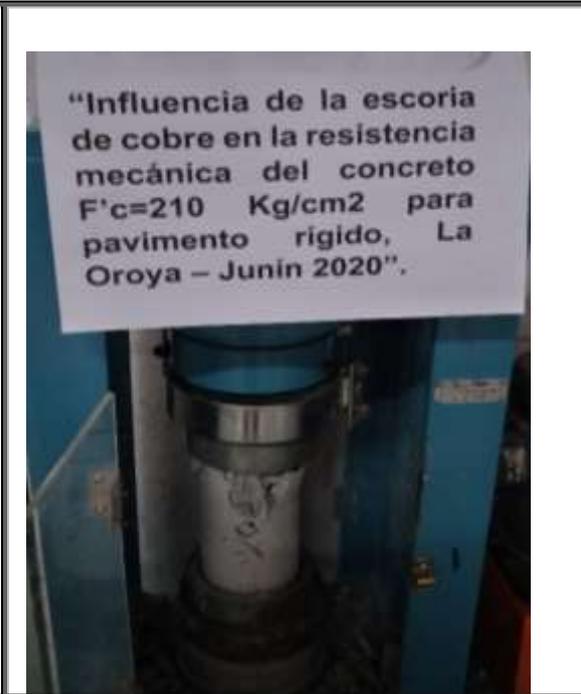
Ensayo a compresión de la mezcla con 30% de escoria de cobre en reemplazo del agregado fino a los 7 días de edad.



Ensayo a compresión de la mezcla con 40% de escoria de cobre en reemplazo del agregado fino a los 7 días de edad.



Se aprecia el momento de la falla de la probeta con adición de 20% de escoria de cobre a la edad de 28 días.



Se aprecia el momento de la falla de la probeta con adición de 30% de escoria de cobre a la edad de 28 días.



Se somete a la compresión la probeta con adición de 30% de escoria de cobre a la edad de 28 días.



Se somete a la compresión la probeta con adición de 40% de escoria de cobre a la edad de 28 días.



Se realiza la ubicación de la viga para ser sometida al ensayo a la flexión a la edad de 28 días.



Se evalúa la resistencia a la flexión de la viga de concreto patrón a la edad de 28 días.



Se realiza el ensayo a flexión a la viga fabricada con 20% de escoria de cobre a la edad de 28 días.



Se realiza el ensayo a flexión a la viga fabricada con 30% de escoria de cobre a la edad de 28 días.



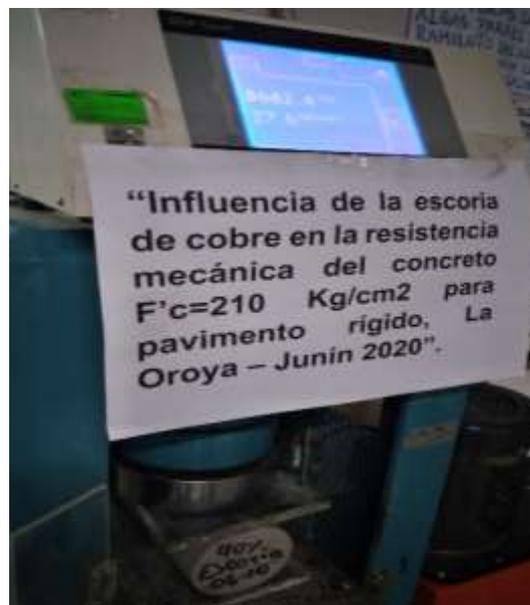
Rotura de la probeta con la incorporación de la escoria de cobre en reemplazo del agregado fino al 30%.



Se evalúa la resistencia a la tracción del concreto con incorporación de 40% de escoria de cobre.



La probeta a la edad de 28 días con incorporación de 20% de escoria de cobres es sometida al ensayo a la tracción.



Se efectúa el ensayo a la tracción del concreto con 40% de adición de escoria de cobre.

Anexo 7

CERTIFICADOS DE LABORATORIO



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Fijo: 01 7261346
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-091
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

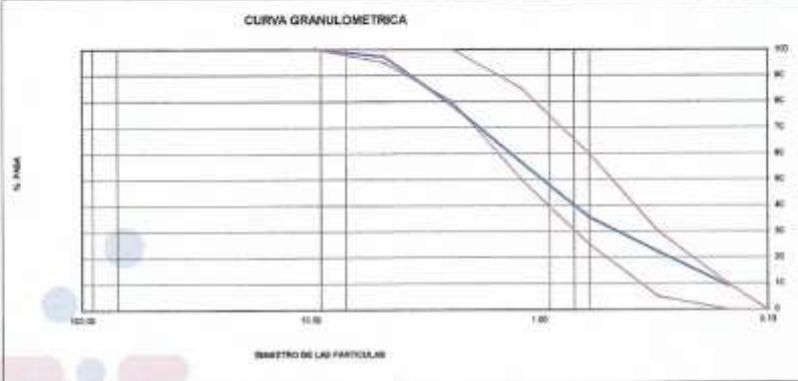
REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Juan Franco Jara Arzapalo
FESES	Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido La Oroya - Junio 2020

UBICACIÓN	La Oroya - Junio 2020	Fecha de ensayo:	23/09/2020
------------------	-----------------------	-------------------------	------------

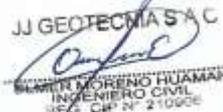
MATERIAL	CANTERA: TRAPICHE
Agregado fino	% W = 10
PESO INICIAL HUMEDO (g)	820.0
PESO INICIAL SECO (g)	822.0
	MF = 2.01

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	16.5	2.0	2.7	97.3	85 - 100
Nº5	2.50	117.2	14.3	21.5	78.5	85 - 100
Nº 20	1.18	138.4	16.9	43.4	56.6	85 - 95
Nº 30	0.60	131.5	16.1	64.5	35.5	85 - 90
Nº 50	0.30	82.8	10.2	77.8	22.2	85 - 90
Nº 100	0.15	82.7	10.1	90.8	9.2	5 - 15
FUNDO		67.1	8.2	100.0	0.0	0 - 0

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

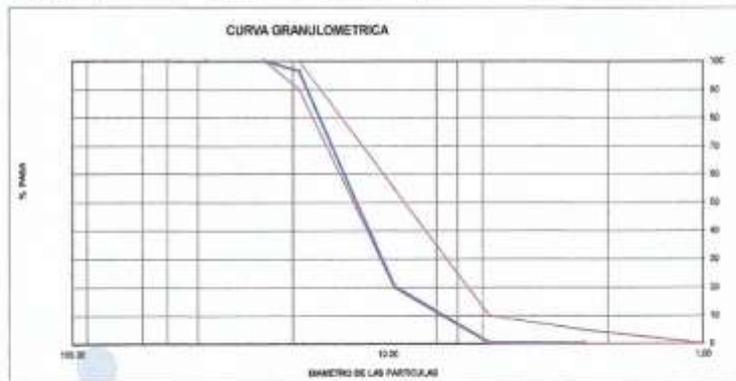
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA S.A.C WILSON MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-AG-002
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

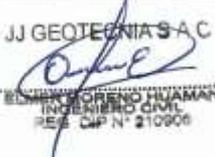
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Juan Franco Jara Arzapalo		
TESTE	: Influencia de la espora de cobre en la resistencia mecánica del concreto f'c=210 kg/cm ² para pavimento rígido de Cirya - Junín 2020		
UBICACION	: Le. Cirya - Junín 2020	CANTERA	TRUJILCO
MATERIAL	AGREGADO GRUESO	% W =	0.1
PESO INICIAL HÉMEDO (g)	4,281.00	MF =	0.02
PESO INICIAL SECO (g)	4,276.60		
		Fecha de ensayo:	23/09/2020

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES NUDO # 02
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/8"	12.00	151.0	3.5	3.5	96.5	90 - 100
1/2"	12.50	3,012.0	67.0	67.0	33.0	—
3/4"	9.50	1,266.0	29.9	78.4	20.6	20 - 35
Nº 4	4.75	865.0	20.2	98.8	5.4	0 - 10
Nº 8	2.36	0.0	0.0	99.8	0.2	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		4.0	0.1			



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. INGENIERO JUAN FRANCO JARA ARZAPALO INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o G _{ib})	Código	FOR.LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C39

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jean Franco Jara Acrapalo
TESIS	: Influencia de la esotra de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm ² para pavimento rígido, La Oroya - Junio 2020
UBICACIÓN	: La Oroya, Junín
	Fecha de ensayo: 30/09/2020

MATERIAL	AGREGADO GRUESO	CANTERA:	TRAPICHE
----------	-----------------	----------	----------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	3054	3056	3070
2	Peso del Molde	g	980	980	980
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	2074	2076	2070
4	Volumen del Molde	cc	1360	1360	1360
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.490	1.490	1.490

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.489
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	3243	3261	3240
2	Peso del Molde	g	980	980	980
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	2263	2281	2260
4	Volumen del Molde	cc	1360	1360	1360
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.622	1.624	1.624

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.623
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:
* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL R.E.S. CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	- Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	- Jean Franco Jara Acosta	
TEMA	- Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya - Junín 2020	
LUBRICACIÓN	- La Oroya, Junín	Fecha de ensayo: 30/09/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA Nº		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	880.7	881.5	881.1
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	870.2	869.8	870.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.5	311.7	311.1
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	gnc	883.1	882.5	882.80
5	Peso del Balón N° 2	gnc	170.0	169.8	170.00
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	gnc	492.9	492.7	492.80
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.5	498.2	497.8

RESULTADOS				
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	gnc	2.64	2.64	2.64
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500(V-W))	gnc	2.67	2.68	2.68
PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W _a))	gnc	2.74	2.75	2.74
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(888-A)/A]*100	%	1.4	1.8	1.5

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-016
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Juan Franco Jara Arzapalo		
TESTIS	Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimento rígido, La Croya - Junín 2020		
UBICACIÓN	La Croya, Junín	Fecha de ensayo:	30/09/2020

MATERIAL	ADRESADO FINO	CAVTERA	TRAFICHE		
			M - 1	M - 2	M - 3
MUESTRA N°					
1	Peso de la Muestra + Molde	g	5431	5428	5442
2	Peso del Molde	g	2383	2383	2383
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4088	4085	4079
4	Volumen del Molde	cc	2780	2780	2780
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.474	1.473	1.475

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.475
-------------------------------	------	-------

MATERIAL	ADRESADO FINO	CAVTERA	TRAFICHE		
			M - 1	M - 2	M - 3
MUESTRA N°					
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7296	7296	7303
2	Peso del Molde	g	2383	2383	2383
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4933	4933	4942
4	Volumen del Molde	cc	2780	2780	2780
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.767	1.768	1.791

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.768
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

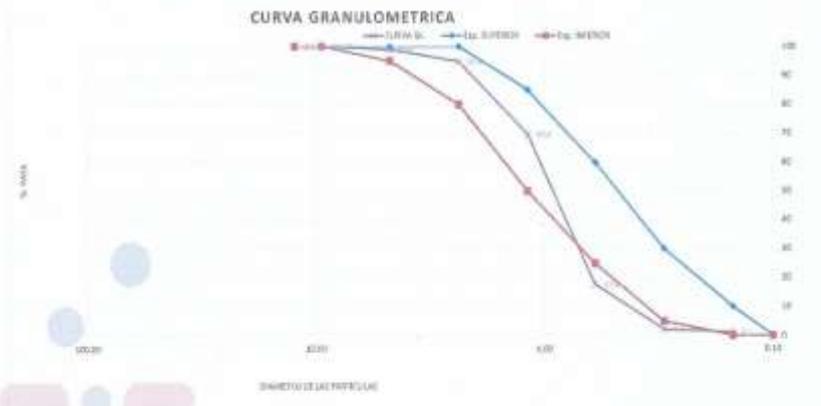
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210900	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL, GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-091
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG

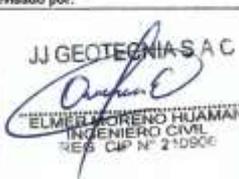
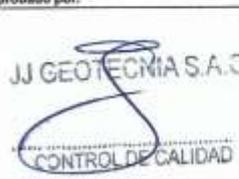
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Jean Franco Jara Arzapala		
TESIS	Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f'_{c}=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya - Junín 2020		
UBICACIÓN	La Oroya, Junín	Fecha de ensayo:	30/06/2020
MATERIAL	ESCORIA	CANTERA:	--
PESO INICIAL HUMEDO (g)	529.0	% W =	3.8
PESO INICIAL SECO (g)	525.0	MF =	3.15

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	5.0	1.0	1.0	99.0	85 - 100
Nº5	2.99	22.0	4.2	0.2	99.8	85 - 100
Nº 16	1.19	131.0	25.0	30.2	69.8	85 - 85
Nº 30	0.60	273.0	52.0	92.2	17.8	85 - 85
Nº 50	0.30	32.0	15.8	97.8	2.2	85 - 85
Nº 100	0.15	6.0	1.1	99.9	1.1	8 - 15
FONDO		6.0	1.1	100.0	0.0	8 - 8



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FDR-LAB-AG-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	Jean Franco Jara Arzapalo		
TESIS	Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto f'c=210 kg/cm ² para pavimento rígido, La Oroya - Junín		
UBICACIÓN	2020	Fecha de ensayo:	30/06/2020

MATERIAL : ESCORIA

CANTERA : --

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6992	6988	6991
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4629	4625	4628
4	Volumen del Molde	cc	2780	2780	2780
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.677	1.676	1.674
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.676		

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7540	7543	7548
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	5177	5180	5185
4	Volumen del Molde	cc	2780	2780	2780
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.872	1.873	1.878
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.873		

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL C.P. N° 210905	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JUG

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: Jean Franco Jara Arzapalo	
TEMA	: Informe de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya -	
	Año: 2020	
UBICACION	: La Oroya, Areh	Fecha de ensayo: 20/09/2020

MATERIAL : ESCORIA CANTERA : -

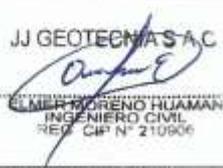
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	954	950.2	902.0
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	942.9	942.9	942.9
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	351.1	350.3	350.7
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	glo	637.5	637.5	637.52
5	Peso del Balón N° 3	glo	137.5	137.5	137.52
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	goc	500.0	500.0	500.00
7	Volumen del Balón (v = 300)	cc	497.9	497.9	497.9

RESULTADOS

PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/V-W)	glo	1.41	1.39	1.40
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500(V-W))	goc	1.44	1.40	1.42
PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W)-S09-A)	glo	1.54	1.50	1.53
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (N) (S09-A/R*100)	%	1.1	1.2	1.1

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CC-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jean Franco Jara Arzapalo
TESIS	: Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya - Junín 2020
UBICACION	: La Oroya, Junín
	Fecha de ensayo: 05/10/2020

Fc 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO PINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S Kg/m ³	P. UNITARIO C Kg/m ³
CEMENTO ANDINO TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.84	3.01	1.0	1.5	1475.0	1788.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.87	6.82	0.1	1.2	1489.0	1823.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			4	mm	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.608		
4	AGUA			225	Kg/m ³	
5	TOTAL DE ARE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.33		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO						
	Volumen absoluto del cemento		378.000	Kg/m ³	6.7	m ³
	Volumen absoluto del Agua			0.1186	m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.2250	m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³	0.384
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3650	m ³	0.436
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3310	m ³	1.600
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			370	Kg/m ³	
	AGUA			225	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO			825	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			884	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA			2284	Kg/m³	
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO			813.3	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			884.7	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.50	Litros	4.0
	AGREGADO GRUESO			1.10	Litros	9.7
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					238.7
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			370	Kg/m ³	
	AGUA			226	Litros	
	AGREGADO FINO			813	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			885	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA			2397	Kg/m³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (53 L)						
	CEMENTO			18.01	Kg	
	AGUA			12.05	Litros	
	AGREGADO FINO			43.10	Kg	
	AGREGADO GRUESO			48.89	Kg	
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
	C	1.0		C	1.0	
	A.F	2.20		A.F	2.24	
	A.G	2.39		A.G	2.41	
	A.G	27.4		A.G	27.4	

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. C.O.P. N° 210006	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	10/08/2018

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jean Franco Jara Arzapalo
TESIS	: Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya - Junín 2020
UBICACIÓN	: La Oroya, Junín Fecha de ensayo: 05/10/2020

Fc 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO ANDINO TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.84	3.01	1.0	1.5	1475.0	1789.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.62	0.1	1.2	1489.0	1623.0
ESCORIA DE COBRE	3.40	3.15	0.6	1.1		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO		4			mm
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL		3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.038			
4	AGUA		225			L/m ³
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.33			
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		370.000	Kg/m ³	8.7		B/m ³
Volumen absoluto del cemento						
Volumen absoluto del Agua						
Volumen absoluto del Aire						
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino						
Volumen absoluto del Agregado grueso						
Volumen absoluto de escoria de cobre						
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
1.000						
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO						
AGUA						
AGREGADO FINO						
AGREGADO GRUESO						
ESCORIA DE COBRE (20% del volumen del agregado fino)						
PESO DE MEZCLA						
2330 Kg/m ³						
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO						
AGREGADO GRUESO HUMEDO						
ESCORIA DE COBRE (20% del volumen del agregado fino)						
CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO						
AGREGADO GRUESO						
ESCORIA DE COBRE (20% del volumen del agregado fino)						
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						
238.6 Litro/m ³						
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO						
AGUA						
AGREGADO FINO						
AGREGADO GRUESO						
ESCORIA DE COBRE (20% del volumen del agregado fino)						
PESO DE MEZCLA						
2144 Kg/m ³						
G) CANTIDAD DE MATERIALES (kg) (1.1)						
CEMENTO						
AGUA						
AGREGADO FINO						
AGREGADO GRUESO						
ESCORIA DE COBRE (20% del volumen del agregado fino)						
PROPORCIÓN EN PESO g3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	1.76					
A.G	2.39					
H2O	27.4					
PROPORCIÓN EN VOLUMEN g3 (húmedo)						
C	1.3					
A.F	1.79					
A.G	2.41					
H2O	27.4					

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
	JJ GEOTECNIA S.A.C. CLAVER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. ONP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CC-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Jean Franco Jara Arzapala
TESIS : Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya - Junín 2020
UBICACION : La Oroya, Junín **Fecha de ensayo:** 05/10/2020

MATERIAL	f'c 210 kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S Kg/m ³	P. UNITARIO C Kg/m ³
CEMENTO ANDINO TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.54	5.01	1.0	1.5	1475.0	1789.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.82	0.1	1.2	1469.0	1623.0
ESCORIA DE COBRE	3.40	3.15	0.8	1.1		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1. ASENTAMIENTO				4		mm
2. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				3/4"		
3. RELACION AGUA CEMENTO				0.508		
4. AGUA				225		
5. TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				2.0		
6. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.33		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO	370.000			Kg/m ³	8.7	M/m ³
Volumen absoluto del cemento				0.1195		m ³ /m ³
Volumen absoluto del Agua				0.2250		m ³ /m ³
Volumen absoluto del Aire				0.0200		m ³ /m ³
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.364
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2125		m ³ /m ³
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3510		m ³ /m ³
Volumen absoluto de escoria de cobre				0.0915		m ³ /m ³
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO				370		Kg/m ³
AGUA				225		L/m ³
AGREGADO FINO				594		Kg/m ³
AGREGADO GRUESO				884		Kg/m ³
ESCORIA DE COBRE (30% del volumen del agregado fino)				311		Kg/m ³
PESO DE MEZCLA				2384		Kg/m ³
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO				599.2		Kg/m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO				894.7		Kg/m ³
ESCORIA DE COBRE (30% del volumen del agregado fino)				313.8		Kg/m ³
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
				%		L/m ³
AGREGADO FINO				0.92		2.6
AGREGADO GRUESO				1.10		3.7
ESCORIA DE COBRE (30% del volumen del agregado fino)				0.30		0.9
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						15.5
						238.8
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO				370		Kg/m ³
AGUA				238		L/m ³
AGREGADO FINO				599		Kg/m ³
AGREGADO GRUESO				885		Kg/m ³
ESCORIA DE COBRE (30% del volumen del agregado fino)				314		Kg/m ³
PESO DE MEZCLA				2062		Kg/m ³
G) CANTIDAD DE MATERIALES (S3 IL)						
CEMENTO				19.81		Kg
AGUA				12.04		L
AGREGADO FINO				30.17		Kg
AGREGADO GRUESO				45.95		Kg
ESCORIA DE COBRE (30% del volumen del agregado fino)				16.9		Kg
PORPORCIÓN EN PESO p3 (hmedo)						
C				1.0		
A/F				1.54		
A/G				2.39		
H2o				27.4		
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (hmedo)						
C				1.0		
A/F				1.55		
A/G				2.41		
H2o				27.4		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. C.O.P. N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jean Franco Jara Arzapalo
TESIS	: Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimento rígido. La Oroya - Junín 2020
UBICACION	: La Oroya, Junín Fecha de ensayo: 05/10/2020

Fc 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO ANDINO TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	3.01	1.0	1.5	1475.0	1789.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.82	0.1	1.2	1485.0	1623.0
ESCORIA DE COBRE	3.40	3.15	0.8	1.1		

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			4		mm
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/8"		
3	RELACION AGUA-CEMENTO			0.508		
4	AGUA			225		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.33		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			370.000	Kg/m ³	8.7	B/m ³
Volumen absoluto del cemento			0.1185	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua			0.2250	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³		0.264
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.1830	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3310	m ³ /m ³		0.626
Volumen absoluto de escoria de cobre			0.1220	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.860
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			370	Kg/m ³		
AGUA			225	L/m ³		
AGREGADO FINO			483	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			884	Kg/m ³		
ESCORIA DE COBRE (40% del volumen del agregado fino)			415	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			2377	Kg/m ³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			486.0	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			884.7	Kg/m ³		
ESCORIA DE COBRE (40% del volumen del agregado fino)			418.1	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			0.50	L/m ³	2.4	
AGREGADO GRUESO			1.10	L/m ³	9.7	
ESCORIA DE COBRE (40% del volumen del agregado fino)			0.30	L/m ³	13.4	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					238.4	L/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			370	Kg/m ³		
AGUA			238	L/m ³		
AGREGADO FINO			486	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			885	Kg/m ³		
ESCORIA DE COBRE (40% del volumen del agregado fino)			416	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA			1981	Kg/m ³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (52 IL)						
CEMENTO			19.61	Kg		
AGUA			12.53	L		
AGREGADO FINO			25.66	Kg		
AGREGADO GRUESO			46.99	Kg		
ESCORIA DE COBRE (40% del volumen del agregado fino)			22.2	Kg		
PROPORCION EN PESO p3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	1.33					
A.G	2.29					
H ₂ O	27.4					
PROPORCION EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	1.34					
A.G	2.41					
H ₂ O	27.4					

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 LABORATORIO DE MATERIALES	 JJ GEOTECNIA S.A.C ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE ENVÍO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AC-PO-126	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO	Versión	21	
		Fecha	16-03-2025	
		Página	1 de 1	

TESIS : Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto f'c=210 kg/cm² para pavimento rígido, La Croya - Junín 2020

SOLICITANTE : Jean Franco Lara Acapala
CÓDIGO DE PROYECTO : --
UBICACIÓN DE PROYECTO : La Croya, Junín
FECHA DE EMISIÓN : 06/10/2020

TIPO DE MUESTRA : Concreto fresco
DISEÑO (f'c) : 216 kg/cm²

DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO
ASTM C1064

IDENTIFICACIÓN	TEMPERATURA
PATRÓN	23 °C
20%	22.7 °C
30%	22.5 °C
40%	21.2 °C

OBSERVACIONES:

* Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL REG. COPE N° 210306	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC 	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA SAC
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA SAC

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 539.034-11

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	Jean Franco Jara Arzapalo
PROYECTO	Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm ² para pavimento rígido, La Oroya - Junio 2020
UBICACIÓN	La Oroya, Junín
	Fecha de emisión: 13/10/2020

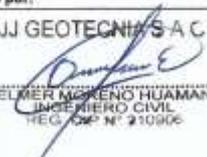
IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRÓN - 1	6/10/2020	13/10/2020	7	13317.4	78.5	185.6	210.0	88.7
PATRÓN - 2	6/10/2020	13/10/2020	7	13572.9	78.5	172.8	210.0	82.3
PATRÓN - 3	6/10/2020	13/10/2020	7	13154.8	78.5	167.5	210.0	79.8
30% - 1	6/10/2020	13/10/2020	7	12824.0	78.5	180.7	210.0	86.5
30% - 2	6/10/2020	13/10/2020	7	15130.6	78.5	192.6	210.0	91.7
30% - 3	6/10/2020	13/10/2020	7	13867.5	78.5	176.9	210.0	84.3
30% - 1	6/10/2020	13/10/2020	7	15313.1	78.5	195.0	210.0	92.9
30% - 2	6/10/2020	13/10/2020	7	14529.9	78.5	185.0	210.0	88.1
30% - 3	6/10/2020	13/10/2020	7	16306.2	78.5	191.1	210.0	91.0
40% - 1	6/10/2020	13/10/2020	7	13754.9	78.5	175.1	210.0	83.4
40% - 2	6/10/2020	13/10/2020	7	14337.7	78.5	180.0	210.0	85.7
40% - 3	6/10/2020	13/10/2020	7	13878.1	78.5	178.0	210.0	84.7

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- El ensayo fue realizado haciendo uso de alfileres de neopreno como material rellentante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MCKENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. Nº 210906	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-UJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 328.034-11

REFERENCIA	Detalles de laboratorio		
SOLICITANTE	Jean Franco Jara Arzapalo		
PROYECTO	Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya - Junín 2020		
UBICACIÓN	La Oroya, Junín	Fecha de emisión:	20/10/2020

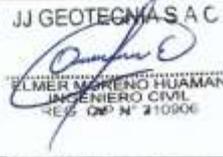
IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	Pc Diseño kg/cm ²	% Fc
PATRÓN - 1	6/10/2020	20/10/2020	14	14190.7	78.5	182.3	210.0	86.8
PATRÓN - 2	6/10/2020	20/10/2020	14	14055.3	78.5	180.8	210.0	86.1
PATRÓN - 3	6/10/2020	20/10/2020	14	14078.7	78.5	179.3	210.0	85.4
20% - 1	6/10/2020	20/10/2020	14	14010.0	78.5	182.3	210.0	86.2
20% - 2	6/10/2020	20/10/2020	14	14385.6	78.5	187.7	210.0	89.2
20% - 3	6/10/2020	20/10/2020	14	14090.5	78.5	205.0	210.0	97.6
30% - 1	6/10/2020	20/10/2020	14	19450.6	78.5	247.1	210.0	117.7
30% - 2	6/10/2020	20/10/2020	14	17330.6	78.5	224.4	210.0	106.0
30% - 3	6/10/2020	20/10/2020	14	17041.2	78.5	218.5	210.0	103.1
40% - 1	6/10/2020	20/10/2020	14	14677.0	78.5	188.6	210.0	89.4
40% - 2	6/10/2020	20/10/2020	14	13022.5	78.5	176.8	210.0	83.8
40% - 3	6/10/2020	20/10/2020	14	14779.9	78.5	189.2	210.0	89.6

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
- * Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL R.E.S. C.O.P. N° 210906	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FORM-LAB-CO-069
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JUG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 320.034-11

REFERENCIA	- Datos de laboratorio
SOLICITANTE	- Jean Franco Jara Arzapalo
PROYECTO	- Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm ² para pavimento rígido, La Croya - Junín 2020
UBICACIÓN	- La Croya, Junín Fecha de emisión: 03/11/2020

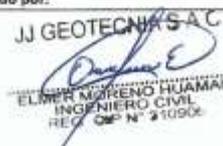
IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	f_c Diseño kg/cm ²	% f_c
PATRON-1	8/02/20	3/10/20	28	1897.1	78.5	210.5	210.0	100.4
PATRON-2	8/02/20	3/10/20	28	1874.3	78.5	213.3	210.0	101.6
PATRON-3	8/02/20	3/10/20	28	1885.5	78.5	214.6	210.0	102.2
20% - 1	8/02/20	3/10/20	28	1840.2	78.5	211.3	210.0	114.9
20% - 2	8/02/20	3/10/20	28	1845.1	78.5	232.3	210.0	110.6
20% - 3	8/02/20	3/10/20	28	1864.4	78.5	236.4	210.0	112.6
30% - 1	8/02/20	3/10/20	28	1862.8	78.5	250.2	210.0	119.2
30% - 2	8/02/20	3/10/20	28	1878.1	78.5	251.2	210.0	119.6
30% - 3	8/02/20	3/10/20	28	2001.7	78.5	254.8	210.0	121.3
40% - 1	8/02/20	3/10/20	28	1792.5	78.5	217.1	210.0	103.4
40% - 2	8/02/20	3/10/20	28	1732.1	78.5	221.2	210.0	105.3
40% - 3	8/02/20	3/10/20	28	1746.4	78.5	223.4	210.0	106.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material rebotante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. C.O.P. N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Códice	AS-PO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Páginas	1 de 1

TESE: Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f'_{c}=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya - Junio 2020

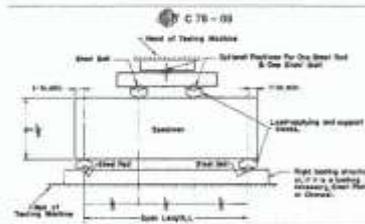
SOLICITANTE : Jean Franco Jara Arzapalo
CÓDIGO DE PROYECTO : --
UBICACIÓN DE PROYECTO : La Oroya, Junín
FECHA DE EMISIÓN : 3/11/2020

REALIZADO POR : P. Tassayo
REVISADO POR : D. Coate
FECHA DE ENSAYO : 3/11/2020
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especimen primario
F.c. de diseño : 210 kg/cm^2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN - 1	6/10/2020	3/11/2020	28 días	2	45.0	35 kg/cm^2
PATRÓN - 2	6/10/2020	3/11/2020	28 días	2	45.0	34 kg/cm^2
PATRÓN - 3	6/10/2020	3/11/2020	28 días	2	45.0	35 kg/cm^2



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  JUANES MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OMP N° 210206 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	--

LABORATORIO DE ENVAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-PO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	28-04-2018
		Página	1 de 1

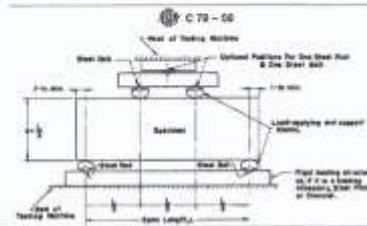
TESS Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f_{cr}210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya - Junín 2020

SOLICITANTE	Jean Franco Jara Arzapalo	REALIZADO POR :	P. Tassayto
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	D. Coats
UBICACIÓN DE PROYECTO	La Oroya, Junín	FECHA DE ENSAYO :	3/11/2020
FECHA DE EMISIÓN :	3/11/2020	TURNO :	Diurno

Tipo de muestra: Concreto endurecido
Presentación: Especímenes prismáticos
F_c de diseño: 210 kg/cm²

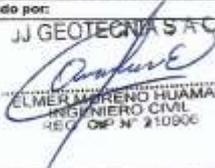
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
20% - 1	6/10/2020	3/11/2020	28 días	2	45.0	37 kg/cm ²
20% - 2	6/10/2020	3/11/2020	28 días	2	45.0	37 kg/cm ²
20% - 3	6/10/2020	3/11/2020	28 días	2	45.0	38 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionaladas por el fabricante.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER HUARENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OF. N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-F0-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	20-04-2018
		Planes	1 de 1

TESIS : Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f' < 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya - Junio 2020

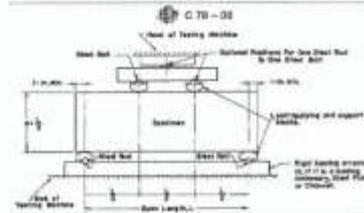
SOLICITANTE : Jean Franco Jara Arzapalo
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE PROYECTO : La Oroya, Junín
FECHA DE EMISIÓN : 3/11/2020

REALIZADO POR : P. Tassayo
REVISADO POR : G. Coto
FECHA DE ENSAYO : 3/11/2020
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F_o de diseño : 210 kg/cm²

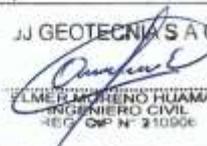
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
30% - 1	6/10/2020	3/11/2020	28 días	2	45.0	38 kg/cm ²
30% - 2	6/10/2020	3/11/2020	28 días	2	45.0	40 kg/cm ²
30% - 3	6/10/2020	3/11/2020	28 días	2	45.0	38 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras proporcionadas por el solicitante.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. INGENIERO CIVIL C.O.P. N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-PO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	20-04-2019
		Página	1 de 1

TESIS: Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya - Junín 2020

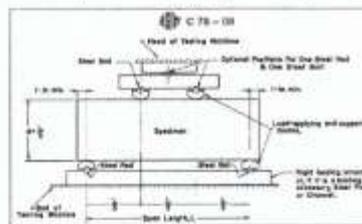
SOLICITANTE: / Jean Franco Jara Arzapalo
CÓDIGO DE PROYECTO: / -
UBICACIÓN DE PROYECTO: / La Oroya, Junín
FECHA DE EMISIÓN: / 31/10/2020

REALIZADO POR: / P. Takyco
REVISADO POR: / D. Coate
FECHA DE ENSAYO: / 31/10/2020
TURNO: / Diurno

Tipo de muestra: / Concreto endurecido
Presentación: / Especímenes prismáticos
F: de diseño: / 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
40% - 1	0/10/2020	3/11/2020	26 días	2	45.0	35 kg/cm ²
40% - 2	0/10/2020	3/11/2020	26 días	2	45.0	33 kg/cm ²
40% - 3	0/10/2020	3/11/2020	26 días	2	45.0	33 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Códice	AE-70-128
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS	Versión	01
	Fecha	30-04-2019	
	Página	1 de 1	

TESIS : Influencia de la espora de cobre en la resistencia mecánica del concreto f'c=210 kg/cm² para pavimento rígido. La Groya - Junín 2020

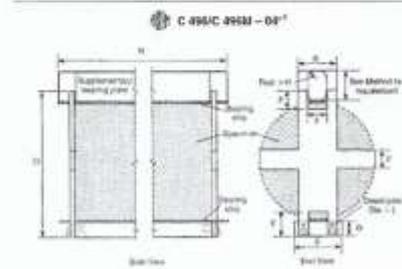
SOLICITANTE : José Franco Jara Anapalo
CODIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE PROYECTO : La Groya, Junín
FECHA DE EMISIÓN : 31/1/2020

REALIZADO POR : P. Tassayri
REVISADO POR : D. Coats
FECHA DE ENSAYO : 31/1/2020
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes cilíndricos
ÍPo de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (cm)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
PATRÓN - 1	8/16/2020	3/11/2020	28 días	10.0	883.8	30.7 kg/cm ²
PATRÓN - 2	8/16/2020	3/11/2020	28 días	10.0	898.4	29.8 kg/cm ²
PATRÓN - 3	8/16/2020	3/11/2020	28 días	10.0	987.3	31.4 kg/cm ²
					PROCESO	30.8 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de JJ GEOTECNIA.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-70-028
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS		Versión
		Fecha	28-04-2019
		Formato	1 de 1

TÍTULO : Influencia de la escoria de cobre en la resistencia mecánica del concreto f'c=210 kg/cm² para pavimento rígido, La Oroya - Junio 2009

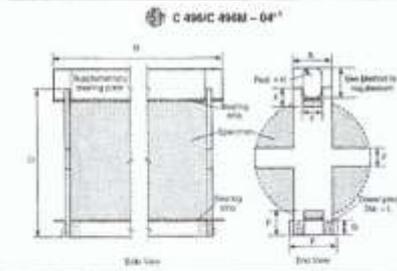
SOLICITANTE : Juan Franco Jara Anzapa
CÓDIGO DE PROYECTO : -
UBICACIÓN DE PROYECTO : La Oroya, Junín
FECHA DE EMISIÓN : 31/12/2020

REALIZADO POR : F. Tazayo
REVISADO POR : D. Cocco
FECHA DE ENSAYO : 31/12/2020
TURNO : Diurno

Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Presentación	: Especímenes cilíndricos
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO (cm)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
20% - 1	0/10/2020	3/11/2020	28 días	10.0	8995.5	31.6 kg/cm ²
20% - 2	0/10/2020	3/11/2020	28 días	10.0	8727.9	31.0 kg/cm ²
20% - 3	0/10/2020	3/11/2020	28 días	10.0	10289.9	33.9 kg/cm ²
PROMEDIO						31.78 kg/cm ²



OBSERVACIONES

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de JJ GEOTECNIA
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en el método de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER LUCIANO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. C.O.P. N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	REF. ISO
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS		
		Varian	01
		Fecha	30/04/2020
		Página	1 de 1

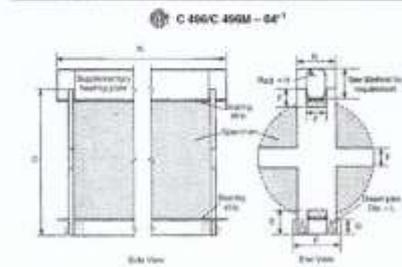
TEMA : Influencia de la escoria de cobre en la resistencia residual del concreto f'c=210 kg/cm² para pavimento rígido, La Oroya - Junio 2020

SOLICITANTE : Jean Franco Jara Arzapalo
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---
 UBICACIÓN DE PROYECTO : La Oroya, Junín
 FECHA DE EMISIÓN : 31/1/2020
 REALIZADO POR : P. Taseyro
 REVISADO POR : D. Cocco
 FECHA DE ENSAYO : 31/1/2020
 TURNO : Diurno

Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Presentación	: Especímenes cilíndricos
Po de diseño	: 210 kg/cm ²

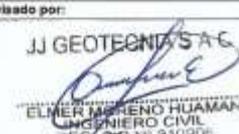
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO (cm)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
30% - 1	6/10/2020	3/11/2020	26 días	10.0	10919.7	33.5 kg/cm ²
30% - 2	6/10/2020	3/11/2020	26 días	10.0	10953.3	32.3 kg/cm ²
30% - 3	6/10/2020	3/11/2020	26 días	10.0	10855.5	32.7 kg/cm ²
						PROMEDIO 32.8 kg/cm²



OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de JJ GEOTECNIA.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OM N° 210905	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	NE-PO-028	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS	Versión	01	
		Fecha	23/06/2019	
		Página	1 de 1	

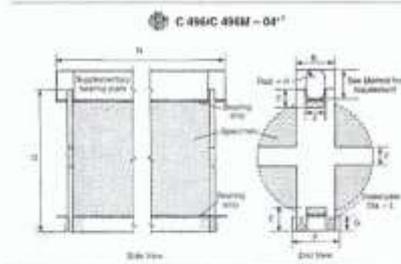
TEMA : Influencia de la escoria de coque en la resistencia mecánica del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, La Oroya - Junio 2020

SOLICITANTE : Juan Franco Jara Arzapalo
 CÓDIGO DE PROYECTO : --
 UBICACIÓN DE PROYECTO : La Oroya, Junín
 FECHA DE EMISIÓN : 3/11/2020
 REALIZADO POR : P. Tassipin
 REVISADO POR : D. Corio
 FECHA DE ENSAYO : 3/11/2020
 TURNO : Día

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes cilíndricos
 f_c de diseño : 210 kg/cm^2

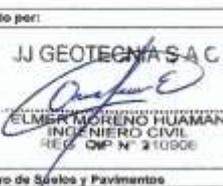
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO (mm)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm^2)
40% - 1	3/10/2020	3/11/2020	28 días	100	862.4	27.6 kg/cm^2
40% - 2	3/10/2020	3/11/2020	28 días	100	852.5	27.1 kg/cm^2
40% - 3	3/10/2020	3/11/2020	28 días	100	835.1	26.5 kg/cm^2
					PROMEDIO	27.1 kg/cm^2



OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de JJ GEOTECNIA.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibido la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. C.O.P. N° 211036 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	---	---

Anexo 8

CERTIFICADOS DE CALIBRACION



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : GEMMY
Modelo : YCD-010
N° de Serie : 510847
Tipo de Ventilación : Turbulencia
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 1°C a 250°C
Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 1°C a 250°C
Resolución : 1 °C
Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

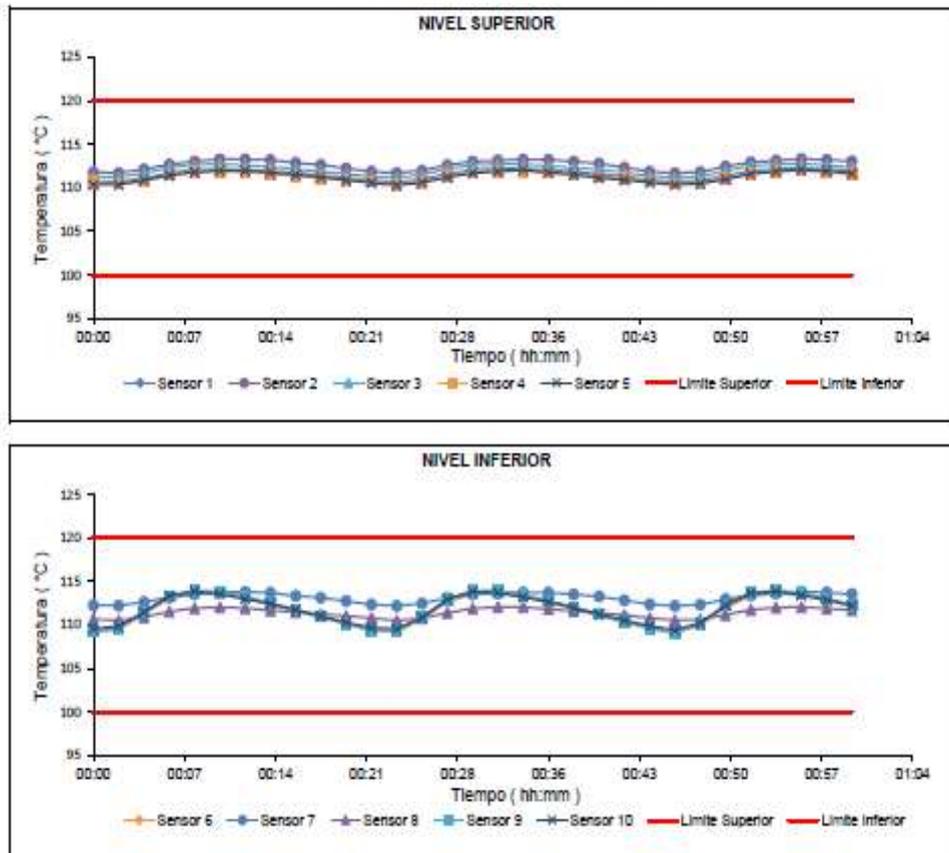
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

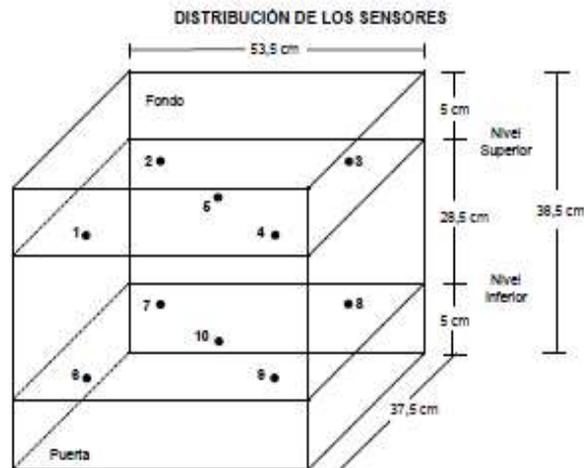
Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ⁽¹⁾ (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM ⁽¹⁾	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T. MAX ⁽²⁾	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T. MIN ⁽³⁾	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTT ⁽⁴⁾	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4		

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Certificado : TC - 4371 - 2020

Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La Incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la Incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de Instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus Instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
E _{máx} - E _{mín} (mg)				12	E _{máx} - E _{mín} (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-1597-2020

PROFORMA : 2543A

Fecha de emisión : 2020 - 07 - 30

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 254 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PrensA DE CONCRETO
Marca : FORNEY
Marca del indicador : ELE Internacional
Modelo del indicador : ADR TOUCH
N° Serie del indicador : 1887-1-00074
Intervalo de indicación : 120000 kgf
Resolución : 0,1 kgf
Procedencia : United States
Código de identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2020 - 07 - 28

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 " Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,5°C	20,5°C
HUMEDAD RELATIVA	62,0%	65,0%

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión Clase de Exactitud 0,005 DM-INACAL	Manómetro de 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-040-2020

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,01	7,32
0,1	120,0	0,1	126,2	-0,01	-6,2	0,01	7,58
0,2	232,4	0,2	239,8	-0,01	-7,4	0,01	8,20
0,9	1022,9	0,9	1037,6	-0,01	-14,7	0,01	8,98
11,6	13880,6	11,6	13892,5	-0,01	-11,9	0,01	9,78
23,3	28000,6	23,3	28019,2	-0,02	-18,6	0,01	10,56
41,7	50007,2	41,7	50027,5	-0,02	-20,3	0,01	12,65
62,5	75005,0	62,5	75027,8	-0,02	-22,8	0,01	15,89
75,0	90010,0	75,0	90033,8	-0,02	-23,8	0,02	18,78
81,7	98000,1	81,7	98035,2	-0,03	-35,1	0,02	20,25

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

