

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTON
RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS
PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL
CONCRETO HIDRAULICO, HUANCAYO 2022**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. VILLAFUERTE CARHUANCHO KAROL IRINA

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

HUANCAYO – PERÚ

2022

ASESORES:

DR. ING. ABEL ALBERTO, MUÑIZ PAUCARMAYTA

ASESOR METODOLOGICO

ING. ALFREDO, OTAÑE RODRIGUEZ

ASESOR TEMATICO

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. RUBEN DARÍO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

MG. MAURO WILFREDO TAZZA CHAUPIS
JURADO

MG. ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑEZ
JURADO

ING. NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA
JURADO

ING. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres y en memoria a mi hermana Belén por el apoyo incondicional en todo momento y por darme impulso de superación. A la vez de ser mi motivación e inspiración para seguir adelante y luchar por mis sueños.

Bach. Villafuerte Carhuancho, Karol Irina

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud, fortaleza y capacidad. A mis padres Adrián y Sonia por el apoyo incondicional en todo momento, por guiar mis pasos y darme esa fuerza de voluntad para lograr mis metas, a la Universidad Peruana los Andes por acogerme en las aulas y a mis catedráticos de la Facultad de Ingeniería por brindarme enseñanzas durante mi formación profesional.

Bach. Villafuerte Carhuancho, Karol Irina

CONSTANCIA 061

DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado:

“INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTON RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO, HUANCAYO 2022”

Cuyo autor (a) (es) : Karol Irina, Villafuerte Carhuacho.

Facultad : Ingeniería

Escuela Profesional : Ingeniería Civil

Asesor (a) (es) : Dr. Ing. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta

Ing. Alfredo Miguel Otañe Rodríguez

Que, fue presentado con fecha 02.02.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 03.02.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **14%**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 06 de febrero del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

CONTENIDO

| | |
|---|---------------|
| DEDICATORIA | <i>iiiv</i> |
| AGRADECIMIENTO | <i>v</i> |
| CONTENIDO | <i>vi</i> |
| CONTENIDO DE TABLAS | <i>xi</i> |
| CONTENIDO DE FIGURAS | <i>xiiiiv</i> |
| RESUMEN | <i>xiv</i> |
| ABSTRACT | <i>xv</i> |
| INTRODUCCIÓN | 166 |
| CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 188 |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática | 18 |
| 1.2. Delimitación del problema | 19 |
| 1.2.1. Espacial | 19 |
| 1.2.2. Temporal | 19 |
| 1.2.3. Económica | 19 |
| 1.3. Formulación del problema | 20 |
| 1.3.1. Problema General | 20 |
| 1.3.2. Problemas Específicos | 20 |
| 1.4. Justificación | 20 |
| 1.4.1. Social | 20 |
| 1.4.2. Teórica | 20 |
| 1.4.3. Metodológica | 21 |
| 1.5. Objetivos | 21 |
| 1.5.1. Objetivo General | 21 |
| 1.5.2. Objetivos Específicos. | 21 |
| CAPITULO II: MARCO TEORICO | 22 |
| 2.1. Antecedentes | 22 |
| 2.1.1. Nacionales | 22 |
| 2.1.2. Internacionales | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2. Bases teóricas o científicas | 31 |
| 2.2.1. Escoria siderúrgica | 31 |
| 2.2.1.1. Composición de escorias siderúrgicas | 32 |
| 2.2.1.2. Comportamiento hidráulico de las escorias de alto horno | 35 |
| 2.2.1.3. Influencia de la composición química | 35 |
| 2.2.2. Cartón reciclado | 36 |
| 2.2.3. Concreto | 36 |
| 2.2.3.1. Características del Concreto: | 37 |
| 2.2.3.2. Componentes y complementos del concreto: | 38 |
| 2.2.4. Propiedades físicas y mecánicas del Concreto | 39 |
| 2.3. Marco conceptual | 42 |
| CAPITULO III: HIPOTESIS | 44 |
| 3.1. Hipótesis general | 44 |
| 3.2. Hipótesis específicos | 44 |
| 3.3. Variables | 45 |
| 3.3.1. Definición conceptual de la variable | 45 |
| 3.3.2. Definición operacional de la variable | 45 |
| 3.3.3. Operacionalización de variables | 46 |
| CAPITULO IV: METODOLOGIA | 50 |
| 4.1. Método de investigación: <i>método científico</i> | 50 |
| 4.2. Tipo de investigación: <i>aplicada</i> | 50 |
| 4.3. Nivel de investigación: <i>explicativo</i> | 50 |
| 4.4. Diseño de investigación: <i>experimental</i> | 51 |
| 4.5. Población y muestra | 51 |
| 4.5.1. Población | 52 |
| 4.5.2. Muestra | 52 |
| 4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 53 |
| 4.6.1. Técnica: <i>observación directa</i> | 53 |
| 4.6.2. Instrumento de recolección de datos | 53 |
| 4.6.2.1. Validez | 53 |
| 4.6.2.2. Confiabilidad | 53 |
| 4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos | 54 |
| 4.7.1. Técnicas | 54 |
| 4.7.2. Análisis de datos | 55 |
| 4.8. Aspectos éticos | 55 |

| | |
|---|-----------|
| CAPITULO V: RESULTADOS | 56 |
| 5.1. Estudios de laboratorio | 56 |
| 5.2. Métodos de análisis de datos | 56 |
| 5.2.1. Procedimiento de caracterización de agregados, cenizas de cartón reciclado, escoria siderúrgica y diseño de mezcla. | 57 |
| 5.2.1.1. Caracterización de materiales agregados (agregado fino y grueso) | 57 |
| 5.2.1.2. Caracterización de cenizas de cartón reciclado | 60 |
| 5.2.1.3. Caracterización de escoria siderúrgica | 61 |
| 5.2.1.4. Diseño de mezcla de concreto hidráulico (ACI 211.1) | 62 |
| 5.3. Estimación de la influencia de la permeabilidad del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica. | 63 |
| 5.4. Determinación del cambio de la absorción del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica. | 64 |
| 5.5. Estimación de la variación de la resistencia a la compresión con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en el concreto hidráulico. | 65 |
| 5.6. Calculo de la variación de la resistencia a la flexión con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en el concreto hidráulico. | 67 |
| 5.7. Determinación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico. | 70 |
| 5.8. Resultados de la investigación | 71 |
| 5.8.1. Resultados de la estimación de la variación de la permeabilidad del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica. | 71 |
| 5.8.2. Resultados de la cuantificación de la variación de la absorción del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica. | 73 |
| 5.8.3. Resultados de la estimación de la variación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico. | 75 |
| 5.8.4. Resultados del cálculo de la variación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico. | 77 |
| 5.8.5. Resultados de la determinación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico. | 78 |
| 5.9. Contraste de hipótesis | 80 |
| 5.9.1. Comportamiento de la permeabilidad del concreto endurecido modificado con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica | 81 |
| 5.9.2. Comportamiento de la absorción del concreto endurecido modificado con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica | 82 |
| 5.9.3. Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto endurecido modificado con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica | 83 |
| 5.9.4. Comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto endurecido modificado con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica | 84 |

| | |
|--|-----------|
| CAPITULO VI: ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS | 86 |
| 6.1. Discusión 1: Estimación de la influencia de la permeabilidad del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica. | 86 |
| 6.2. Discusión 2: Determinación del cambio de la absorción del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica. | 87 |
| 6.3. Discusión 3: Estimación de la variación de la resistencia a la compresión con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en del concreto hidráulico. | 87 |
| 6.4. Discusión 4: Calculo de la variación de la resistencia a la flexión con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en el concreto hidráulico. | 88 |
| 6.5. Discusión 5: Determinación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico. | 88 |
| CONCLUSIONES | 90 |
| RECOMENDACIONES | 92 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 93 |
| ANEXOS | 95 |
| MATRIZ DE CONSISTENCIA | 95 |
| PANEL FOTOGRÁFICO | 97 |

CONTENIDO DE TABLAS

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabla 2.1: Composición química de escorias siderúrgicas</i> | 32 |
| <i>Tabla 2.2: Composición de 55 escorias alemanas, belgas, españolas, francesas, inglesas y norteamericanas.</i> | 33 |
| <i>Tabla 2.3: Composición química de escorias de alto horno</i> | 33 |
| <i>Tabla 2.4: Índices de basicidad e índices de hidraulicidad de las escorias siderúrgicas</i> | 34 |
| <i>Tabla 2.5: Características y aspectos del concreto</i> | 37 |
| <i>Tabla 4.5: Número de especímenes ensayados</i> | 52 |
| <i>Tabla 4.6: Rangos de validez</i> | 53 |
| <i>Tabla 4.7: Validez del contenido del instrumento de variables</i> | 53 |
| <i>Tabla 4.8: Rangos de confiabilidad</i> | 54 |
| <i>Tabla 5.1: Pruebas de laboratorio</i> | 56 |
| <i>Tabla 5.2: Resumen de las características del agregado fino y grueso</i> | 57 |
| <i>Tabla 5.3: Peso específico y absorción del agregado fino</i> | 57 |
| <i>Tabla 5.4: Peso específico y absorción del agregado grueso</i> | 58 |
| <i>Tabla 5.5: Peso unitario agregado fino</i> | 58 |
| <i>Tabla 5.6: Peso unitario agregado grueso</i> | 59 |
| <i>Tabla 5.7: Contenido de humedad del agregado fino</i> | 59 |
| <i>Tabla 5.8: Contenido de humedad del agregado grueso</i> | 60 |
| <i>Tabla 5.9: Análisis químico – cenizas de cartón reciclado</i> | 60 |
| <i>Tabla 5.10: Granulometría de cenizas de cartón</i> | 60 |
| <i>Tabla 5.11: Composición química – escoria</i> | 61 |
| <i>Tabla 5.12: Granulometría de la escoria</i> | 61 |
| <i>Tabla 5.13: Diseño de mezclas CONTROL (C)</i> | 62 |
| <i>Tabla 5.14: Diseño C + 3% E + 8% CR</i> | 62 |

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabla 5.15: Diseño C + 4% E + 6% CR</i> | 62 |
| <i>Tabla 5.16: Diseño C + 5% E + 6% CR</i> | 63 |
| <i>Tabla 5.17: Diseño C + 6% E + 4% CR</i> | 63 |
| <i>Tabla 5.18: Preparación de muestras para permeabilidad</i> | 63 |
| <i>Tabla 5.19: Ensayo de permeabilidad del concreto a los 28 días</i> | 63 |
| <i>Tabla 5.20: Preparación de muestras para absorción</i> | 64 |
| <i>Tabla 5.21: Ensayo de absorción del concreto a los 28 días</i> | 65 |
| <i>Tabla 5.22: $f'c$ – 07 días probetas.</i> | 65 |
| <i>Tabla 5.23: $f'c$ – 14 días probetas.</i> | 66 |
| <i>Tabla 5.24: $f'c$ – 28 días probetas.</i> | 67 |
| <i>Tabla 5.25: $f'c$ – 07 días viguetas.</i> | 67 |
| <i>Tabla 5.26: $f'c$ – 14 días viguetas.</i> | 68 |
| <i>Tabla 5.27: $f'c$ – 28 días viguetas.</i> | 69 |
| <i>Tabla 5.28: Resultados obtenidos de los concretos modificados.</i> | 70 |
| <i>Tabla 5.29: Resultados del ensayo de permeabilidad</i> | 71 |
| <i>Tabla 5.30: Grados de porcentaje % de variación de la permeabilidad</i> | 71 |
| <i>Tabla 5.31: Resultados del ensayo de absorción</i> | 73 |
| <i>Tabla 5.32: Resultados de la resistencia a la compresión</i> | 75 |
| <i>Tabla 5.33: Resultados del ensayo de la resistencia a la flexión</i> | 77 |
| <i>Tabla 5.34: Resumen de las propiedades físicas y mecánicas del concreto</i> | 78 |
| <i>Tabla 5.35: Regresión lineal – permeabilidad patrón vs permeabilidad con adición de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica.</i> | 81 |
| <i>Tabla 5.36: Regresión lineal – absorción patrón vs absorción con adición de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica.</i> | 82 |
| <i>Tabla 5.37: Regresión lineal – resistencia patrón vs resistencia con adición de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica a los 28 días.</i> | 83 |
| <i>Tabla 5.38: Regresión lineal - resistencia a la flexión patrón vs resistencia con adición de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica a los 28 días.</i> | 84 |

CONTENIDO DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| <i>Figura 1. 1: Deterioro de pavimentos urbanos</i> | 19 |
| <i>Figura 1. 2: Precipitaciones pluviales</i> | 19 |
| <i>Figura 2.1: Mezclas de escorias siderúrgicas</i> | 34 |
| <i>Figura 4.1: Esquema de experimentos y variables</i> | 51 |
| <i>Figura 5.1: Grafico del comportamiento del coeficiente de permeabilidad</i> | 72 |
| <i>Figura 5.2: Grafico del comportamiento de la profundidad de penetración</i> | 73 |
| <i>Figura 5.3: Gráfico de la absorción a los 28 días</i> | 74 |
| <i>Figura 5.4: Gráfico de la resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días</i> | 76 |
| <i>Figura 5.5: Gráfico de la resistencia a la flexión a los 7, 14, 28 días</i> | 78 |

RESUMEN

La presente tesis titulada: Influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, Huancayo 2022, tuvo como problema general: ¿Cuánto influye las cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico?, como objetivo general: Determinar la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico y la hipótesis general fue: Las cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica influyen significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico.

El método general fue el científico, el tipo de investigación fue explicativo con un diseño experimental. La población y muestra correspondió a la cantidad de concreto convencional y concreto modificado con adiciones de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica para la permeabilidad, absorción, la resistencia a compresión y la resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días de un total de 120 probetas.

La conclusión a la que se llegó es que, las propiedades del concreto adicionando con 3% de escoria y 8% de ceniza de cartón reciclado son la mejor dosificación aportando los buenos resultados a los 28 días tanto en resistencia a la compresión con 295 kg/cm² como en la resistencia a la flexión con 31.62 kg/cm².

Palabras clave: concreto, cenizas de cartón reciclado, permeabilidad, absorción, resistencia a compresión, resistencia a la flexión.

ABSTRACT

The present thesis entitled: Influence of recycled cardboard ash and steel slag on the physical and mechanical properties of hydraulic concrete, Huancayo 2022, had as a general problem: How much does recycled cardboard ash and steel slag influence the physical and mechanical properties of concrete? hydraulic concrete?, as a general objective: Determine the influence of recycled cardboard ashes and steel slag on the physical and mechanical properties of hydraulic concrete and the general hypothesis was: Recycled cardboard ashes and steel slag significantly influence the physical and mechanical properties of hydraulic concrete.

The general method was scientific; the type of research was explanatory with an experimental design. The population and sample corresponded to the amount of conventional concrete and concrete modified with additions of recycled cardboard ashes and steel slag for permeability, absorption, compressive strength and flexural strength at 7, 14 and 28 days of a total of 120 test tubes.

The conclusion reached is that the properties of the concrete adding 3% slag and 8% recycled cardboard ash are the best dosage, providing good results after 28 days both in compressive strength with 295 kg/ cm² as in the resistance to flexion with 31.62 kg/cm².

Keywords: concrete, recycled cardboard ashes, permeability, absorption, compressive strength, flexural strength.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titula: “Influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico; busca la solución del problema del deterioro de pavimentos urbanos a causa de la construcción a lo largo de los años y las precipitaciones pluviales. En su desarrollo se revisa teorías de: tecnología de concreto, resistencia a la compresión, flexión, permeabilidad y absorción; los cuales están relacionados con las variables: cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, propiedades físicas y mecánicas del concreto de la investigación. En su desarrollo se fija como objetivo Determinar la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, Huancayo 2022.

La importancia de este proyecto radica en el aprovechamiento de las cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica como sustitución a los aditivos químicos para mejorar la resistencia del concreto, para lo cual se realizaron ensayos de laboratorio conformado por el concreto sin adición de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica (muestra patrón) y el concreto con adición de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica.

El proyecto de investigación está conformado por los siguientes capítulos:

El Capítulo I: Planteamiento del problema, la cual está conformada por la descripción de la realidad problemática, delimitación del problema, formulación del problema, justificación y los objetivos.

El Capítulo II: Marco teórico, en la que se expone los antecedentes nacionales e internacionales, bases teóricas o científicas y el marco conceptual.

El Capítulo III: Hipótesis, la cual está conformada por hipótesis general, específicas y variables.

El Capítulo IV: Metodología, donde explica el método, tipo, nivel y diseño de la investigación usados en la tesis; como también se describe la población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos, aspectos éticos de la investigación.

El Capítulo V: Resultados, donde se detallará en base a los problemas, objetivos y las hipótesis.

El Capítulo VI: Análisis y discusión de resultados, donde se realiza la discusión de los resultados obtenidos de la investigación frente a los antecedentes utilizados.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En la actualidad el problema que se viene atravesando es el deterioro de pavimentos urbanos a causa de la construcción a lo largo de los años y las precipitaciones pluviales.

El aumento de la población mundial ha tenido como consecuencia el crecimiento de la industria de la construcción. Lo anterior, implica la explotación de recursos naturales no renovables y por ende un mayor impacto ambiental por la contaminación del suelo, el agua y el aire. Así, el desarrollo sostenible se ha convertido en una prioridad en la industria, por ejemplo, por medio de la incorporación de residuos en la cadena productiva. El acero puede producirse por dos métodos: el alto horno (se funden minerales de hierro) y el horno de arco eléctrico (se funde chatarra metálica reciclada). En este último, el proceso más utilizado en Colombia, se forma la escoria horno de arco eléctrico (EHAE). Este residuo representa una oportunidad de aprovechamiento en la construcción. Varias investigaciones han estudiado el uso de este material como agregado y como materia prima del cemento. Así mismo, su utilización como sustituto de material cementante en la construcción de terraplenes, bases, subbases y capas de rodadura, siendo en el área de pavimentos donde mayor aplicación puede darse a la escoria. Rojas et al (2021)

En el Perú “Dada la composición química de la ceniza que se obtiene como producto de la combustión del cartón reciclado, esta también ha sido utilizada como elemento puzolánico en la fabricación de cementos y concretos.” Rodríguez et al (2019)

La importancia de esta investigación radica en su aporte a la resolución de problemas de desgaste del pavimento urbano debido a las exigencias del tráfico y precipitaciones pluviales, teniendo en cuenta

anteriormente surge la necesidad de sustituir el uso de aditivos químicos por aditivos convencionales como la ceniza de cartón reciclado y escoria siderúrgica. Por supuesto, porque el costo de producir concreto se reducirá.

Una alternativa de solución es reparar pavimentos urbanos con las cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica ya que se presenta por las precipitaciones pluviales.

Figura 1. 1: Deterioro de pavimentos urbanos



Fuente: Unifort

Figura 1. 2: Precipitaciones pluviales



Fuente: Diario correo

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

La investigación se desarrollará en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos que se ubica en el Distrito de Huancán, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín.

1.2.2. Temporal

La presente investigación se delimita temporalmente para los meses de setiembre del 2022 a enero del 2023.

1.2.3. Económica

La presente investigación fue asumida en su totalidad por la tesista.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Cuánto influye las cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, Huancayo 2022?

1.3.2. Problemas Específicos

¿Cuánto varía la permeabilidad del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, Huancayo 2022?

¿Cómo varía la absorción del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, Huancayo 2022?

¿Cómo influye las cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico, Huancayo 2022?

¿En cuánto cambia la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico, Huancayo 2022?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

Teniendo en cuenta el presente tema de tesis sobre la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, debe decirse que la motivación principal radica porque no existen estudios sobre este tema y los resultados nos permitirán conocer, de igual manera podrán utilizarse como referencia en otras investigaciones.

1.4.2. Teórica

La importancia de obtener la información obtenida servirá para futuras investigaciones o de punto de inicio para ampliar el conocimiento científico referido al tema y de esa manera de enriquecer conocimientos que existe sobre el tema en mención, así con todo lo referido a pavimentos y construcción, debido a que estos aspectos son los que idealmente deben cumplir los ingenieros y constructores.

1.4.3. Metodológica

Se realizará mediante ensayos para poder analizar la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, Huancayo 2022.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, Huancayo 2022.

1.5.2. Objetivos Específicos.

Estimar la variación de la permeabilidad del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, Huancayo 2022.

Cuantificar la variación de la absorción del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, Huancayo 2022.

Estimar la variación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico, Huancayo 2022.

Calcular la variación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico, Huancayo 2022.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Amat (2022) en la tesis de grado *titulado*: “ Propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022”, fijo como objetivos: **Objetivo General**: Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto con adición de cal y ceniza de chala de maíz en pavimentos rígidos cusco 2022. Aplicando una **metodología**: tipo de investigación: aplicada, nivel de investigación: explicativo, diseño de investigación: experimental, obtuvo los **resultados** siguientes: Determinándose los resultados en base al concreto patrón, desarrollándose para trabajabilidad 3.0 pulg +- 0.45 pulg, para contenido de aire 1.5 % +- 0.43 %, para resistencia a la compresión 244.1 kg/cm² +- 7.45 kg/cm² y para flexión 33.54 kg/cm² +- 1.036 kg/cm², estos datos corresponden a la D - 8. Con una combinación de 5% de cal y 10% de ceniza de chala de maíz. Finalmente, fijo como **conclusiones**: Concluyéndose que la incorporación con ceniza de chala de maíz y en proporciones 5%, 10% y 12.5%, y cal al 3%, 4% y 5%, es idóneo para los concretos $f'c=210$ kg/cm² porque consiguen resultados favorables.

Pucllas (2021) en la tesis de grado **titulado**: “ Influencia de la adición de fibra de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto”, fijo como objetivos: **Objetivo General**: Evaluar la influencia de la adición de fibra de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Aplicando una **metodología**: tipo de investigación: aplicada, nivel de investigación: explicativo, diseño de investigación: experimental, obtuvo los **resultados** siguientes: en las propiedades físicas con adición 1.5% fibra de acero: asentamiento +8.7%, contenido de aire 22.2%, temperatura -3%, peso unitario 0.4%; en las propiedades mecánicas a los 28 días incrementa 12.76% resistencia a compresión y 29.62% resistencia a flexión. Finalmente, fijo como **conclusiones**: La adición de fibra de acero influye significativamente mejorando las propiedades físicas y mecánicas del concreto, pues trae una buena manejabilidad, un rendimiento no tan variante, un incremento de la resistencia compresión y flexión al 1.5 % de adición de fibra de acero respecto a un concreto convencional de $f'c$ de 210 kg/cm².

Falcón (2021) en la tesis **titulado**: “ Propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificados con mucílago de huaraco en zonas alto andinas, Huancayo, Junín 2021”, fijo como **objetivos**: Analizar la variación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificado con mucílago de Huaraco en zonas alto andinas, Huancayo, Junín 2021. Aplicando una **metodología**: tipo de investigación: aplicada, nivel de investigación: explicativo, diseño de investigación: experimental, obtuvo los **resultados** siguientes: Slump 0.5% en 4, 1.0% en 3.3, 1.5% 3.5, permeabilidad 0.5% en 40.15, 1.0% en 39.20, 1.5% en 35.15, penetración 0.5% en -4.74%, 1.0% en -6.99%, 1.5% en -16.61%, Resistencia a la compresión 7 días: 0.5% en 288.67, 1.0% en 347.73, 1.5% en 343.97; 14 días: 0.5% en 256.37, 1.0% en 300.03, 1.5% en 332.93; 28 días: 0.5% en 228.20, 1.0% en 276.33, 1.5% en 306.90; Resistencia a la flexión 7 días: 0.5% en 37.76, 1.0% en 44.60, 1.5% en 47.83; 14 días: 0.5% en 34.53, 1.0% en 41.47, 1.5% en 45.44; 28 días: 0.5% en 31.54, 1.0% en 38.14, 1.5% en 42.72. Finalmente, fijo como **conclusiones**: La adición de mucílago de Huaraco genera impactos positivos en las propiedades físicas y mecánicas

del concreto, siendo el 0.5 % de dosificación que incrementa la trabajabilidad y las resistencias a la compresión y flexión. En la propiedad de trabajabilidad, se determinó que para todas las dosificaciones (0.0 %, 0.5 %, 1.0 % y 1.5 %) presentaron un comportamiento trabajable, siendo 4" de slump que presentó el 0.5 % de adición de mucílago de Huaraco. Para la permeabilidad, se determinó que el 1.5 % de adición de mucílago de Huaraco presenta valores para el coeficiente de permeabilidad y profundidad de penetración ($7.78E-11$, 35.15 mm respectivamente). El uso de mucílago de Huaraco al 0.5 % incrementa la resistencia a compresión del concreto teniendo 385 kg/cm² en comparación al concreto patrón (343.97 kg/cm²), para porcentajes mayores la resistencia disminuye. La adición del 0.5 % de mucílago de Huaraco aumenta la resistencia a flexión del concreto dando como resultado 47.83 kg/cm² en comparación a la resistencia del concreto patrón (39.91 kg/cm²).

Pacco (2021) en la tesis de grado **titulado**: "Propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificado con mucilago de waraco para pavimentos rígidos, Macusani, Puno 2021", fijo como **objetivos**: Determinar la variación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificado con mucilago de waraco para pavimentos rígidos, Macusani, Puno 2021. Aplicando una **metodología**: tipo de investigación: aplicada, nivel de investigación: explicativo, diseño de investigación: experimental, obtuvo los **resultados** siguientes: el asentamiento alcanzó un valor óptimo de 9.40 ± 1.40 cm, luego la absorción alcanzó un valor favorable de $5.97 \pm 0.16\%$ a los 28 días, luego la resistencia a la compresión alcanzo el máximo valor a los 28 días $f'_c=379.61 \pm 60.47$ kg/cm², finalmente la resistencia a la flexión alcanzo el máximo valor a los 28 días $M_r=54.25 \pm 7.18$ kg/cm². Finalmente, fijo como **conclusiones**: se obtiene un mejor resultado con la adición de 2% de mucilago de waraco, que aumenta significativamente así sus valores, respecto al asentamiento en 17.50%, absorción en un decrecimiento de 2.66%, resistencia a la compresión en 18.95% y resistencia a la flexión en 15.25% respecto a la muestra control, que mejora así sus propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico.

Chinchayhuara (2020) en la tesis de grado **titulado**: “Adición de fibras de agave para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 kg/cm², la libertad – 2020”, fijo como **objetivos**: determinar si la adición de fibras de agave (penca de maguey) mejora las propiedades físicas y mecánicas de un concreto de 210 kg/cm², La Libertad – 2020. Aplicando una **metodología**: tipo de investigación: aplicada, nivel de investigación: explicativo, diseño de investigación: experimental, obtuvo los **resultados** siguientes: Granulometría AG: 4.5 – 0.1% AF: 64.3 – 10.1%, Contenido de humedad AF: 0.9%, peso específico PEG: 6.79% absorción: 0.1 gr/cm³, PEF: 2.93%, peso unitario fino: 11495 kg/m³ grueso: 1495 kg/m³, peso unitario compactado fino: 1624, grueso: 1624, Resistencia a la compresión 14 días: 0.5% en 228.7, 1.0% en 223.6, 1.5% en 210.7; 28 días: 0.5% en 253.8, 1.0% en 247.8, 1.5% en 238.4; Resistencia a la flexión 7 días: 0.5% en 22.9, 1.0% en 21.0, 1.5% en 19.8; 14 días: 0.5% en 24.3, 1.0% en 22.2, 1.5% en 20.9; 28 días: 0.5% en 27.7, 1.0% en 25.6, 1.5% en 24.9; Resistencia a la flexión 7 días: 0.5% en 34.6, 1.0% en 35.5, 1.5% en 34.6; 14 días: 0.5% en 38.6, 1.0% en 39.8, 1.5% en 39.1; 28 días: 0.5% en 44.9, 1.0% en 45.7, 1.5% en 45.4, Slump 0.5% - 5”, 1.0% - 4 ½”, 1.5% - 4”. Finalmente, fijo como **conclusiones**: Por otro lado, en cuanto a propiedades mecánicas la adición de 0.5 y 1 % tiene un efecto positivo y la adición de 1.5 % tiene un efecto negativo con respecto a la resistencia a la compresión y tracción, además con respecto a la resistencia a flexión influye de manera positiva. Por otro lado, en cuanto a las propiedades físicas, se determinó que, a más porcentaje incorporado, el concreto es menos trabajable. Se concluyó que la incorporación de fibra de agave tiene una alta influencia en el asentamiento del concreto. De los porcentajes incorporados al concreto se obtuvo un Slump de 5”, 4 ½” y 4” en los porcentajes de 0.50%, 1.00% y 1.50% respectivamente en comparación con el asentamiento de la muestra patrón que fue de 5 ½”, esto indica que a más incorporación de fibra el concreto será menos trabajable. Los ensayos de resistencia a la compresión y tracción a los 28 días, concluyeron que de la incorporación de fibra de agave al concreto en los porcentajes del 0.50%, 1.00% y 1.50% se obtuvo una resistencia promedio a compresión de 253.8, 247.8 y 238.4 kg/cm² y la

resistencia a tracción se obtuvo 27.7, 25.6 y 24.9 kg/cm² respectivamente, mientras que el concreto patrón su resistencia a compresión es 241.8 kg/cm² y a tracción es 25.5 kg/cm², lo cual indica que porcentajes de 0.5 y 1 % lograron superar a la resistencia a la compresión y tracción del concreto patrón mientras que la adición de 1.5 % no influye, inclusive está por debajo de la resistencia tanto en tracción como compresión resistencia de diseño. Con respecto a la resistencia a la flexión, es posible determinar que la incorporación de fibra de agave al concreto influye de manera positiva. Ya que el módulo de rotura del concreto con porcentajes del 0.50%, 1.00% y 1.50% y ensayados a los 28 días son de 44.9, 45.7 y 45.4 kg/cm² cuyos valores se encuentran por sobre el módulo de rotura de la muestra patrón cuyo valor es de 43.9 kg/cm².

2.1.2. Internacionales

Rojas et al, (2021) en la revista **titulada**: “Uso de las escorias de horno de arco eléctrico (EHAE) en la construcción – estado del arte”, El **objetivo** de este trabajo es proporcionar una revisión actualizada del estado del arte sobre el uso de la EHAE en la construcción, para promover el uso correcto y segura de este residuo y promover a la sostenibilidad de la industria siderúrgica. Finalmente, fijo como **conclusiones**: Por medio de la revisión del estado del arte, se concluye que el uso de EHAE puede ser una alternativa viable como material de construcción. Cabe señalar que su mayor potencial es como agregado para la producción de capas granulares, concretos, morteros y mezclas asfálticas, debido a que tiene un efecto positivo por sus altas propiedades mecánicas.

Pulido et al (2020) en la tesis **titulada**: “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto obtenido a partir de la activación alcalina de ceniza volante”, este trabajo tiene como **objetivo**: Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los concretos a base de cemento Portland y cemento de activación alcalina. Aplicando una **metodología**: tipo de investigación: aplicada, nivel de investigación: explicativo, diseño de investigación: experimental, obtuvo los **resultados** siguientes: Se evidencia en el reporte que las probetas falladas lograron a los 31 días de curado, un porcentaje de

120% de resistencia a la compresión, equivalente a 24.7 MPa, dado que, según uno de los objetivos planteados en este proyecto, se buscaba alcanzar una resistencia específica f'_c de 21 MPa, lo que indica que el diseño de mezcla planteado cumple con el requisito mínimo de diseño para este tipo de concretos. Con lo referente a la concentración molar encontrada para cada caso fue entre los 8M y los 10M lo que permite encontrar una congruencia entre el planteamiento propuesto según el numeral 6.3.2, el cual fue de 9M. Sin embargo, en alguno de los casos revisados se evidencia una importante participación de una segunda sustancia activadora como lo es el silicato de sodio (Na_2SiO_3), el cual proporciona un mejoramiento en las propiedades mecánicas de cada muestra que las que se puedan encontrar únicamente usando NaOH . Se puede evidenciar un incremento promedio del 106.2% a la resistencia a la compresión de los ensayos realizados con ceniza volante (Mezcla 2 y 3) frente a la resistencia obtenida con relación a la muestra patrón, a base de cemento Portland (Mezcla 1). Adicional a esto, la mezcla 4 registró un aumento del 2.04% de resistencia frente a la obtenida en la mezcla patrón, es decir, obtuvo en menor tiempo la resistencia a la compresión requerida a la que fue diseñado. Finalmente fijo como **conclusiones**: Con base en el diseño de mezcla a base de ceniza volante propuesto, se logró realizar la activación del precursor, por medio del uso de NaOH a una concentración de 9M lo cual corresponde a lo evidenciado en las propuestas de diseño encontradas en investigaciones relacionadas anteriormente, corroborando el rango de concentración utilizado por la mayoría de los autores la cual se encontraba entre los 8M y 10M, debido a que en el primer acercamiento al proceso de activación se utilizó una concentración mayor a 10M causando que la resistencia final obtenida fuera menor a la esperada.

Landa et al, (2019) en la revista **titulada**: “Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de concretos sustentables base agregados reciclados y ceniza de bagazo de caña de azúcar”, este trabajo tiene como **objetivo**: Se sigue el objetivo del desarrollo sostenible y, en consecuencia, se establece la base de una convivencia amistosa entre el hombre y la naturaleza. Datos indican que el 10% de los agregados usados en Gran

Bretaña (Collins, 1996) son RCA, 78.000 toneladas de RCA se utilizaron en Holanda (De Vries, 1996) en 1994, ya que la organización nacional correspondiente admitió que el uso del 20% de RCA grueso no diferenciaba propiedades del concreto en estado fresco o endurecido. Además, el reciclaje de BDW en el 40% se ha establecido como objetivo en Alemania (Acker, 1996) desde 1991. Un informe reciente de la administración federal de carreteras se refiere a la relativa experiencia de los datos europeos sobre el pavimento de concreto y asfalto reciclado. El rápido desarrollo de la investigación sobre el uso de RCA para la producción de concreto nuevo también ha llevado a la producción de concreto de alto rendimiento y resistencia (Limbachiya, 2000). Debe observarse, por supuesto, que normalmente se recomienda el uso de RCA grueso (hasta un 30%), pero a menudo se considera necesario añadir súper plastificantes (Zankler, 1999., RILEM, 1994) para lograr la trabajabilidad requerida del nuevo concreto. Por estas razones es importante y necesario que la construcción tenga cambios que beneficien y ayuden al mejoramiento de nuestro entorno. Finalmente, fijo como **conclusiones**: Los resultados de las temperaturas obtenidas son de acuerdo a las condiciones climáticas cuando se realizaron las mezclas de concreto sustentables ternarios. Dichos resultados están dentro de las especificaciones de la norma NMX-C155. El ensayo de revenimiento, se obtuvieron las diferentes consistencias de los concretos ternarios, en los cuales se apreció una disminución de consistencia al aumentar el porcentaje de las adiciones de agregado reciclado, esto se atribuye a que las diferentes densidades y absorciones de las adiciones. Las masas unitarias de los concretos sustentables se encuentran dentro de las especificaciones para ser utilizados como concretos de uso estructural. En cuanto a los resultados del concreto en estado endurecido se observó que la mezcla con el 80% de AR, presentó mejor comportamiento en cuanto a resistencia, que las otras y muy cercano a la mezcla control. Además, que en el módulo de elasticidad la mezcla con 20% presenta un mejor comportamiento, esto por tener mayor porcentaje de AN, y rebasa el valor que obtiene la mezcla control.

Alonso & Puerto (2018) en la tesis *titulado*: “Desempeño de un concreto hidráulico adicionado con vidrio molido reciclado y EAFS”, este trabajo tiene como *objetivo*: Analizar el comportamiento de una mezcla de concreto hidráulico convencional remplazando el agregado grueso por Escoria Negra de Horno de arco eléctrico (EAFS), y el agregado fino por polvo de vidrio reciclado PVR. Aplicando una *metodología*: tipo de investigación: aplicada, nivel de investigación: explicativo, diseño de investigación: experimental, obtuvo los *resultados* siguientes: Módulo de rotura patrón P1-7=> 7 días, carga 2291, modulo 30.24, patrón P1-7=> 7 días, carga 2261, modulo 29.95 promedio 30; P2-28=> 28 días, carga 3423, modulo 45, patrón P2-28=> 28 días, carga 3072, modulo 39.85 promedio 42; resistencia a la compresión P1-7=> 7 días, carga 16213, esfuerzo 207, P1-7=> 7 días, carga 16213, esfuerzo 201, P1-7=> 7 días, carga 15194, esfuerzo 192, P2-28=> 28 días, carga 26717, esfuerzo 322, P2-28=> 28 días, carga 23759, esfuerzo 291, P2-28=> 28 días, carga 27226, esfuerzo 333; Módulo de rotura 20% vidrio molido (50 EAFS – 20% vidrio) 5020-7=> 7 días, carga 2168, modulo 27.23, patrón 5020-7=> 7 días, carga 2140, modulo 27.02 promedio 27; 5020-28=> 28 días, carga 3636, modulo 46.59, patrón 5020-28=> 28 días, carga 3132, modulo 40.6 promedio 44; resistencia a la compresión 5020-1=> 7 días, carga 14888, esfuerzo 192, 5020-1=> 7 días, carga 14888, esfuerzo 184, 5020-1=> 7 días, carga 14480, esfuerzo 175, 5020-2=> 28 días, carga 29368, esfuerzo 356, 5020-2=> 28 días, carga 28144, esfuerzo 343, 5020-2=> 28 días, carga 30286, esfuerzo 369; Módulo de rotura 30% vidrio molido (50 EAFS – 30% vidrio) 5030-7=> 7 días, carga 2311, modulo 29.3, patrón 5030-7=> 7 días, carga 2194, modulo 27.69 promedio 28.5; 5030-28=> 28 días, carga 3531, modulo 45.88, patrón 5030-28=> 28 días, carga 3307, modulo 42.65 promedio 44.3; resistencia a la compresión 5030-1=> 7 días, carga 18661, esfuerzo 223, 5030-1=> 7 días, carga 18355, esfuerzo 220, 5030-1=> 7 días, carga 17539, esfuerzo 208, 5030-2=> 28 días, carga 21720, esfuerzo 268, 5030-2=> 28 días, carga 25595, esfuerzo 316, 5030-2=> 28 días, carga 26411, esfuerzo 325; Módulo de rotura 40% vidrio molido (50 EAFS – 40% vidrio) 5040-7=> 7 días, carga 26, modulo 32.94, patrón 5040-7=> 7 días, carga 26, modulo 31.17 promedio 33; 5040-28=> 28 días, carga 3194, modulo 41.06, patrón 5040-28=> 28 días, carga

3341, modulo 42.83 promedio 42; resistencia a la compresión 5040-1=> 7 días, carga 18661, esfuerzo 226, 5040-1=> 7 días, carga 19477, esfuerzo 238, 5040-1=> 7 días, carga 19375, esfuerzo 239, 5040-2=> 28 días, carga 28960, esfuerzo 360, 5040-2=> 28 días, carga 29878, esfuerzo 364, 5040-2=> 28 días, carga 28960, esfuerzo 349. Finalmente, fijo como **conclusiones**: Al analizar el comportamiento de las mezclas realizadas, se pudo concluir que el uso de EAFS y polvo de vidrio reciclado (PVR) permite el aumento de la resistencia en comparación con un concreto convencional, siendo la combinación 60% arena, 40% polvo de vidrio, 50% grava y 50% EAFS la que presentó un mejor comportamiento a la compresión y la combinación 70% arena, 30% polvo de vidrio, 50% arena y 50% EAFS la que presentó el mejor comportamiento a flexión. Por último, se observó que al realizar un concreto con la utilización de estos agregados no convencionales se generan costos adicionales, al tener que realizar un proceso adicional antes de ser utilizados, lo que demanda mayor mano de obra y tiempo, ya que en esta investigación todo ese proceso se hizo de forma manual.

Díaz & López (2018) en la tesis **titulada**: “Análisis del comportamiento de concreto hidráulico adicionado con EAFS y polvo de vidrio reciclado”, este trabajo tiene como **objetivo**: El presente trabajo muestra el análisis del comportamiento del concreto hidráulico adicionado con materiales no convencionales, concretamente, EAFS y PVR, en sustitución parcial de los agregados convencionales en volumen (grava y arena respectivamente). La proporción de sustitución de la grava (AG) por EAFS, es del 25% y 75% de grava para cada una de las mezclas. Se hará la sustitución del agregado fino (AF) por vidrio molido reciclado en 20%, 30% y 40%. Aplicando una **metodología**: tipo de investigación: aplicada, nivel de investigación: explicativo, diseño de investigación: experimental, obtuvo los **resultados** siguientes: R a/c= 0.45 M1 P1-7=> 7 días, carga 16213, resistencia 20.3, P1-7=> 7 días, carga 16213, resistencia 19.7, P1-7=> 7 días, carga 15194, resistencia 18.9 P2-28=> 28 días, carga 26717, resistencia 31.6, P2-28=> 28 días, carga 23759, resistencia 28.5, P2-28=> 28 días, carga 27226, resistencia 32.7; R a/c= 0.45 M2 2520-7=> 7 días, carga 15602, modulo

19.0, 2520-7=> 7 días, carga 15602, modulo 18.5 promedio 66; 2520-7=> 28 días, carga 15398, modulo 18.3, promedio 109 2520-28=> 28 días, carga 25901, modulo 31.7, 2520-28=> 28 días, carga 26513, modulo 32.1, 2520-28=> 28 días, carga 22638, modulo 27.8, R a/c= 0.44 M2 2530-7=> 7 días, carga 16825, modulo 20.9, 2530-7=> 7 días, carga 15806, modulo 18.9 promedio 19.7; 2530-7=> 7 días, carga 16010, modulo 19.2, 2530-28=> 28 días, carga 27532, modulo 33.5, 2530-28=> 28 días, carga 30388, modulo 36.6, 2530-28=> 28 días, carga 28348, modulo 34.5, R a/c= 0.46 M2 2540-7=> 7 días, carga 13766, modulo 17.2, 2540-7=> 7 días, carga 13052, modulo 15.5 promedio 16.8; 2540-7=> 7 días, carga 14276, modulo 17.6, 2540-28=> 28 días, carga 25187, modulo 31.0, 2540-28=> 28 días, carga 25493, modulo 31.0, 2540-28=> 28 días, carga 26411, modulo 32.8. Finalmente, fijo como **conclusiones**: - Se hicieron mezclas de prueba para el ajuste por resistencia (paso 9 del método ACI 211.1), con R a/c iguales (0.47), para verificar la resistencia esperada de diseño a los 28 días. Se encontró que, aunque los cilindros no cumplieron con la resistencia esperada, el comportamiento mezcla a mezcla varió, suscitando un cambio en las R a/c para cada situación específica M1 0.45, M2 0.45, M3 0.44 Y M4 0.46, con las cuales se logró alcanzar la resistencia esperada a los 28 días, con tan solo una iteración en el diseño propuesto. Al encontrar dicho comportamiento se decide utilizar una R a/c única (0.45), para desarrollar el análisis a flexo tracción, encontrando que es necesario aumentar la cantidad de cemento en las mezclas no convencionales. Se demostró que llegar al valor de resistencia a compresión no garantiza que su desempeño a flexo tracción sea igual de bueno. Se logró controlar el asentamiento como premisa de diseño constante en todo el desarrollo de la investigación. Con lo anterior se aseguró la trabajabilidad de la mezcla durante todo el proceso de fundición de los cilindros y vigas.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Escoria siderúrgica

Calleja (2012) Entre las adiciones que tienen por objeto ahorrar energía en la fabricación de cementos, aprovechar subproductos y contribuir a la

conservación del medio ambiente incontaminado, tienen especial importancia y utilidad las escorias siderúrgicas.(p. 12)

Calleja (2012) Estas son el resultado de la combinación de las gangas o componentes no metálicos de los minerales en las distintas metalurgias, con las cenizas del combustible usado como agente reductor y con la caliza o dolomía empleadas como fundente o, en general, con los materiales utilizados para el refinado de los metales. (p. 12)

Puertas(1993) Las escorias de alto horno son materiales muy utilizados como adición activa para la elaboración de distintos cementos comerciales. Estos cementos siderúrgicos tienen algunas propiedades y características sensiblemente mejores que los cementos Portland ordinarios, tales como menor calor de hidratación, alta resistencia a los sulfatos y al agua de mar, así como una reducción muy apreciable a la reacción árido-álcalis. Sin embargo, y pese a ello existen aún muchas interrogantes en torno a estas escorias y fundamentalmente respecto a los factores o parámetros que afectan a su comportamiento hidráulico. (p. 37)

2.2.1.1. Composición de escorias siderúrgicas

Calleja (2012) De este modo los componentes ácidos sílice y alúmina ($\text{SiO}_2 = S$ y $\text{Al}_2\text{O}_3 = A$) se combinan con los componentes básicos cal y magnesia ($\text{CaO} = C$ y $\text{MgO} = M$), con diferentes relaciones S/A y C/M , así como $(C + M) / (S + A)$, dependiendo de los materiales que utilice cada siderúrgica. Se ve así que en la composición de las escorias entran los mismos óxidos que en la del Clinker de cemento portland, aunque en proporciones diferentes.

La composición química de las escorias varía entre límites que, en general, se pueden establecer como indican los Cuadros 2.1 y 2.2. Los valores del Cuadro 2.2 corresponden a 55 escorias que a su vez forman un grupo representativo de un total de 425. (p. 12)

Tabla 2.1: Composición química de escorias siderúrgicas

| Oxidos | % | | | |
|---------------------------|-------|--------|----------|-----------|
| | Máx. | Mín. | Med. | \approx |
| C | 50-55 | 25-35 | 40-45 | 45 |
| S | 40-55 | 25-40 | 30-40 | 30 |
| A (+ T) | 15-20 | 5-15 | 10-15 | 15 |
| M | 2-12 | 0- 8 | 4- 6 | 4 |
| \overline{F} (+ F) | 0- 5 | 0- 1 | 1- 1,5 | 3 |
| \overline{S} | 0- 5 | 0- 1 | 1,5- 2,5 | 1 |
| $\overline{\overline{S}}$ | 0- 3 | 0- 1 | 1- 1,5 | 1 |
| \overline{M} | 0- 3 | 0- 2,5 | 1- 1,5 | 0,5 |
| N + K | 0- 1 | 0- 1 | 0- 0,5 | 0,5 |

C = CaO T = TiO₂ F = Fe₂O₃ \overline{S} = S²⁻ N = Na₂O
S = SiO₂ M = MgO \overline{S} = SO₃ M = MnO K = K₂O
A = Al₂O₃ \overline{F} = FeO

Tabla 2.2: Composición de 55 escorias alemanas, belgas, españolas, francesas, inglesas y norteamericanas.

| % | Valores | | | Varianza | |
|---------------------------|---------|------|------|----------|-----|
| | Máx. | Mín. | Med. | σ | V % |
| C | 52 | 33 | 44,5 | 3,1 | 7 |
| S | 38 | 27 | 32,5 | 2,5 | 77 |
| A | 24 | 8 | 14,0 | 3,8 | 27 |
| F | 5 | 0 | 1,25 | 1,0 | 80 |
| M | 10 | 0,5 | 3,0 | 1,7 | 57 |
| \overline{M} | 5 | 0 | 1,0 | 0,8 | 80 |
| \overline{S} | 5,5 | 0 | 0,75 | 1,5 | 200 |
| $\overline{\overline{S}}$ | 3 | 0,75 | 1,5 | 0,5 | 33 |

Puertas(1993) La composición química de las escorias de alto horno varía entre los siguientes límites:

Tabla 2.3: Composición química de escorias de alto horno

| | |
|--------------------------------|----------------|
| SiO ₂ | 27-40 % |
| Al ₂ O ₃ | 5-33% |
| CaO | 30-50% |
| MgO | 1-21% |
| Fe ₂ O ₃ | < 1% |
| S | < 3% |
| Cr ₂ O ₃ | 0.003 - 0.007% |
| Cl | 0.19 - 0.26% |
| TiO ₂ | < 3% |
| F | 0.19 - 0.26 % |
| MnO ₂ | < 3% |

| | |
|----------|--------------|
| P2O5 | 0.02 - 0.09% |
| Na2O+K2O | 1-3% |

Fuente: Puertas(1993)

Calleja (2012) Por esta razón, cuando se muelen y mezclan escorias siderúrgicas en gran proporción (del orden de 80%) con yeso y/o anhidrita aportadores de sulfato (del orden de 15%) y Clinker de cemento portland que suministra alcalinidad cálcica (del orden de 5%), se obtienen los cementos sulfosiderúrgicos o siderúrgicos supersulfatados. Y cuando antaño se mezclaban las escorias molidas con cal apagada, aportadora de basicidad, se obtenían los llamados cementos "de " escorias. Y en la actualidad, la molienda conjunta o separada (y en el segundo caso la mezcla posterior) de escorias siderúrgicas y Clinker o cemento portland que aportan activadores de naturaleza sulfática y alcalina a la vez, en distintas proporciones, constituyen los actuales cementos siderúrgicos o de horno alto (cementos portland "con " escorias). (p. 14)

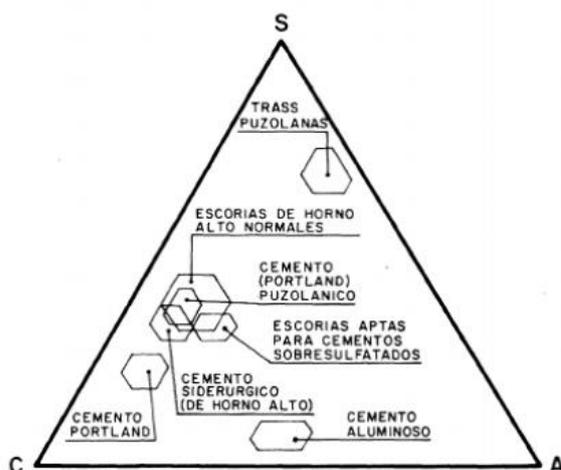


Figura 2.1: Mezclas de escorias siderúrgicas

Calleja(2012) Los índices de basicidad y de hidraulicidad más usuales son los señalados en el Cuadro 3. Los valores límite superiores corresponden a las escorias de mejor calidad hidráulica, los valores inferiores a las de peor, y los valores intermedios a las de calidad asimismo intermedia. El último de los índices está expresado en moles, a partir de la composición oxídica porcentual. (p. 14)

Tabla 2.4: Índices de basicidad e índices de hidraulicidad de las escorias siderúrgicas

| | | | |
|--------------------|--|----------------------------|----------------------|
| | $IB_1 = C/S$ | $IB_1 \text{ e } IB_2 > 1$ | escoria básica |
| | $IB_2 = (C + M)/S$ | $IB_1 \text{ e } IB_2 < 1$ | escoria ácida |
| | $IB = (C + M)/(S + A)$ | } | > 1 escoria básica |
| | | | < 1 escoria ácida |
| BLONDIAU | $1,45 < C/S < 1,54$ | | |
| | $1,8 < S/A < 1,9$ | | |
| VENUAT | $1,40 < C/S < 1,45$ | | |
| VICAT | $(A + S)/C$ | | |
| NORMA DIN | $IH = (C + M + A)/S > 1$ | | |
| CHERON Y LARDINOIS | $IH = (C + 1,4 M + 0,56 A)/S > 1$ | | |
| NORMA ASTM | $IH = (C + M + 1/3 A)/(S + 2/3 A) > 1$ | | |
| SCHWIETE | $IH = [C + M + (A - 10)]/(S + 10) > 1$ | | |
| KEIL | $IH = (C + \overline{CS} + 1/2 M + A)/(S + M)$ | } | $> 1,9$ |
| | | | $< 1,5$ |
| SOPORA | $IH = (C + \overline{CS} + 1/2 M + A)/(S + \overline{M} + \overline{F})$ | } | $> 1,9$ |
| | | | $< 1,5$ |
| LANGAVANT | $IH = 20 + C + 1/2 M + A + 2 S$ | } | > 16 |
| | | | < 12 |
| SCHWIETE | $IH = (C/56)/(1,5 S/60 + 3,0 A/102) > 0,81$ | | |

2.2.1.2. Comportamiento hidráulico de las escorias de alto horno

Puertas (1993) Las escorias de alto horno; y más concretamente las granuladas o peletizadas, tienen capacidad hidráulica latente o potencial; es decir, que finamente molidas y amasadas con agua son capaces de fraguar y endurecer. Esta capacidad hidráulica potencial de las escorias está muy atenuada y se manifiesta con lentitud, precisando de ciertos activadores para acelerar sus reacciones de hidratación. (p.41)

2.2.1.3. Influencia de la composición química

Puertas(1993) De entre las escorias de alto horno, aquellas que tienen mayor potencial hidráulico son las básicas y de naturaleza vítrea. Hay diferentes índices y módulos que pretenden establecer la hidraulicidad y basicidad óptima de las escorias respecto a su comportamiento hidráulico. (p.42)

Los índices de basicidad p de las escorias tienen las expresiones:

$$P1 = \frac{C}{S} \dots\dots\dots \text{Ec. 2.1}$$

$$P2 = \frac{C+M}{S} \dots\dots\dots \text{Ec. 2.2}$$

$$P3 = \frac{C+M}{S+A} \dots\dots\dots \text{Ec. 2.3}$$

Donde:

C: retículo cristalino

S: retículo saturado

C: retículo básico

M: retículo hidrolítico

A: retículo hidroxilica

2.2.2. Cartón reciclado

Pérez et al (2016) El cartón es un material que se produce mediante la adhesión de múltiples capas de pasta de papel, que se pegan por la humedad, se comprimen y luego se secan a través de la evaporación. Con el proceso de secado, el cartón se vuelve consistente.

Según Pineda (1998) Como reciclar diversos tipos de cartón:

También, se puede reciclar el cartón de los huevos creando diversas manualidades a partir del mismo como: semilleros, comedores de pájaros, lámparas para el hogar, insonorizar espacios o aislar el ruido en las paredes.

Como reciclar cartones de papel higiénico con manualidades como:

Binoculares para los niños, marcos para las fotos, bolos para jugar, botes para lápices en el escritorio y otras ideas.

Cómo reciclar cartones de leche o briks:

Monederos, estuches para lápices, escurridor para cubiertos, macetas o jardineras horizontales, aislar las paredes de las habitaciones y muchas otras ideas.

Manualidades con Cartón Reciclado

Otras como: cajas organizadoras, joyeros, cajas de regalos, panel solar casero, casa para tus mascotas, lámparas de cartón, tarjetas de regalos y muchas otras ideas con este material.

2.2.3. Concreto

Abanto (2008) El concreto de cemento portland es una mezcla constituida principalmente de agua, agregado fino, agregado grueso y aire, en proporciones idóneas para obtener ciertas propiedades específicas como la resistencia (p.11).

CONCRETO=CEMENTO PORTLAND+AGREGADOS+AIRE+AGUA

2.2.3.1. Características del Concreto:

(Abanto, 2008) Las características más importantes de los agregados y su correspondiente comportamiento del concreto (recién mezclado y endurecido) en que ejercen mayor influencia.

Tabla 2.5: Características y aspectos del concreto

| CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS | ASPECTOS INFLUIDOS EN EL CONCRETO | |
|--|---|---|
| | CONCRETO FRESCO | CONCRETO ENDURECIDO |
| Granulometría | Manejabilidad Requerimiento de agua Sangrado | Resistencia mecánica Cambios volumétricos Economía |
| Limpieza (materia orgánica, limo, arcilla y otros finos indeseables) | Requerimientos de agua | Durabilidad Resistencia mecánica Cambios volumétricos |
| | Contracción plástica | |
| Densidad (peso específico) | Peso unitario | Peso unitario |
| Sanidad | Requerimiento de agua | Durabilidad |
| Absorción y porosidad | Pérdida de revenimiento | Durabilidad permeabilidad |
| | Contracción plástica | |
| Forma de partículas | Manejabilidad | Resistencia mecánica Cambios volumétricos Economía |
| | Requerimiento de agua sangrado | |
| Textura superficial | Manejabilidad | Durabilidad |
| | Requerimiento de agua | Resistencia al desgaste |
| Tamaño máximo | Segregación Peso unitario Requerimiento de agua | Resistencia mecánica |
| | | Cambios volumétricos Peso unitario permeabilidad |
| Reactividad con los álcalis | | Durabilidad |
| Módulo de elasticidad | | Módulo de elasticidad |
| | | Cambios volumétricos |
| Resistencia a la abrasión | | Resistencia a la abrasión |
| | | Durabilidad |
| Resistencia mecánica (por | | Resistencia mecánica |
| Partículas friables y terrones de arcillas | Contracción plástica | Resistencia a la abrasión |

| | | |
|---------------------------|--|----------------------|
| | | Durabilidad |
| Coefficiente de expansión | | Propiedades térmicas |

Fuente: Abanto (2008)

2.2.3.2. Componentes y complementos del concreto:

El concreto está compuesto por: cemento, aire, agua, agregado grueso, agregado fino y aditivos. Cada uno de los componentes juega un papel importante en el comportamiento del concreto, brindando diversas propiedades que favorecen la resistencia del mismo. Así mismo se pueden realizar ensayos para verificar el cumplimiento de los requisitos para obtener un concreto de calidad y comportamiento adecuado según las especificaciones técnicas.

Los ensayos de agregados más utilizados y que serán aplicados en la presente tesis, son los siguientes:

- Granulometría
- PUC y PUSS
- Peso específico
- Peso unitario

Los componentes del concreto son los siguientes:

A. Cemento:

Según Novoa (2005) Es un producto que ofrece propiedades adhesivas, así como cohesivas, es por ello que el cemento puede formar mezclas solidas compactas.

El primer concreto de la historia, se remonta desde la época de los egipcios, griegos y romanos, ellos mezclaron arena, agua y piedra triturada.

El cemento se elabora de la mezcla de materiales calcáreos y arcillosos, y materiales que pueden contener sílice, aluminio y óxido de fierro. El cemento presenta un color grisáceo, este a su vez es triturado hasta convertirse en una mezcla fina y al combinarse con agua tiene la propiedad de endurecer.

Por otro lado, de acuerdo al Reglamento Nacional Edificaciones NTE 060, derivado del ACI318, los tipos de cemento se clasifican en:

Según la NTP 334.009 – Cemento Portland.

- Cemento tipo I – de uso general
- Cemento tipo II – presenta moderada resistencia a los sulfatos
- Cemento tipo II (MH) – moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos.
- Cemento tipo III – de alta resistencia inicial
- Cemento tipo IV – bajo calor de hidratación
- Cemento tipo V – alta resistencia a los sulfatos

B. Agua

El agua es indispensable para elaborar la mezcla de concreto ya que esta hidrata al cemento y el desarrollo de sus propiedades fisicoquímicas. Esta agua debe cumplir con requisitos que no perjudiquen las propiedades del concreto.

Siancas (2003) Generalmente para producir concreto se suele utilizar agua potable que no tenga sabor u olor pronunciado. Cabe resaltar que hay aguas no potables que pueden ser utilizadas en la elaboración del concreto.

C. Agregados

La norma de concreto armado E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones define como agregado grueso al material retenido en el tamiz N°4; la grava, proveniente de la desintegración de los materiales pétreos; la piedra triturada o chancada. De la misma manera define que el agregado fino como la arena proveniente de la desintegración natural de las rocas.

De acuerdo a dicha norma, los agregados deben cumplir con los requisitos de cada ensayo establecidos en cada NTP. Se consideran tres niveles de ensayos:

- Granulometría
- Peso específico
- Dosificación

2.2.4. Propiedades físicas y mecánicas del Concreto

Fernando (2010) Las propiedades del concreto varían teniendo en cuenta sus estados fundamentales como concreto fresco o endurecido. Cada modo se comporta de

manera diferente, por lo que tienen diferentes propiedades físicas y mecánicas.
(p.23)

➤ **Permeabilidad:** Para determinar el cálculo de este ensayo se hizo uso la NTC 4483 del concreto endurecido. Para calcular el coeficiente de permeabilidad del concreto se empleó la siguiente fórmula:

$$K = p \cdot L \cdot g \cdot Q / PA \dots\dots\dots (\text{Ec.2.4})$$

Donde:

- K = coeficiente de permeabilidad, en m/s.
- p = densidad del agua, en kg/m³
- L = longitud de probeta, en m.
- g = gravedad, en m/s².
- Q = caudal del agua, en m³ /s.
- P = presión del agua, en N/m².
- A = área transversal de la probeta, en m².

➤ **Absorción:** Se usa para estimar la cantidad máxima de agua que un espécimen seco puede absorber y por lo tanto proporciona una medida del total, de área con poros permeables al agua. Luego la absorción de agua es una manifestación lenta y su valor radica en la influencia que tiene sobre la durabilidad del concreto endurecido. Se realizó con la siguiente norma ASTM C642 - 97. Se empleó las siguientes formulas:

$$\text{Absorción después de inmersión } \% = \frac{B-A}{A} * 100 \dots\dots\dots (\text{Ec. 2.5})$$

$$\text{Absorción después de inmersión, } \% = \frac{C-A}{A} * 100 \dots\dots\dots (\text{Ec. 2.6})$$

y ebullición

$$\text{Densidad aparente, seco} \quad g_1 = \frac{A}{C-D} * \rho \quad \dots\dots\dots (\text{Ec. 2.7})$$

$$\text{Densidad aparente después,} \quad = \frac{B}{C-D} * \rho \quad \dots\dots\dots (\text{Ec. 2.8})$$

de la inmersión

$$\text{Densidad aparente después,} \quad = \frac{C}{C-D} * \rho \quad \dots\dots\dots (\text{Ec. 2.9})$$

de la inmersión y ebullición

$$\text{Densidad aparente} \quad g_2 = \frac{A}{A-D} * \rho \quad \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.10})$$

$$\text{Volumen de espacio poroso,} \quad = \frac{g_2 - g_1}{g_2} * 100 \quad \dots\dots\dots (\text{Ec. 2.11})$$

permeable (vacíos)

Donde:

A = Masa de muestra secada al horno en aire (gr)

B = Masa de muestra de superficie seca en aire después de la inmersión (gr)

C = Masa de la muestra de superficie seca en el aire después de la inmersión y la ebullición (gr)

D = Masa aparente de la muestra en agua después de la inmersión y la ebullición

g1 = Densidad aparente, seco (Mg/m³)

g2 = Densidad aparente (Mg/m³)

ρ = Densidad del agua = 1Mg/m³ = 1gr/cm³

- **Resistencia a la compresión:** Este ensayo determina la resistencia de un concreto endurecido, para efectos de la investigación se utilizó la ASTM C39/C39M-14a. Así también, para determinar la resistencia a compresión se empleó la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{P_{max}}{A} \quad \dots\dots\dots (\text{Ec. 2.12})$$

Donde:

- f'c = resistencia de rotura a compresión, en kg/cm².
- P_{máx} = carga máxima de rotura, en kg.
- A = área de probeta cilíndrica, en cm².

- **Resistencia a la flexión:** El propósito de este ensayo es determinar el módulo de rotura del concreto en estado endurecido, aplicado con la normativa ASTM C78/C78M-21. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{PL}{b.d^2} \quad \dots\dots\dots (\text{Ec. 2.13})$$

Donde:

- R: módulo de rotura, en MPa.

- P: máxima carga de rotura que brinda la máquina, en N.
- L: longitud libre entre apoyos, en mm.
- b: ancho promedio de la muestra, en mm.
- d: altura promedio de la muestra, en mm.

2.3. Marco conceptual

Absorción. - Este método de ensayo cubre la determinación de la densidad, el porcentaje de absorción y el porcentaje de vacíos en concreto endurecido. Este ensayo es útil para desarrollar los datos requeridos para la conversión entre masa y volumen para concreto. Puede ser utilizado para determinar el cumplimiento del concreto con especificaciones y para mostrar diferencias entre varios puntos de una masa de concreto. Rojas (2021)(p.55)

Cartón reciclado. - Está formado por varias capas por lo que es grueso y resistente. Se utiliza en carpetería, cajas y libros encuadernados en tela, papel o materiales sintéticos Almazán (2014) (p.242)

Dosificación. - Los métodos de dosificación de hormigones tienen por finalidad encontrar las proporciones en que hay que mezclar a los diferentes componentes de los mismos para conseguir mezclas que posean determinadas características de consistencia, compacidad, resistencia, durabilidad, etc. (p.1)

Escoria siderúrgica. - Entiéndase por escoria siderúrgica al subproducto o residuo industrial del proceso que se sigue para obtener el acero. Las escorias las podemos clasificar de diversas formas siendo una de ellas la basada en el tipo de horno del cual provienen. Ñahui (2003) (p. 11)

Granulometría. - La granulometría, de "gránulo" (pequeño grano), trata de los métodos de medición del tamaño de un grano y por extensión de una población de granos. Se entiende por "grano" en sentido general a un trozo de materia sólida o líquida, esférica o no, que se encuentre en un fluido inmiscible. Louis (2007)

Permeabilidad. - La permeabilidad es controlada principalmente por la porosidad de la pasta de cemento. Sin embargo, la permeabilidad no es una función simple de la porosidad ya que es necesario que los poros se encuentren interconectados; es decir, que, para los mismos niveles de porosidad, el concreto poroso puede tener diferentes valores de permeabilidad si sus poros se interconectan en forma ininterrumpida o no. Veléz (2010) (p. 186)

Peso específico.- La densidad o peso específico del cemento es la relación existente entre la masa de una cantidad dada y el volumen absoluto de esa masa Sánchez (2001) (p. 41)

Propiedades físicas y mecánicas. - Las propiedades físicas y mecánicas del concreto portland permiten complementar las propiedades químicas y conocer algunos otros aspectos de su bondad como material cementante. Estas propiedades dependen del estado en el cual se encuentre y son medidas a través de ensayos que se pueden clasificar en ensayos sobre el cemento puro, sobre la pasta de cemento, y sobre el mortero; los cuales determinan las características físicas y mecánicas del cemento antes de ser utilizado. Sánchez(2001) (p. 40-41)

CAPITULO III: HIPOTESIS

3.1. Hipótesis general

Las cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica influyen significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, Huancayo 2022

3.2. Hipótesis específicos

La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la permeabilidad del concreto hidráulico varía mínimamente, Huancayo 2022.

La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la absorción del concreto hidráulico cambia mínimamente, Huancayo 2022.

La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico varía mínimamente, Huancayo 2022.

La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico cambia mínimamente, Huancayo 2022.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de la variable

VARIABLE DEPENDIENTE (Cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica)

García (2018) El cartón reciclado es un material biodegradable que la industria de la construcción y el diseño requiere conocer, los cuales no poseen compuestos químicos que causen daño al ser humano o al planeta. La arquitectura sostenible y ecológica busca minimizar el gasto energético y el masivo uso de materias primas no renovables.

Las escorias siderúrgicas son útiles como adición al Clinker de cemento portland para fabricar los cementos portland siderúrgicos o de horno alto, por cuanto que tienen capacidad hidráulica latente o potencial.

VARIABLE INDEPENDIENTE (Propiedades físicas y mecánicas del concreto)

García (2010) Es la particularidad propia de la naturaleza del material, son aquellas en las que sostiene las características originales de la materia porque sus moléculas no se alteran; no influyen en la composición y ni en la estructura de los elementos. Se presentan sin obligación de ninguna intervención.

Beltrán (2014) En sus propiedades mecánicas del elemento presenta propiedades inherentes, que admite las diferencias un elemento de otro. Tienen distintas propiedades mecánicas, lo cual están asociadas con las fuerzas exteriores que se actúan sobre ellos. Del mismo modo hay que tener en cuenta la conducta que puede disponer un elemento en los distintos procesos de mecanización que pueda poseer.

3.3.2. Definición operacional de la variable

VARIABLE DEPENDIENTE (Cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica)

El cartón reciclado y escoria siderúrgica se operacionaliza mediante 3 dimensiones: peso específico, granulometría y dosificación y a su vez sus dimensiones se subdividen en 3 indicadores.

VARIABLE INDEPENDIENTE (Propiedades físicas y mecánicas del concreto)

Las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico se operacionalizan mediante 4 dimensiones: permeabilidad, absorción, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión. A su vez cada una de las dimensiones se sub dividen en tres indicadores.

3.3.3. Operacionalización de variables

TITULO: INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTON RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO, HUANCAYO 2022

| VARIABLE | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO | ESCALA |
|--|--|--|--|---|----------------------------------|-----------|
| V1: Cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica | <p>Cartón reciclado: El cartón reciclado es un material biodegradable que la industria de la construcción y el diseño requiere conocer, los cuales no poseen compuestos químicos que causen daño al ser humano o al planeta. La arquitectura sostenible y ecológica busca minimizar el gasto energético y el masivo uso de materias primas no renovables. (García, 2018).</p> <p>Escoria siderúrgica: Las escorias siderúrgicas son útiles como adición al Clinker de cemento portland para fabricar los cementos portland siderúrgicos o de horno alto, por cuanto que tienen capacidad hidráulica latente o potencial.</p> | <p>El cartón reciclado y escoria siderúrgica se operaciona mediante 3 dimensiones: peso específico, granulometría y dosificación y a su vez sus dimensiones se subdividen en 3 indicadores</p> | <p>D1: Peso específico</p> <p>D2: Granulometría</p> <p>D3: Dosificación</p> | <p>I1: 1500-2000 gr/cm³</p> <p>I2: 1300-1500 gr/cm³</p> <p>I3: 1000-1300 gr/cm³</p> <p>I1: Grueso</p> <p>I2: Medio</p> <p>I3: Fino</p> <p>I1: 3%E+8%CR</p> <p>I2: 4%E+6%CR</p> <p>I3: 5%E+6%CR</p> <p>I4: 6%E+4%CR</p> | Fichas de recopilación de datos. | Razón |
| | Propiedades físicas: Es la particularidad propia de la naturaleza del material, son aquellas en las que sostiene las características originales de la materia | Las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico se operaciona | D1: Permeabilidad | I1: 28 días I2: 28 días I3: 28 días | | Intervalo |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|--|--|--|
| <p>V2:</p> <p>Propiedades Físicas Y Mecánicas</p> | <p>porque sus moléculas no se alteran; no influyen en la composición y ni en la estructura de los elementos. Se presentan sin obligación de ninguna intervención. (García, 2010)</p> <p>Propiedades mecánicas: En sus propiedades mecánicas del elemento presenta propiedades inherentes, que admite las diferencias un elemento de otro. Tienen distintas propiedades mecánicas, lo cual están asociadas con las fuerzas exteriores que se actúan sobre ellos. Del mismo modo hay que tener en cuenta la conducta que puede disponer un elemento en los distintos procesos de mecanización que pueda poseer. (Beltran, 2014)</p> | <p>zan mediante 4 dimensiones: permeabilidad, trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión. A su vez cada una de las dimensiones se subdividen en tres indicadores</p> | <p>D2: Absorción</p> <p>D3: Resistencia a la compresión</p> <p>D4: Resistencia a la flexión</p> | <p>I1: 28 días I2: 28 días I3: 28 días</p> <p>I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días</p> <p>I1: 7 días I2: 14 días I3: 28 días</p> | | |
|---|---|---|---|--|--|--|

CAPITULO IV: METODOLOGIA

4.1. Método de investigación: *método científico*

Según Gay (1996) el método científico es: “un proceso muy ordenado que comprende un número de etapas secuenciales: descubrimiento y definición del problema; formulación de hipótesis; recopilación de datos; y exposición de conclusiones tocante a la confirmación o rechazo de las hipótesis" (p. 6)

La investigación se iniciará con la recolección de las escoria siderúrgica y cenizas de cartón reciclado. Seguidamente se evaluarán los efectos en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico. Según estas referencias, en esta investigación se aplicará el método científico.

4.2. Tipo de investigación: *aplicada*

Según Ñaupas et al. (2014) Se llaman aplicadas porque con base en la investigación básica, pura o fundamental, en las ciencias fácticas o formales, que hemos visto, se formulan problemas e hipótesis de trabajo para resolver los problemas de la vida productiva de la sociedad. (p. 93)

La finalidad de este trabajo será obtener resultados de los efectos del uso de la escoria siderúrgica y cenizas de cartón reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico. Conforme a la teoría revisada, esta investigación se clasifica del tipo aplicada.

4.3. Nivel de investigación: *explicativo*

Según Ñaupas et al. (2014) “Es un nivel más complejo, más profundo y más riguroso, de la investigación básica, cuyo objetivo principal es la verificación de hipótesis causales o explicativas; el descubrimiento de nuevas leyes científico sociales, de nuevas micro teorías sociales que expliquen las relaciones causales de las propiedades o dimensiones de los hechos, eventos del sistema y de los procesos sociales.(p. 92)

Para el caso de la presente investigación se buscó determinar la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico. Bajo este análisis la investigación corresponde al nivel explicativo.

4.4. Diseño de investigación: *experimental*

Según Hernández (2014) Una acepción particular de experimento, más armónica con un sentido científico del término, se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador. Esta definición quizá parezca compleja; sin embargo, conforme se analicen sus componentes se aclarará su sentido. (p. 129)



Figura 4.1: Esquema de experimentos y variables

Se manipuló la variable escoria siderúrgica y cenizas de cartón reciclado considerando dosificaciones de 3%E+8%CR, 4%E+6%CR, 5%E+6%CR, 6%E+4%CR respecto al peso del cemento; y estos resultados fueron comparados con un concreto sin aditivo alguno el cual fue denominado “concreto patrón”. Según este análisis, el diseño a aplicar en la presente investigación será diseño experimental.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Según Ñaupas et al. (2014) la población se define como: es el conjunto de objetos, hechos, eventos que se van a estudiar con las variadas técnicas que hemos analizado supra. (p. 246)

En esta investigación, la población estará integrada por 45 probetas cilíndricas y 45 vigas prismáticas de concreto hidráulico con y sin adición de escoria siderúrgica y cenizas de cartón reciclado, de acuerdo a la normativa E.060 que menciona que para el ensayo de compresión y flexión deben realizarse probetas cilíndricas y vigas finalmente se sacara un promedio de los tres. Para la determinación de la permeabilidad y absorción se elaborarán 30 probetas. En la presente investigación estará conformada por 120 probetas y vigas.

4.5.2. Muestra

Según Hernández et al. (2014) La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. (p. 175) En esta investigación, la muestra estuvo integrada por un total de 120 especímenes de concreto.

Tabla N° 4.5: Número de especímenes ensayados

| PROPIEDAD | CONCRETO CONTROL | Concreto con adición de escoria siderúrgica(E) y cenizas de cartón reciclado(CR) | | | |
|---|------------------|--|------------|------------|------------|
| | | 3%E - 8%CR | 4%E - 6%CR | 5%E - 6%CR | 6%E - 4%CR |
| Permeabilidad | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Absorción | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Resistencia a la compresión a los 7 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Resistencia a la compresión a los 14 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Resistencia a la compresión a los 28 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Resistencia a la flexión a los 7 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Resistencia a la flexión a los 14 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Resistencia a la flexión a los 28 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| TOTAL | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnica: *observación directa*

Según Tamayo (2004) La observación es la más común de las técnicas de investigación; la observación sugiere y motiva los problemas y conduce a la necesidad de la sistematización de datos. (p. 182) En la presente investigación se aplicará la técnica de observación directa para la recopilación de datos.

4.6.2. Instrumento de recolección de datos

4.6.2.1. Validez

Según Hernández (2014) La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir. (p. 200) Los instrumentos de investigación se validaron mediante el juicio de expertos.

Tabla N° 4.6: Rangos de validez

| Rango | Significancia |
|--------------|-------------------|
| 0.53 a menos | validez nula |
| 0.54 a 0.59 | validez baja |
| 0.60 a 0.65 | válida |
| 0.66 a 0.71 | muy válida |
| 0.72 a 0.99 | excelente validez |
| 1.0 | validez perfecta |

Según Oseda (2011)

Tabla N° 4.7: Validez del contenido del instrumento de variables

| N° | G.A | NOMBRES Y APELLIDOS | CIP | VALIDEZ |
|----|------|---------------------------------|--------|---------|
| 1 | Ing. | VILLACRIZ CONDOR, Ever Etson | 118758 | 0.857 |
| 2 | Ing. | TOVAR HUANCA, Elmer Raul | 56831 | 0.714 |
| 3 | Ing. | MENDOZA MUEDAS, Omar | 117899 | 0.857 |

Fuente: elaboración propia

El resultado del análisis de validez del instrumento de investigación fue de 0.81 que al comparar con la tabla se interpreta como una excelente validez.

4.6.2.2. Confiabilidad

Según Ñaupas (2014) Un instrumento es confiable cuando las mediciones hechas no varían significativamente, ni en el tiempo, ni por la aplicación de diferentes personas. (p.216)

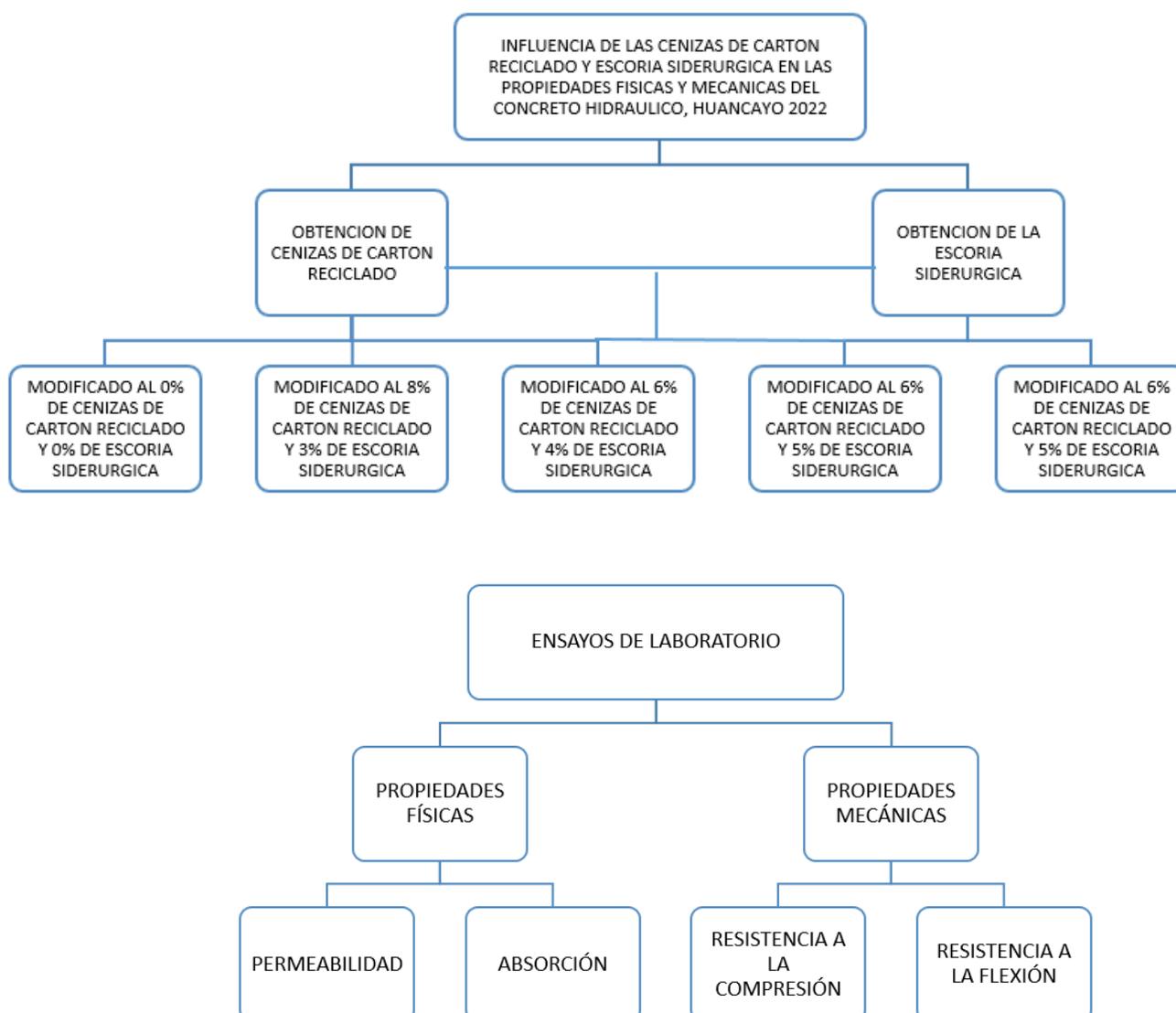
Tabla N° 4.8: Rangos de confiabilidad

| Rango | Confiabilidad |
|--------------|-------------------------|
| 1.0 | perfecta confiabilidad |
| 0.72 a 0.99 | excelente confiabilidad |
| 0.66 a 0.71 | muy confiable |
| 0.60 a 0.65 | confiable |
| 0.54 a 0.59 | baja confiabilidad |
| 0.53 a menos | nula confiabilidad |

Según Ñaupas (2014)

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

4.7.1. Técnicas



4.7.2. Análisis de datos

Como métodos de análisis se empleará la estadística descriptiva (frecuencias, parámetros de tendencia central y parámetros de tendencia variacional), mientras que el contraste de hipótesis se realizará con los softwares de Excel y Word.

4.8. Aspectos éticos

En la presente investigación tiene como prioridad respetar la veracidad y originalidad de los contenidos expuestos en cada capítulo, detallando en sí que las citas de acuerdo a las teorías o información redactada se encuentran debidamente detalladas en las referencias bibliográficas, además se registra el título del libro , autor y numero de página respetando el estilo ISO-690 séptima edición, también el trabajo de campo realizado es de carácter reservado solo para el presente trabajo de investigación.

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1. Estudios de laboratorio

Para el estudio de agregados y el concreto hidráulico se aplicaron las siguientes normas.

Tabla 5.1: Pruebas de laboratorio

| Descripción de ensayos de laboratorio | Normas | | |
|--|----------|-------|-----------|
| | ACI | ASTM | ANEXO |
| Agregados y materiales | | | |
| Análisis granulométrico del agregado grueso y fino | | C 136 | Ver anexo |
| Contenido de humedad total de agregados | | C 566 | Ver anexo |
| Densidad, la densidad relativa(peso específico) y absorción del agregado fino. | | C 128 | Ver anexo |
| Densidad, la densidad relativa(peso específico) y absorción del agregado grueso. | | C 127 | Ver anexo |
| Diseño de mezcla | 211.1 | | Ver anexo |
| Análisis químico de la ceniza | | C618 | Ver anexo |
| Análisis químico de la escoria | | C989 | Ver anexo |
| Concreto hidráulico | | | |
| Permeabilidad | NTC 4483 | | Ver anexo |
| Absorción | | C 642 | Ver anexo |
| Resistencia a la compresión | | C 39 | Ver anexo |
| Resistencia a la flexión | | C78 | Ver anexo |

5.2. Métodos de análisis de datos

Los análisis se hicieron de acuerdo al orden de los objetivos específicos y generales.

5.2.1. Procedimiento de caracterización de agregados, cenizas de cartón reciclado, escoria siderúrgica y diseño de mezcla.

Para el logro de los objetivos se caracterizó los agregados, cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, posteriormente se realizó el diseño de mezcla, los cuales muestran un mismo procedimiento para cada uno de los objetivos.

5.2.1.1. Caracterización de materiales agregados (agregado fino y grueso)

Tabla 5.2: Resumen de las características del agregado fino y grueso

| Características del agregado | Agregado fino | Agregado grueso |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Análisis granulométrico | | |
| Modulo de fineza | 3.07 | 7.84 |
| Tamaño máximo nominal | - | 1" |
| Contenido de humedad | | |
| Humedad | 0.27% | 0.17% |
| Peso específico y absorción | | |
| Peso específico | 1.92 gr/cm ³ | 2.69 gr/cm ³ |
| Absorción | 2.90% | 1.11% |
| Pesos unitarios | | |
| Peso unitario suelto | 1542 kg/m ³ | 1355 kg/m ³ |
| Peso unitario compactado | 1744 kg/m ³ | 1523 kg/m ³ |

Fuente: elaboración propia

Peso específico y absorción de los agregados (fino y grueso)

La finalidad de conocer el peso específico de los agregados es de determinar el valor y ser incluido en los cálculos para el diseño de mezclas. Además, calcular el valor de la absorción ayuda en el diseño de mezclas a determinar la cantidad de agua neta que deberá ser utilizada en la dosificación del concreto.

Tabla 5.3: Peso específico y absorción del agregado fino

| | MUESTR A N° 01 | MUESTR A N° 02 | MUESTR A N° 03 |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua | 963.5 | 797.6 | 866.1 |
| Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón | 659.3 | 659.2 | 669.2 |
| Peso del agua | 304.2 | 138.4 | 196.9 |
| Peso de la arena secada al horno + peso del balón | 645.1 | 645.1 | 645.1 |
| Peso del balón | 159.2 | 159.2 | 159.2 |
| Peso de la arena secada al horno | 485.9 | 485.9 | 485.9 |
| Volumen del balón | 500 | 500 | 500 |

| | | | | PROMEDIO |
|--|------|------|------|-----------------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA | 2.48 | 1.34 | 1.60 | 1.81 |
| PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO | 2.55 | 1.38 | 1.65 | 1.86 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE | 2.67 | 1.40 | 1.68 | 1.92 |
| PORCENTAJE DE ABSORCION | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 2.90 |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.4: Peso específico y absorción del agregado grueso

| | MUESTRA N° 01 | MUESTRA N° 02 | MUESTRA N° 03 |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| Peso de la muestra secada al horno | 2986.4 | 2973.2 | 2962.6 |
| Peso de la muestra saturada con superficie seca | 3017.2 | 3002.6 | 3001.4 |
| Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla dentro del agua | 2605 | 2603 | 2602 |
| Peso de la canastilla dentro del agua | 738 | 735 | 736 |
| Peso de la muestra saturada dentro del agua | 1867 | 1868 | 1866 |

| | | | | PROMEDIO |
|--|------|------|------|-----------------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA | 2.60 | 2.62 | 2.61 | 2.61 |
| PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO | 2.62 | 2.65 | 2.64 | 2.64 |
| PESO ESPECIFICO APARENTE | 2.67 | 2.69 | 2.70 | 2.69 |
| PORCENTAJE DE ABSORCION | 1.03 | 0.99 | 1.31 | 1.11 |

Fuente: elaboración propia

Peso unitario de los agregados (fino y grueso)

La finalidad de determinar el peso unitario de los agregados es de determinar el peso por unidad de volumen compactado seco, para ser incluido en el diseño de mezclas y determinar el peso volumétrico del concreto, que como sugerencia del ACI, esta no debe superar los 2400 kg/m³. Esto se determina cuando los granos del agregado han sido sometidos a compactación así incrementándose el acomodamiento de las partículas de agregado y por lo tanto el valor de la masa unitaria.

Tabla 5.5: Peso unitario agregado fino

I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS

| | MUESTRA N° 01 | | |
|---|----------------------|-------------|-------------|
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA (kg) | 9.807 | 9.822 | 9.802 |
| PESO DE LA VASIJA (kg) | 6.524 | 6.524 | 6.524 |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg) | 3.283 | 3.298 | 3.278 |
| CONSTANTE (1/Vol.molde) | 469.3 | 469.3 | 469.3 |
| PESO APARENTE SUELTO (kg/m ³) | 1541 | 1548 | 1538 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³) | 1542 | | |
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³) | 1542 | | |

Fuente: elaboración propia

I. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS

| | MUESTRA N° 01 | | |
|---|---------------|-------------|-------------|
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA (kg) | 10.252 | 10.227 | 10.245 |
| PESO DE LA VASIJA (kg) | 6.524 | 6.524 | 6.524 |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg) | 3.728 | 3.703 | 3.721 |
| CONSTANTE(1/Vol. molde) | 469.3 | 469.3 | 469.3 |
| PESO APARENTE COMPACTADO (kg/cm ³) | 1749 | 1738 | 1746 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO HUMEDO (kg/m ³) | 1744 | | |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³) | 1744 | | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.6: Peso unitario agregado grueso

I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS

| | MUESTRA N° 01 | | |
|---|---------------|-------------|-------------|
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA (kg) | 9.581 | 9.567 | 9.566 |
| PESO DE LA VASIJA (kg) | 6.684 | 6.684 | 6.684 |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg) | 2.897 | 2.883 | 2.882 |
| CONSTANTE (1/Vol. molde) | 469.3 | 469.3 | 469.3 |
| PESO APARENTE SUELTO (kg/m ³) | 1360 | 1353 | 1352 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³) | 1355 | | |
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³) | 1355 | | |

Fuente: elaboración propia

I. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS

| | MUESTRA N° 01 | | |
|---|---------------|-------------|-------------|
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA (kg) | 9.918 | 9.928 | 9.941 |
| PESO DE LA VASIJA (kg) | 6.684 | 6.684 | 6.684 |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg) | 3.234 | 3.244 | 3.257 |
| CONSTANTE(1/Vol. molde) | 469.3 | 469.3 | 469.3 |
| PESO APARENTE COMPACTADO (kg/cm ³) | 1518 | 1522 | 1528 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO HUMEDO (kg/m ³) | 1523 | | |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³) | 1523 | | |

Fuente: elaboración propia

Contenido de humedad de los agregados (fino y grueso)

Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla, por lo tanto, su importancia es necesaria para nuestro trabajo de investigación, siendo:

Tabla 5.7: Contenido de humedad del agregado fino

| | MUESTRA N° 01 | MUESTRA N° 02 | MUESTRA N° 03 |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg) | 57.53 | 58.5 | 54.19 |

| | | | |
|---|-------|-------|--------|
| PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg) | 57.42 | 58.46 | 54.121 |
| TARA | 29.43 | 29.88 | 29.65 |
| CONTENIDO DE AGUA (kg) | 0.11 | 0.04 | 0.069 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.39 | 0.14 | 0.28 |
| PROMEDIO C.H. (%) | 0.27 | | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.8: Contenido de humedad del agregado grueso

| | MUESTRA N° 01 | MUESTRA N° 02 | MUESTRA N° 03 |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg) | 2159.3 | 2158.6 | 2164.9 |
| PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg) | 2158.4 | 2156.1 | 2157.8 |
| TARA | 106.5 | 106.5 | 106.5 |
| CONTENIDO DE AGUA (kg) | 0.9 | 2.5 | 7.1 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.04 | 0.12 | 0.35 |
| PROMEDIO C.H. (%) | 0.17 | | |

Fuente: elaboración propia

5.2.1.2. Caracterización de cenizas de cartón reciclado

La caracterización de las cenizas de cartón reciclado se desarrolla desde la adquisición de la materia prima del cartón lo cual se obtuvo de las bodegas ubicado en el Distrito de Huancán, Provincia Huancayo, Departamento Junín, luego se procedió a un quemado de 600°C para obtener las cenizas.

Tabla 5.9: Análisis químico – cenizas de cartón reciclado

| Resultado de análisis | Cenizas de carton reciclado |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| SiO₂ % | 44.56 |
| Al₂O₃ % | 0.00 |
| Fe₂O₃ % | 9.67 |
| CaO % | 5.27 |
| MgO % | 3.98 |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.10: Granulometría de cenizas de cartón

| CENIZAS DE CARTON RECICLADO | | | | | |
|------------------------------------|--------|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| TAMIZ | | Peso retenido (gr) | Porcentaje retenido (%) | Retenido acumulado (%) | Porcentaje que pasa (%) |
| Pulg. | mm | | | | |
| N° 100 | 150 um | 150.00 | 43.5 | 43.5 | 56.5 |
| N° 200 | 125 um | 125.00 | 36.3 | 79.8 | 20.2 |
| N° 325 | 45 um | 45.00 | 13.1 | 92.8 | 7.2 |

| | | | | |
|----------------------------|-------|-----|-------|-----|
| FONDO | 24.70 | 7.2 | 100.0 | 0.0 |
| MODULO DE FINURA MF | | 7.2 | | |

Fuente: elaboración propia

Componentes químicos de la escoria siderúrgica

Tabla 5.11: Composición química – escoria

| Composición química - escoria | |
|------------------------------------|---------|
| Componentes | % |
| SiO ₂ | 35.41 % |
| Al ₂ O ₃ | 10.50 % |
| CaO | 32.64 % |
| MgO | 5.77 % |
| Fe ₂ O ₃ | 0.80 % |
| S | 0.15 % |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 % |
| Cl | 0.22 % |
| TiO ₂ | 1.98% |
| F | 0.19 % |
| MnO ₂ | 1.04% |
| P ₂ O ₅ | 0.07 % |
| Na ₂ O+K ₂ O | 2.48 % |

Fuente: elaboración propia

5.2.1.3. Caracterización de escoria siderúrgica

Para determinar las características de la escoria, se ha optado por determinar sus tamaños por una serie de tamices ordenados de mayor a menor abertura, y luego expresaremos de dos maneras analíticamente o gráfica, analíticamente a través de tablas, calculando los porcentajes retenidos y los porcentajes que pasa por cada tamiz, siendo:

Tabla 5.12: Granulometría de la escoria

| TAMIZ | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % ACUMULADO RETENIDO | % QUE PASA |
|--------------|----------------|------------------|---------------|----------------------------|---------------|
| 3/8" | 9.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N° 4 | 4.72 | 7.85 | 0.40 | 0.40 | 99.60 |
| N° 8 | 2.33 | 161.25 | 8.60 | 9.00 | 91.00 |
| N° 16 | 1.18 | 180.50 | 9.60 | 18.60 | 81.40 |
| N° 30 | 0.64 | 1301.60 | 69.70 | 88.30 | 11.70 |
| N° 50 | 0.30 | 102.40 | 5.40 | 93.70 | 6.30 |
| N° 100 | 0.18 | 93.48 | 5.0 | 98.70 | 1.30 |
| FONDO | 0.00 | 24.70 | 1.30 | 100.00 | 0.00 |

| | |
|----------------------------|---------|
| TOTAL | 1871.78 |
| MODULO DE FINURA MF | 3.087 |

Fuente: elaboración propia

5.2.1.4. Diseño de mezcla de concreto hidráulico (ACI 211.1)

El diseño de la mezcla para este estudio se realizó de acuerdo a la norma ACI 211.1 considerando el método para una resistencia de 210 kg/cm² y el concreto está elaborado a partir de una adición de cenizas de cartón reciclado en dosificaciones de 8%, 6%, 6%, 4 % y escoria 3%, 4%, 5%, 6% se procedió con los datos por m³ de concreto elaborado:

Tabla 5.13: Diseño de mezclas CONTROL (C)

| Materiales | en peso (kg/m³) | % en peso |
|---------------------|-----------------------------------|------------------|
| Cemento (kg) | 311 | 14.995 |
| Agregado fino (kg) | 674 | 32.497 |
| Agregado grueso(kg) | 896 | 43.201 |
| Agua(kg) | 193 | 9.305 |
| TOTAL | 2074 | 100.00 |
| Aire (%) | 1.5 | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.14: Diseño C + 3% E + 8% CR

| Materiales | en peso (kg/m³) | % en peso |
|-----------------------|-----------------------------------|------------------|
| Cemento (kg) | 311 | 14.995 |
| Agregado fino (kg) | 674 | 32.947 |
| Agregado grueso (kg) | 896 | 43.201 |
| Agua (kg) | 193 | 9.305 |
| Total | 2074 | 100.00 |
| Cenizas de carton(kg) | 24.90 | 8.00% |
| Escoria(kg) | 9.33 | 3.00% |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.15: Diseño C + 4% E + 6% CR

| Materiales | en peso (kg/m³) | % en peso |
|----------------------|-----------------------------------|------------------|
| Cemento (kg) | 311 | 14.995 |
| Agregado fino (kg) | 674 | 32.947 |
| Agregado grueso (kg) | 896 | 43.201 |
| Agua (kg) | 193 | 9.305 |
| Total | 2074 | 100.00 |

| | | |
|-----------------------|-------|-------|
| Cenizas de carton(kg) | 18.66 | 6.00% |
| Escoria (kg) | 12.44 | 4.00% |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.16: Diseño C + 5% E + 6% CR

| Materiales | en peso (kg/m3) | % en peso |
|-----------------------|------------------------|------------------|
| Cemento (kg) | 311 | 14.995 |
| Agregado fino (kg) | 674 | 32.947 |
| Agregado grueso (kg) | 896 | 43.201 |
| Agua (kg) | 193 | 9.305 |
| Total | 2074 | 100.00 |
| Cenizas de carton(kg) | 18.67 | 6.00% |
| Escoria (kg) | 15.56 | 5.00% |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.17: Diseño C + 6% E + 4% CR

| Materiales | en peso (kg/m3) | % en peso |
|-----------------------|------------------------|------------------|
| Cemento (kg) | 311 | 14.995 |
| Agregado fino (kg) | 674 | 32.947 |
| Agregado grueso (kg) | 896 | 43.201 |
| Agua (kg) | 193 | 9.305 |
| Total | 2074 | 100.00 |
| Cenizas de carton(kg) | 12.45 | 4.00% |
| Escoria (kg) | 18.67 | 6.00% |

Fuente: elaboración propia

5.3. Estimación de la influencia de la permeabilidad del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica.

Tabla 5.18: Preparación de muestras para permeabilidad

| Muestras | Dosificación % de cenizas de cartón y escoria siderúrgica | Cantidad de prismas | Curado |
|-----------------|--|----------------------------|----------------------|
| 100% Cemento | | Permeabilidad P | Temperatura del agua |
| | | 28 días | °C |
| M0 | Control (C) | 3 | |
| M3 | 89%C-3 %E - 8% CR | 3 | |
| M6 | 90%C-4 %E - 6% CR | 3 | 4.5 a 5.5 |
| M10 | 89%C-5 %E - 6% CR | 3 | |
| M13 | 90%C-6 %E - 4% CR | 3 | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.19: Ensayo de permeabilidad del concreto a los 28 días

| Diseño | Fecha inicio | Fecha final |
|---------------|---------------------|--------------------|
|---------------|---------------------|--------------------|

| | Muestra | | | Coefficiente de permeabilidad (m/s) | Prof. Penetración (mm) | Prof. Promedio (mm) |
|-----------------------|---------|------------|------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------|
| DISEÑO CONTROL (0.0%) | M1 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000117 | 42.4 | 42.10 |
| | M2 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000117 | 42.1 | |
| | M3 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000117 | 41.8 | |
| M3 (3%E+8%CR) | M1 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000104 | 40.1 | 40.23 |
| | M2 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000104 | 40.4 | |
| | M3 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000104 | 40.2 | |
| M6 (4%E+6%CR) | M1 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000915 | 39.6 | 39.23 |
| | M2 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000915 | 39.5 | |
| | M3 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000915 | 38.6 | |
| M10 (5%E+6%CR) | M1 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000776 | 34.9 | 35.47 |
| | M2 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000776 | 35.6 | |
| | M3 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000776 | 35.9 | |
| M13 (6%E+4%CR) | M1 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000716 | 32.2 | 33.37 |
| | M2 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000716 | 33.3 | |
| | M3 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 0.000000716 | 34.6 | |

Fuente: elaboración propia

5.4. Determinación del cambio de la absorción del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica.

Para la elaboración y curado de los prismas de concreto hidráulico se realizó de acuerdo a la norma ASTM C 31, con dimensiones de 10 cm de ancho, 10 cm de alto y 36 cm de largo. Por lo tanto, se curaron en agua en una temperatura que varía desde 4.5 a 5.5 °C y temperatura ambiente entre 0 a 18 °C.

Tabla 5.20: Preparación de muestras para absorción

| Muestras | Dosificación % de cenizas de cartón y escoria siderúrgica | Cantidad de prismas | Curado |
|--------------|---|---------------------|----------------------|
| | | Absorción A | Temperatura del agua |
| 100% Cemento | | 28 días | °C |
| M0 | Control (C) | 3 | 4.5 a 5.5 |
| M3 | 89%C-3 %E - 8% CR | 3 | |
| M6 | 90%C-4 %E - 6% CR | 3 | |
| M10 | 89%C-5 %E - 6% CR | 3 | |
| M13 | 90%C-6 %E - 4% CR | 3 | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.21: Ensayo de absorción del concreto a los 28 días

| Diseño | Muestra | Fecha inicio | Fecha final | Absorción % | Absorción promedio % | Vacios % |
|-----------------------|---------|--------------|-------------|-------------|----------------------|----------|
| DISEÑO CONTROL (0.0%) | M1 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 7.14 | 7.12 | 2.5 |
| | M2 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 7.13 | | |
| | M3 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 7.09 | | |
| M3 (3%E+8%CR) | M1 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 7.03 | 7.03 | 4.4 |
| | M2 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 7.05 | | |
| | M3 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 7.01 | | |
| M6 (4%E+6%CR) | M1 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 6.99 | 6.93 | 6.3 |
| | M2 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 6.92 | | |
| | M3 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 6.89 | | |
| M10 (5%E+6%CR) | M1 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 6.94 | 6.96 | 9.2 |
| | M2 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 6.93 | | |
| | M3 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 7.01 | | |
| M13 (6%E+4%CR) | M1 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 6.72 | 6.85 | 10.4 |
| | M2 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 6.91 | | |
| | M3 | 05/11/2022 | 02/12/2022 | 6.92 | | |

Fuente: elaboración propia

5.5. Estimación de la variación de la resistencia a la compresión con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en del concreto hidráulico.

Tabla 5.22: $f'c$ – 07 días probetas.

| MUESTR A N° | DESCRIPCIO N | EDA D (Días) | AREA | CARG A | RESISTENCI A $f'c$ kg/cm ² | PROMEDI O | % | TIPO DE FALL A |
|-------------|---------------------------------|--------------|------------|--------|---------------------------------------|-----------|------------|----------------|
| 1 | DISEÑO DE PATRON | 7 | 105.6 2 | 197.64 | 190.8 | 198 | 76.32 % | TIPO II |
| 2 | DISEÑO DE PATRON | 7 | 104.8 8 | 204.64 | 199 | | 79.58 % | TIPO III |
| 3 | DISEÑO DE PATRON | 7 | 105.2 4 | 210.64 | 204.1 | | 81.64 % | TIPO II |
| 4 | DISEÑO DE PATRON + 3% E + 8% CR | 7 | 105.2 5 | 219.64 | 241.8 | 245 | 80.30 % | TIPO II |
| 5 | DISEÑO DE PATRON + 3% E + 8% CR | 7 | 104.7 | 204.41 | 249.1 | | 75.12 % | TIPO III |
| 6 | DISEÑO DE PATRON + 3% E + 8% CR | 7 | 105.0 6 | 225.65 | 245 | | 82.64 % | TIPO II |
| 7 | DISEÑO DE PATRON + 4% E + 6% CR | 7 | 104.8 4 | 254.97 | 248 | 233 | 84.06 % | TIPO II |
| 8 | DISEÑO DE PATRON + 4% E + 6% CR | 7 | 104.5 2 | 227.48 | 221.9 | | 75.23 % | TIPO III |
| 9 | DISEÑO DE PATRON + 4% E + 6% CR | 7 | 104.8 8 | 235.41 | 228.9 | | 77.58 % | TIPO II |

| | | | | | | | | |
|----|----------------------------------|---|--------|--------|-------|-----|---------|----------|
| 10 | DISEÑO DE PATRON + 5% E + 6 % CR | 7 | 105 | 211.54 | 205.4 | | 76.09 % | TIPO II |
| 11 | DISEÑO DE PATRON + 5% E + 6 % CR | 7 | 105.2 | 229.37 | 222.3 | 219 | 82.34 % | TIPO III |
| 12 | DISEÑO DE PATRON + 5% E + 6 % CR | 7 | 104.91 | 235.16 | 228.6 | | 84.65 % | TIPO II |
| 13 | DISEÑO DE PATRON + 6% E + 4% CR | 7 | 104.34 | 184.42 | 180.2 | | 75.10 % | TIPO III |
| 14 | DISEÑO DE PATRON + 6% E + 4% CR | 7 | 104.88 | 204.25 | 198.6 | 188 | 82.74 % | TIPO III |
| 15 | DISEÑO DE PATRON + 6% E + 4% CR | 7 | 104.52 | 190.94 | 186.3 | | 77.62 % | TIPO II |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.23: f^c – 14 días probetas.

| MUESTRA N° | DESCRIPCION | EDA D (Dias) | AREA | CARGA | RESISTENCIA f^c kg/cm ² | PROMEDIO | % | TIPO DE FALLA |
|------------|----------------------------------|--------------|--------|--------|--------------------------------------|----------|---------|---------------|
| 1 | DISEÑO DE PATRON | 14 | 104.37 | 244.41 | 238.8 | | 95.52 % | TIPO III |
| 2 | DISEÑO DE PATRON | 14 | 104.34 | 235.78 | 230.4 | 228 | 92.17 % | TIPO II |
| 3 | DISEÑO DE PATRON | 14 | 104.37 | 219.94 | 214.9 | | 85.95 % | TIPO III |
| 4 | DISEÑO DE PATRON + 3% E + 8% CR | 14 | 105.25 | 235.96 | 267.6 | | 86.27 % | TIPO II |
| 5 | DISEÑO DE PATRON + 3% E + 8% CR | 14 | 104.88 | 259.51 | 265.3 | 268 | 95.21 % | TIPO II |
| 6 | DISEÑO DE PATRON + 3% E + 8% CR | 14 | 104.52 | 245.91 | 269.9 | | 90.53 % | TIPO II |
| 7 | DISEÑO DE PATRON + 4% E + 6% CR | 14 | 104.88 | 259.14 | 251.9 | | 85.40 % | TIPO II |
| 8 | DISEÑO DE PATRON + 4% E + 6% CR | 14 | 104.84 | 268.5 | 261.2 | 264 | 88.53 % | TIPO III |
| 9 | DISEÑO DE PATRON + 4% E + 6% CR | 14 | 104.73 | 287.71 | 280.1 | | 94.96 % | TIPO III |
| 10 | DISEÑO DE PATRON + 5% E + 6 % CR | 14 | 104.73 | 249.92 | 243.3 | | 90.12 % | TIPO II |
| 11 | DISEÑO DE PATRON + 5% E + 6 % CR | 14 | 104.59 | 265.49 | 258.9 | 245 | 95.87 % | TIPO III |
| 12 | DISEÑO DE PATRON + 5% E + 6 % CR | 14 | 104.31 | 239.41 | 234 | | 86.68 % | TIPO II |
| 13 | DISEÑO DE PATRON + 6% E + 4% CR | 14 | 105.25 | 220.42 | 213.6 | | 88.98 % | TIPO III |
| 14 | DISEÑO DE PATRON + 6% E + 4% CR | 14 | 104.8 | 234.69 | 228.3 | 224 | 95.14 % | TIPO III |

| | | | | | | | |
|----|---------------------------------|----|--------|--------|-------|--------|---------|
| 15 | DISEÑO DE PATRON + 6% E + 4% CR | 14 | 104.26 | 236.71 | 231.5 | 96.46% | TIPO II |
|----|---------------------------------|----|--------|--------|-------|--------|---------|

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.24: f^c – 28 días probetas.

| MUESTRA N° | DESCRIPCIÓN | EDA D (Días) | ÁREA | CARGA | RESISTENCIA f^c kg/cm ² | PROMEDIO | % | TIPO DE FALLA |
|------------|---------------------------------|--------------|--------|--------|--------------------------------------|----------|---------|---------------|
| 1 | DISEÑO DE PATRON | 28 | 104.37 | 261.45 | 255.4 | | 102.18% | TIPO III |
| 2 | DISEÑO DE PATRON | 28 | 104.7 | 246.79 | 240.4 | 246 | 96.14% | TIPO II |
| 3 | DISEÑO DE PATRON | 28 | 104.98 | 250.41 | 243.2 | | 97.29% | TIPO III |
| 4 | DISEÑO DE PATRON + 3% E + 8% CR | 28 | 105.25 | 267.69 | 297.4 | | 97.87% | TIPO II |
| 5 | DISEÑO DE PATRON + 3% E + 8% CR | 28 | 104.88 | 259.47 | 292.3 | 295 | 95.19% | TIPO II |
| 6 | DISEÑO DE PATRON + 3% E + 8% CR | 28 | 105.43 | 283.85 | 294.5 | | 103.60% | TIPO II |
| 7 | DISEÑO DE PATRON + 4% E + 6% CR | 28 | 104.49 | 288.47 | 281.5 | | 95.42% | TIPO II |
| 8 | DISEÑO DE PATRON + 4% E + 6% CR | 28 | 104.64 | 315.74 | 307.7 | 293 | 104.30% | TIPO III |
| 9 | DISEÑO DE PATRON + 4% E + 6% CR | 28 | 105.18 | 298.29 | 289.2 | | 98.03% | TIPO III |
| 10 | DISEÑO DE PATRON + 5% E + 6% CR | 28 | 104.82 | 267.18 | 259.9 | | 96.26% | TIPO II |
| 11 | DISEÑO DE PATRON + 5% E + 6% CR | 28 | 104.96 | 289.86 | 281.6 | 268 | 104.30% | TIPO III |
| 12 | DISEÑO DE PATRON + 5% E + 6% CR | 28 | 105.61 | 271.92 | 262.5 | | 97.24% | TIPO II |
| 13 | DISEÑO DE PATRON + 6% E + 4% CR | 28 | 105.05 | 254.69 | 247.2 | | 103.01% | TIPO III |
| 14 | DISEÑO DE PATRON + 6% E + 4% CR | 28 | 105.06 | 248.63 | 241.3 | 240 | 100.54% | TIPO III |
| 15 | DISEÑO DE PATRON + 6% E + 4% CR | 28 | 104.88 | 239.4 | 232.8 | | 96.98% | TIPO II |

Fuente: elaboración propia

5.6. Calculo de la variación de la resistencia a la flexión con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en el concreto hidráulico.

Tabla 5.25: f^c – 07 días viguetas.

| ÍTEM | EDAD | DISTANCIA | DIMENSIONES (cm) | CARGA | ESFUERZO COMPRESI |
|------|------|-----------|------------------|-------|-------------------|
|------|------|-----------|------------------|-------|-------------------|

| | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | (Días) | ENTRE APOYOS (cm) | DIMENSIONES (cm) | | | MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²) | PROMEDIO (kg/cm ²) |
|----|------------------------------|--------|-------------------|------------------|-------|--------|-------------|---|--------------------------------|
| | | | | LARGO | ANCHO | ALTURA | | | |
| 1 | DISEÑO PATRON | 7 | 45 | 54 | 15.13 | 15.2 | 24.09 | 31.62 | 31.57 |
| 2 | DISEÑO PATRON | 7 | 45 | 54 | 15.19 | 15.23 | 24.52 | 31.93 | |
| 3 | DISEÑO PATRON | 7 | 45 | 54 | 15.17 | 15.26 | 23.98 | 31.15 | |
| 4 | DISEÑO PATRON + 3%E + 8%CR | 7 | 45 | 54 | 15.15 | 15.31 | 24.19 | 32.97 | 32.86 |
| 5 | DISEÑO PATRON + 3%E + 8%CR | 7 | 45 | 54 | 15.16 | 15.25 | 23.45 | 32.75 | |
| 6 | DISEÑO PATRON + 3%E + 8%CR | 7 | 45 | 0 | 15.14 | 15.18 | 23.41 | 32.85 | |
| 7 | DISEÑO PATRON + 4%E + 6%CR | 7 | 45 | 54 | 15.15 | 15.2 | 24.16 | 31.67 | 31.96 |
| 8 | DISEÑO PATRON + 4%E + 6%CR | 7 | 45 | 54 | 15.17 | 15.21 | 25.01 | 32.72 | |
| 9 | DISEÑO PATRON + 4%E + 6%CR | 7 | 45 | 54 | 15.13 | 15.19 | 23.96 | 31.49 | |
| 10 | DISEÑO PATRON + 5%E + 6%CR | 7 | 45 | 54 | 15.15 | 15.2 | 23.74 | 31.12 | 31.33 |
| 11 | DISEÑO PATRON + 5%E + 6%CR | 7 | 45 | 54 | 15.15 | 15.3 | 24.43 | 31.61 | |
| 12 | DISEÑO PATRON + 5%E + 6%CR | 7 | 45 | 54 | 15.15 | 15.23 | 23.94 | 31.26 | |
| 13 | DISEÑO PATRON + 6%E + 4%CR | 7 | 45 | 54 | 15.16 | 15.26 | 23.45 | 30.48 | 30.93 |
| 14 | DISEÑO PATRON + 6%E + 4%CR | 7 | 45 | 54 | 15.13 | 15.31 | 24.36 | 31.52 | |
| 15 | DISEÑO PATRON + 6%E + 4%CR | 7 | 45 | 54 | 15.19 | 15.29 | 23.84 | 30.8 | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.26: f^c – 14 días viguetas.

| ÍTEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm) | DIMENSIONES (cm) | | | CARGA MÁXIMA (KN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²) | PROMEDIO (kg/cm ²) |
|------|------------------------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|-------------------|---|--------------------------------|
| | | | | LARGO | ANCHO | ALTURA | | | |
| 1 | DISEÑO PATRON | 14 | 45 | 54 | 15.16 | 15.21 | 22.54 | 29.49 | 28.58 |
| 2 | DISEÑO PATRON | 14 | 45 | 54 | 15.19 | 15.24 | 21.67 | 28.18 | |
| 3 | DISEÑO PATRON | 14 | 45 | 54 | 15.15 | 15.28 | 21.63 | 28.06 | |
| 4 | DISEÑO PATRON + 3%E + 8%CR | 14 | 45 | 54 | 15.14 | 15.3 | 22.57 | 32.06 | 32.05 |

| | | | | | | | | | |
|----|----------------------------------|----|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5 | DISEÑO PATRON + 3%E + 8%CR | 14 | 45 | 54 | 15.18 | 15.29 | 21.95 | 32.09 | |
| 6 | DISEÑO PATRON + 3%E + 8%CR | 14 | 45 | 0 | 15.19 | 15.2 | 22.56 | 32.01 | |
| 7 | DISEÑO PATRON + 4%E + 6%CR | 14 | 45 | 54 | 15.13 | 15.31 | 21.94 | 31.5 | |
| 8 | DISEÑO PATRON + 4%E + 6%CR | 14 | 45 | 54 | 15.16 | 15.28 | 22.53 | 31.22 | 31.45 |
| 9 | DISEÑO PATRON + 4%E + 6%CR | 14 | 45 | 54 | 15.15 | 15.19 | 22.87 | 31.62 | |
| 10 | DISEÑO PATRON + 5%E + 6%CR | 14 | 45 | 54 | 15.13 | 15.24 | 21.63 | 30.25 | |
| 11 | DISEÑO PATRON + 5%E + 6%CR | 14 | 45 | 54 | 15.17 | 15.29 | 22.84 | 30.56 | 30.54 |
| 12 | DISEÑO PATRON + 5%E + 6%CR | 14 | 45 | 54 | 15.19 | 15.21 | 21.3 | 30.82 | |
| 13 | DISEÑO PATRON + 6%E + 4%CR | 14 | 45 | 54 | 15.15 | 15.26 | 22.07 | 30.12 | |
| 14 | DISEÑO PATRON + 6%E + 4%CR | 14 | 45 | 54 | 15.13 | 15.27 | 22.42 | 29.87 | 29.97 |
| 15 | DISEÑO PATRON + 6%E + 4%CR | 14 | 45 | 54 | 15.14 | 15.24 | 22.07 | 29.92 | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.27: $f'c$ – 28 días viguetas.

| ÍTE M | IDENTIFICACI ÓN DE LA MUESTRA | EDA D (Días) | DISTA NCIA ENTRE APOY OS (cm) | DIMENSIONES (cm) | | | CARG A MÁXI MA (KN) | ESFUERZO COMPRESI ÓN AXIAL (kg/cm ²) | PROME DIO (kg/cm ²) |
|----------|-------------------------------------|--------------------|--|------------------|-----------|------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|
| | | | | LAR GO | ANC HO | ALTU RA | | | |
| 1 | DISEÑO PATRON | 28 | 45 | 54 | 15.16 | 15.29 | 23.54 | 30.48 | |
| 2 | DISEÑO PATRON | 28 | 45 | 54 | 15.18 | 15.31 | 22.14 | 28.55 | 29.55 |
| 3 | DISEÑO PATRON | 28 | 45 | 54 | 15.14 | 15.23 | 22.68 | 29.63 | |
| 4 | DISEÑO PATRON + 3%E + 8%CR | 28 | 45 | 54 | 15.12 | 15.3 | 24.01 | 31.43 | |
| 5 | DISEÑO PATRON + 3%E + 8%CR | 28 | 45 | 54 | 15.19 | 15.21 | 23.54 | 31.84 | 31.62 |
| 6 | DISEÑO PATRON + 3%E + 8%CR | 28 | 45 | 54 | 15.17 | 15.22 | 22.98 | 31.58 | |
| 7 | DISEÑO PATRON + 4%E + 6%CR | 28 | 45 | 54 | 15.13 | 15.29 | 23.65 | 30.95 | |
| 8 | DISEÑO PATRON + 4%E + 6%CR | 28 | 45 | 54 | 15.19 | 15.31 | 22.54 | 30.89 | 30.94 |

| | | | | | | | | | |
|----|----------------------------------|----|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 9 | DISEÑO PATRON + 4%E + 6%CR | 28 | 45 | 54 | 15.13 | 15.21 | 22.95 | 30.99 | |
| 10 | DISEÑO PATRON + 5%E + 6%CR | 28 | 45 | 54 | 15.16 | 15.24 | 23.94 | 31.2 | |
| 11 | DISEÑO PATRON + 5%E + 6%CR | 28 | 45 | 54 | 15.15 | 15.27 | 22.84 | 29.67 | 30.54 |
| 12 | DISEÑO PATRON + 5%E + 6%CR | 28 | 45 | 54 | 15.14 | 15.23 | 23.54 | 30.76 | |
| 13 | DISEÑO PATRON + 6%E + 4%CR | 28 | 45 | 54 | 15.17 | 15.24 | 22.68 | 29.63 | |
| 14 | DISEÑO PATRON + 6%E + 4%CR | 28 | 45 | 54 | 15.14 | 15.29 | 23.91 | 29.24 | 29.58 |
| 15 | DISEÑO PATRON + 6%E + 4%CR | 28 | 45 | 54 | 15.19 | 15.27 | 22.97 | 29.86 | |

Fuente: elaboración propia

5.7. Determinación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico.

Se realizaron probetas y prismas de concreto hidráulico con cenizas de cartón reciclado y escorias siderúrgica en diversos ensayos de laboratorio, los cuales se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 5.28: Resultados obtenidos de los concretos modificados.

| DISEÑO | PERMEABILIDAD | ABSORCION | COMPRESION (kg/cm ²) | | | FLEXION (kg/cm ²) | | |
|----------------|---------------|-----------|----------------------------------|---------|---------|-------------------------------|---------|---------|
| | | | 7 DIAS | 14 DIAS | 28 DIAS | 7 DIAS | 14 DIAS | 28 DIAS |
| DISEÑO CONTROL | 42.1 | 7.12 | 198 | 228 | 246 | 31.57 | 28.58 | 29.55 |
| M3 | 40.23 | 7.03 | 245 | 268 | 295 | 32.86 | 32.05 | 31.62 |
| M6 | 39.23 | 6.93 | 233 | 264 | 293 | 31.96 | 31.45 | 30.94 |
| M10 | 35.47 | 6.96 | 219 | 245 | 268 | 31.33 | 30.54 | 30.54 |
| M13 | 33.37 | 6.85 | 188 | 224 | 240 | 30.93 | 29.97 | 29.58 |

Fuente: elaboración propia

5.8. Resultados de la investigación

Los resultados se presentan de acuerdo al orden de los objetivos específicos y general.

5.8.1. Resultados de la estimación de la variación de la permeabilidad del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica.

Este ensayo se evaluó el concreto en estado endurecido a los 28 días de curado con el diseño patrón y adiciones de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, se realizó con NTC 4483 “Método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto del agua”.

Tabla 5.29: Resultados del ensayo de permeabilidad

| Diseño | Prof. De penetración promedio (mm) | |
|--------------|------------------------------------|-------|
| | Coefficiente de permeabilidad | |
| Control | 0.000000000117 | 42.1 |
| 3 %E- 8% CR | 0.000000000104 | 40.23 |
| 4 %E - 6% CR | 0.0000000000915 | 39.23 |
| 5 %E - 6% CR | 0.0000000000776 | 35.47 |
| 6 %E - 4% CR | 0.0000000000716 | 33.37 |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5.30: Grados de porcentaje % de variación de la permeabilidad

| Diseño | Ensayo de permeabilidad (m/s - mm) | | | | |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | Control (C) | 3 %E- 8% CR | 4 %E - 6% CR | 5 %E - 6% CR | 6 %E - 4% CR |
| Coefficiente de permeabilidad | 1.17E-10 | 1.04E-10 | 9.15E-11 | 7.76E-11 | 7.16E-11 |
| | Grado de porcentaje (%) | | | | |
| | 0 | -13.44% | -22.95% | -34.63% | -44.24% |
| Profundidad de penetración | 42.1 | 40.23 | 39.23 | 35.47 | 33.37 |
| | Grado de porcentaje (%) | | | | |
| | 0 | -4.72% | -7.01% | -16.59% | -21.17% |

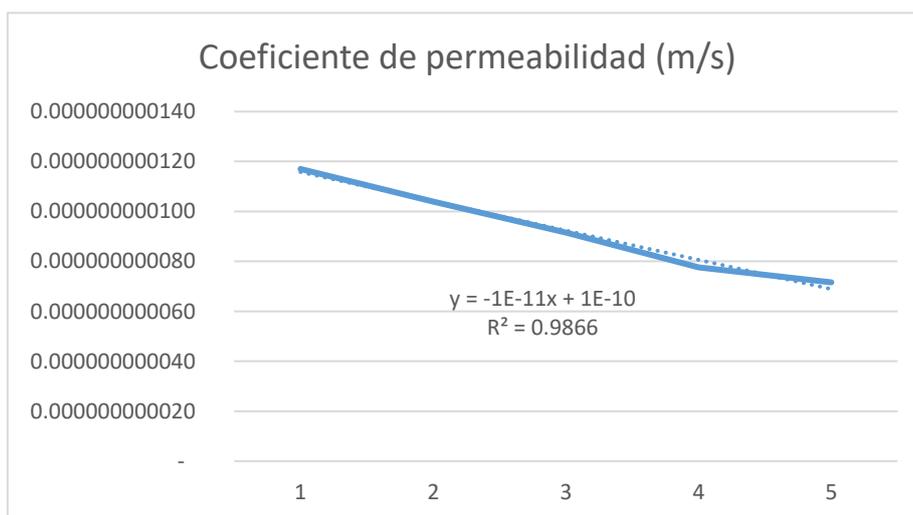
Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 5.29 se observa que el coeficiente de permeabilidad del concreto hidráulico modificado con cenizas de cartón reciclado y escoria a los 28 días varía desde 1.04E-10, 9.15E-11, 7.76E-11, 7.16E-11 y la profundidad de penetración ensayada a los 28 días varía desde 40.23mm, 39.23mm, 35.47mm, 33.37mm para las muestras de M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de

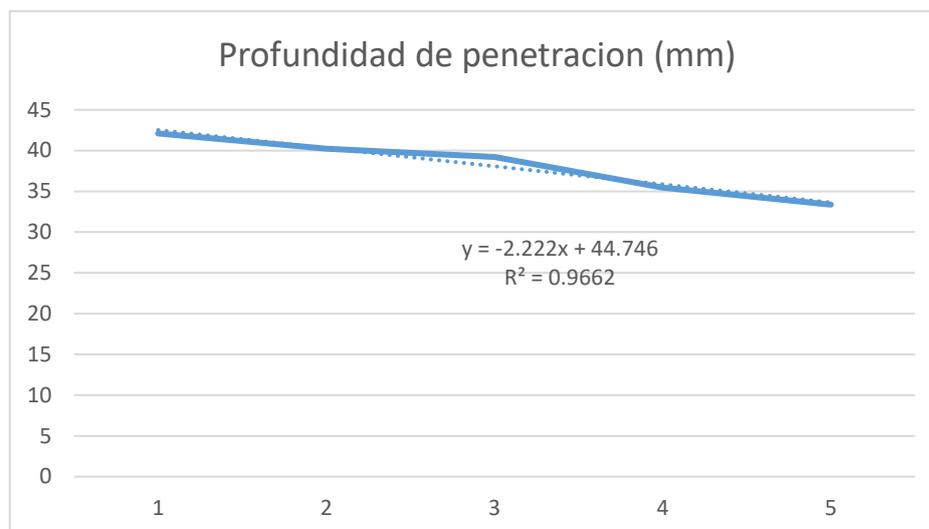
cartón reciclado respectivamente. La menor permeabilidad alcanzada fue $7.16E-11$ y resultó para la combinación M13.

Figura 5.1: Grafico del comportamiento del coeficiente de permeabilidad



Fuente: elaboración propia

En la figura 5.1. se visualiza la variación del coeficiente de permeabilidad y se obtiene que para la muestra M3 (89% C - 3% E - 8% CR) la permeabilidad baja en un 13.44%, para M6 (90% C - 4 % E - 6% CR) la permeabilidad baja en un 22.95%, para M10 (89% C - 5 % E - 6% CR) la permeabilidad baja en un 34.63% y para M13 (90% C - 6% E - 4% CR) la permeabilidad baja en un 44.24% con respecto a la muestra control.

Figura 5.2: Grafico del comportamiento de la profundidad de penetración

Fuente: elaboración propia

En la figura 5.2 se observa que la profundidad de penetración del agua en el concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria disminuyen en 4.72%, 7.01%, 16.59% y 21.17% para las muestras de M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente; se deduce que hay una relación directa entre la permeabilidad y el incremento de cenizas de cartón y escoria siderúrgica, pues a medida que se incrementa aumenta el porcentaje de cartón y escoria la profundidad de penetración se incrementa.

5.8.2. Resultados de la cuantificación de la variación de la absorción del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica.

Tabla 5.31: Resultados del ensayo de absorción

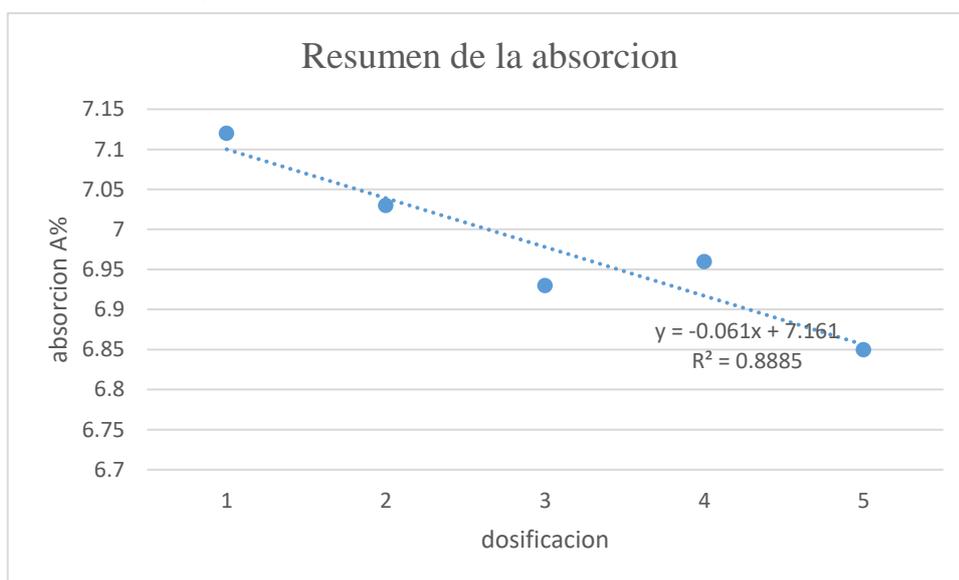
| % Cenizas | % Escoria | f'c kg/cm2 | Absorción | volumen de espacio poroso permeable | Decrecimiento |
|-----------|-----------|---------------|-----------|--|---------------|
| | | | A% | vacíos % 28 días | % |
| 0% | 0% | 210 | 7.12 | 2.5 | |
| 8% | 3% | 210 | 7.03 | 4.4 | -0.7 |
| 6% | 4% | 210 | 6.93 | 6.3 | -2.46 |
| 6% | 5% | 210 | 6.96 | 9.2 | -2.1 |
| 4% | 6% | 210 | 6.85 | 10.4 | -2.35 |

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 5.31 se puede determinar el cambio de la absorción del concreto hidráulico, a los 28 días varía entre 7.03%, 6.93%, 6.96%, 6.85% para las muestras de M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente, alcanzando el valor favorable de 6.85 para la muestra M13 el día 28, que es un 2.35% inferior a la absorción de la muestra control. Asimismo, se evidencia el aumento de volumen de espacio poroso permeable de 10.4%, a causa de la presencia de burbujas microscópicas de aire, los cuales están distribuidas dispersamente en el concreto, resultando así un concreto más durable ante cambios bruscos de temperatura y evitando que fluidos externos lleguen a penetrar el concreto. También hay un aumento del 10,4 % en el volumen del espacio poroso permeable debido a las burbujas de aire microscópicas dispersas por todo el concreto, lo que da como resultado un concreto más resistente a las temperaturas y los cambios de temperatura repentinos. Evita que los líquidos externos penetren en el concreto.”

Figura 5.3: Gráfico de la absorción a los 28 días



Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la figura 5.3 se puede determinar el cambio de la absorción del concreto hidráulico, a los 28 días varía entre 7.03%, 6.93%, 6.96%, 6.85% para las muestras de M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón

reciclado respectivamente, alcanzando el valor favorable a los 28 días de 6.85 para la muestra M13, que representa un decrecimiento de 2.35% menos que la absorción patrón. De acuerdo a los puntos de dispersión para las muestras superiores a M13 tiene una tendencia a aumentar, resultando el aumento de tamaño de poros dentro del concreto.

5.8.3. Resultados de la estimación de la variación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.

Tabla 5.32: Resultados de la resistencia a la compresión

| DISEÑO | COMPRESION (kg/cm ²) | | |
|----------------|----------------------------------|---------|---------|
| | 7 DIAS | 14 DIAS | 28 DIAS |
| DISEÑO CONTROL | 198 | 228 | 246 |
| M3 | 245 | 268 | 295 |
| M6 | 233 | 264 | 293 |
| M10 | 219 | 245 | 268 |
| M13 | 188 | 224 | 240 |

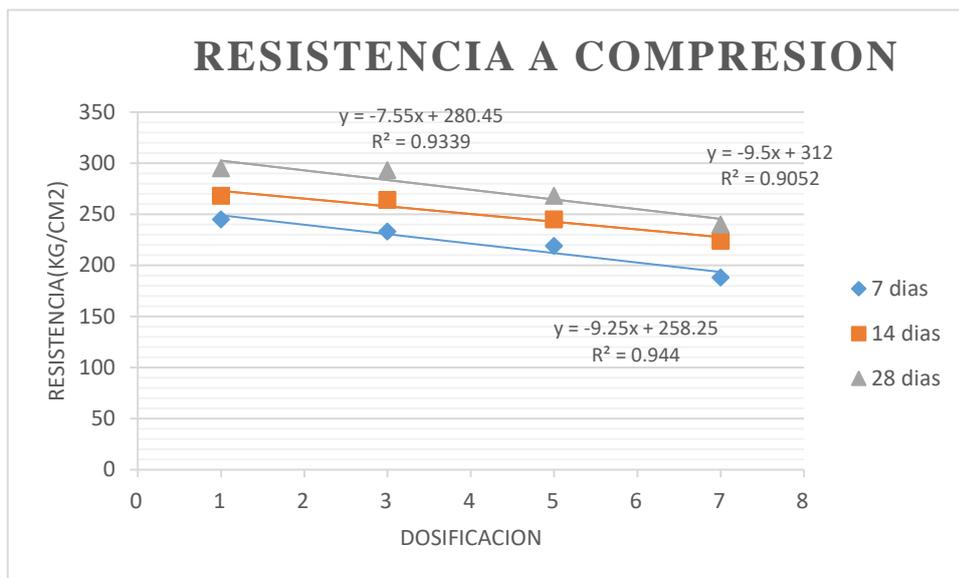
Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 5.32 se puede estimar el cambio de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico que oscila a los 7 días entre los valores 245 kg/cm², 233 kg/cm², 219 kg/cm², 188 kg/cm², a los 14 días oscila entre los valores de 268 kg/cm², 264 kg/cm², 245 kg/cm², 224 kg/cm² y a los 28 días oscila entre los valores 295 kg/cm², 293 kg/cm², 268 kg/cm², 240 kg/cm², para las muestras M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente, alcanzando el máximo valor a los 28 días $f'_c = 295$ kg/cm² para la muestra M3.

Asimismo, se evidencia el aumento de la resistencia del concreto, a causa del óxido de calcio que contiene las cenizas de cartón y escoria siderúrgica, los cuales al entrar en contacto con el cemento y agua reaccionan y genera otros enlaces de silicato cálcico.

Figura 5.4: Gráfico de la resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días



Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la figura 5.4 se puede estimar el cambio de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico que oscila a los 7 días entre los valores 245 kg/cm², 233 kg/cm², 219 kg/cm², 188 kg/cm², a los 14 días oscila entre los valores de 268 kg/cm², 264 kg/cm², 245 kg/cm², 224 kg/cm² y a los 28 días oscila entre los valores 295 kg/cm², 293 kg/cm², 268 kg/cm², 240 kg/cm², para las muestras M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente, alcanzando el máximo valor a los 28 días $f'c = 295$ kg/cm² para la muestra M3. De acuerdo a los puntos de dispersión para las muestras superiores a la muestra M10 tiene una tendencia de disminuir, resultando desfavorable para el concreto.

5.8.4. Resultados del cálculo de la variación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico.

Tabla 5.33: Resultados del ensayo de la resistencia a la flexión

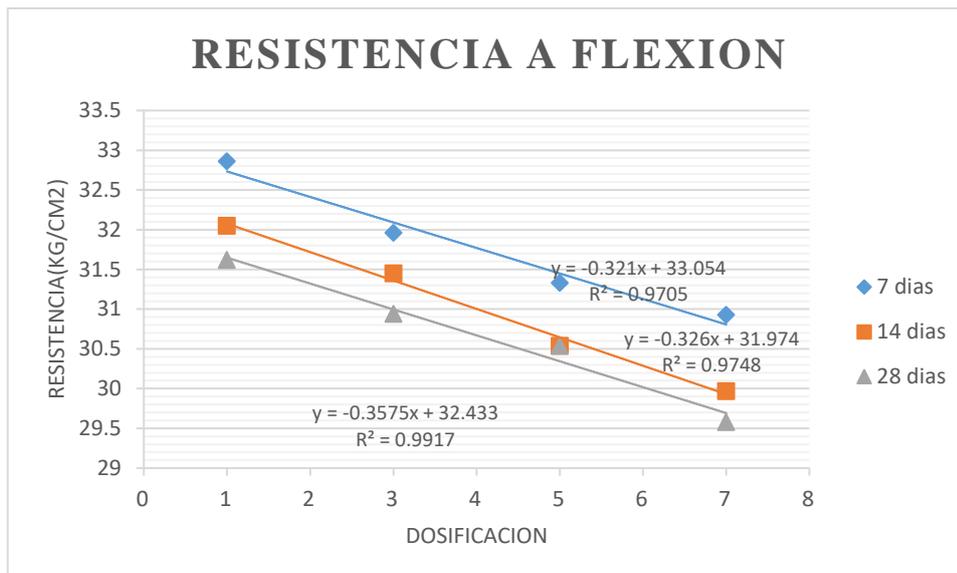
| DISEÑO | FLEXION (kg/cm ²) | | |
|----------------|-------------------------------|---------|---------|
| | 7 DIAS | 14 DIAS | 28 DIAS |
| DISEÑO CONTROL | 31.57 | 28.58 | 29.55 |
| M3 | 32.86 | 32.05 | 31.62 |
| M6 | 31.96 | 31.45 | 30.94 |
| M10 | 31.33 | 30.54 | 30.54 |
| M13 | 30.93 | 29.97 | 29.58 |

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 5.33 se puede estimar el cambio de la resistencia a la flexión del concreto hidráulico que oscila a los 7 días entre los valores 32.86 kg/cm², 31.96 kg/cm², 31.33 kg/cm², 30.93 kg/cm², a los 14 días oscila entre los valores de 32.05 kg/cm², 31.45 kg/cm², 30.54 kg/cm², 29.97 kg/cm² y a los 28 días oscila entre los valores 31.62 kg/cm², 30.94 kg/cm², 30.54 kg/cm², 29.58 kg/cm², para las muestras M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente, alcanzando el máximo valor a los 28 días $f^c = 31.62$ kg/cm² para la muestra M3. Asimismo, se evidencia el aumento de la resistencia a la flexión, a causa de la presencia de hierro en la composición de las cenizas de cartón y escoria siderúrgica, el cual otorga flexibilidad necesaria para deformarse.

Figura 5.5: Gráfico de la resistencia a la flexión a los 7, 14, 28 días



Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la figura 5.5 se puede estimar el cambio de la resistencia a la flexión del concreto hidráulico que oscila a los 7 días entre los valores 32.86 kg/cm², 31.96 kg/cm², 31.33 kg/cm², 30.93 kg/cm², a los 14 días oscila entre los valores de 32.05 kg/cm², 31.45 kg/cm², 30.54 kg/cm², 29.97 kg/cm² y a los 28 días oscila entre los valores 31.62 kg/cm², 30.94 kg/cm², 30.54 kg/cm², 29.58 kg/cm², para las muestras M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente, alcanzando el máximo valor a los 28 días $f^c = 31.62$ kg/cm² para la muestra M3. De acuerdo a los puntos de dispersión para las muestras superiores a la M10 tiene una tendencia a disminuir, resultando desfavorable para el concreto.

5.8.5. Resultados de la determinación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico.

Tabla 5.34: Resumen de las propiedades físicas y mecánicas del concreto

| DISEÑO | PERMEABILIDAD | ABSORCION | COMPRESION (kg/cm ²) | | | FLEXION (kg/cm ²) | | |
|--------|---------------|-----------|-------------------------------------|------------|------------|-------------------------------|------------|------------|
| | | | 7 DIAS | 14 DIAS | 28 DIAS | 7 DIAS | 14 DIAS | 28 DIAS |
| | 42.1 | 7.12 | 198 | 228 | 246 | 31.57 | 28.58 | 29.55 |

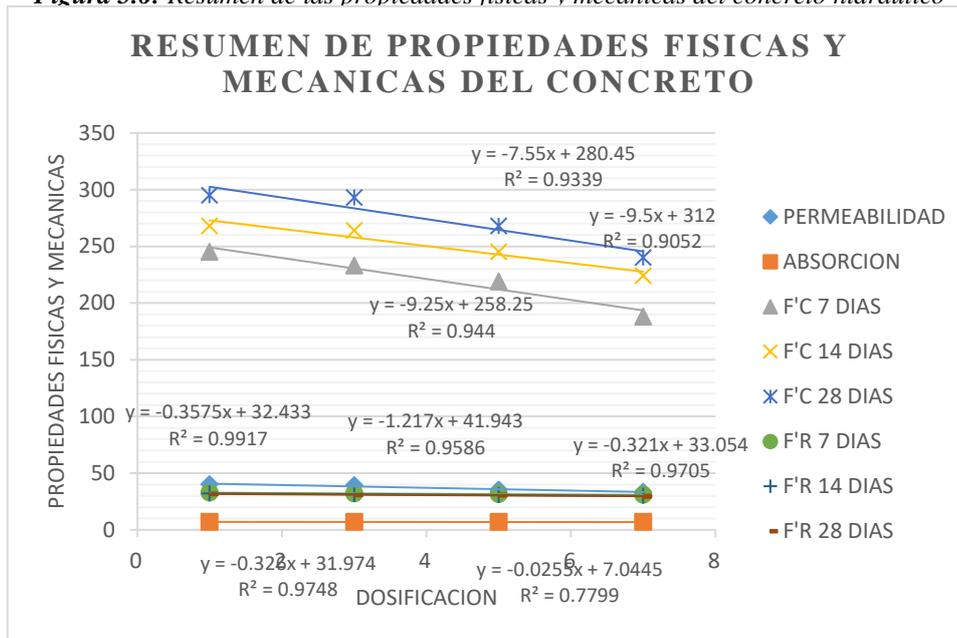
| DISEÑO CONTROL | | | | | | | | |
|----------------|-------|------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|
| M3 | 40.23 | 7.03 | 245 | 268 | 295 | 32.86 | 32.05 | 31.62 |
| M6 | 39.23 | 6.93 | 233 | 264 | 293 | 31.96 | 31.45 | 30.94 |
| M10 | 35.47 | 6.96 | 219 | 245 | 268 | 31.33 | 30.54 | 30.54 |
| M13 | 33.37 | 6.85 | 188 | 224 | 240 | 30.93 | 29.97 | 29.58 |

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 5.34 se puede determinar la variación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, obteniendo los siguientes resultados, para la permeabilidad varía desde los valores de 40.23, 39.23, 35.47, 33.37, alcanzando el valor óptimo 40.23mm para la muestra M3. Seguidamente la absorción a los 28 días de 7.03%, 6.93%, 6.96%, 6.85%, alcanzando el valor favorable a los 28 días de 7.03% que representa un decrecimiento de 2.35% menos que la absorción control. Luego la resistencia a la compresión a los 28 días varía entre los valores 295 kg/cm², 293 kg/cm², 268 kg/cm², 240 kg/cm², alcanzando el máximo valor a los 28 días $f'_c = 295$ kg/cm². Finalmente la resistencia a la flexión a los 28 días varía entre los valores de 31.62 kg/cm², 30.94 kg/cm², 30.54 kg/cm², 29.58 kg/cm², alcanzando el máximo valor a los 28 días $f'_c = 31.62$ kg/cm², para las muestras de M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4%E - 6%CR), M10 (89%C - 5%E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente, resultando ser favorable para el concreto hidráulico.

Figura 5.6: Resumen de las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico



Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la figura 5.6 se puede determinar la variación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, obteniendo los siguientes resultados, para la permeabilidad varía desde los valores de 40.23, 39.23, 35.47, 33.37, alcanzando el valor óptimo 40.23mm para la muestra M3. Seguidamente la absorción a los 28 días de 7.03%, 6.93%, 6.96%, 6.85%, alcanzando el valor favorable a los 28 días de 7.03, que representa un decrecimiento de 2.35% menos que la absorción control. Luego la resistencia a la compresión a los 28 días varía entre los valores 295 kg/cm², 293 kg/cm², 268 kg/cm², 240 kg/cm², alcanzando el máximo valor a los 28 días f'c= 295 kg/cm². Finalmente, la resistencia a la flexión a los 28 días varía entre los valores de 31.62 kg/cm², 30.94 kg/cm², 30.54 kg/cm², 29.58 kg/cm², alcanzando el máximo valor a los 28 días f'c= 31.62 kg/cm², para las muestras de M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente. De acuerdo a los puntos de dispersión para las muestras superiores a la M3 tiene una tendencia a disminuir respecto a la permeabilidad y absorción, a la vez a disminuir respecto a la resistencia a la compresión y flexión, resultando desfavorable para el concreto.

5.9. Contraste de hipótesis

Para efectos del análisis, se empleó el software Microsoft office Excel.

5.9.1. Comportamiento de la permeabilidad del concreto endurecido modificado con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica

Tabla 5.35: Regresión lineal – permeabilidad patrón vs permeabilidad con adición de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica.

| Estadísticas de la regresión | |
|--|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.98293954 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.966170139 |
| R ² ajustado | 0.954893519 |
| Error típico | 0.759113518 |
| Observaciones | 5 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F | Valor crítico de F |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|-----------|--------------------|
| Regresión | 1 | 49.37284 | 49.37284 | 85.679053 | 19 |
| Residuos | 3 | 1.72876 | 0.576253333 | | 0.002668121 |
| Total | 4 | 51.1016 | | | |

| | Coefficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad | Inferior 95% | Superior 95% | Inferior 95.0% | Superior 95.0% |
|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| Intercepción | 44.746 | 0.79616 | 56.20191 | 1.24086 | 42.21224 | 47.279752 | 42.21224 | 47.2797 |
| diseño | -2.222 | 0.24005 | 9.256298 | 0.00266 | 2.985955 | 1.4580449 | 2.985955 | 1.45804 |
| | | 2772 | 029 | 8121 | 057 | 4 | 06 | 494 |

Fuente: elaboración propia

Método estadístico de prueba z:

Mediante el uso de la herramienta de cálculo Excel, a fin de contrastar la hipótesis del ensayo de permeabilidad, se realizó con la prueba z para medias de dos muestras.

- Ho: La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la permeabilidad del concreto hidráulico varía mínimamente, Huancayo 2022.
- H1: La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la permeabilidad del concreto hidráulico no varía mínimamente, Huancayo 2022.

En conclusión, se determina que existe significancia positiva para las muestras de M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente porque son menores del valor de α . Además, para la muestra M6 muestra que los valores de $z < v.c$, por lo que se rechaza la Ho y se acepta la H1: La influencia de cenizas de cartón reciclado y

escoria siderúrgica en la permeabilidad del concreto hidráulico no varía mínimamente, Huancayo 2022.

5.9.2. Comportamiento de la absorción del concreto endurecido modificado con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica

Tabla 5.36: Regresión lineal – absorción patrón vs absorción con adición de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica.

| Estadísticas de la regresión | |
|--|------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.94259797 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.88849093 |
| R ² ajustado | 0.85132124 |
| Error típico | 0.03945462 |
| Observaciones | 5 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F | Valor crítico de F |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|----------|--------------------|
| Regresión | 1 | 0.03721 | 0.03721 | 23.90364 | 0.01636627 |
| Residuos | 3 | 0.00467 | 0.00155667 | | |
| Total | 4 | 0.04188 | | | |

| | Coefficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad inferior | Superior 95% | Inferior 95.0% | Superior 95.0% |
|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|--------------|----------------|----------------|
| Intercepción | 7.161 | 0.04138035 | 173.053154 | 4.2548E-07 | 7.02930926 | 7.29269074 | 7.02930926 |
| diseño | -0.061 | 0.01247664 | 4.88913492 | 0.01636627 | 0.10070625 | 0.02129375 | 0.02129375 |

Fuente: elaboración propia

Método estadístico de prueba z:

Mediante el uso de la herramienta de cálculo Excel, a fin de contrastar la hipótesis del ensayo de permeabilidad, se realizó con la prueba z para medias de dos muestras.

- Ho: La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la absorción del concreto hidráulico cambia mínimamente, Huancayo 2022.
- H1: La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la absorción del concreto hidráulico no cambia mínimamente, Huancayo 2022.

En conclusión, se determina que existe significancia positiva para las muestras de M3 (89% C - 3% E - 8% CR), M6 (90% C - 4 % E - 6% CR), M10 (89% C - 5 % E - 6% CR), M13 (90% C -

6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente porque son menores del valor de α . Además, para la muestra M6 muestra que los valores de $z < v.c$, por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 : La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la absorción del concreto hidráulico no cambia mínimamente, Huancayo 2022.

5.9.3. Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto endurecido modificado con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica

Tabla 5.37: Regresión lineal – resistencia patrón vs resistencia con adición de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica a los 28 días.

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--------------------------------------|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.24088765 |
| Coefficiente de determinación R^2 | 0.05802686 |
| R^2 ajustado | -0.25596419 |
| Error típico | 28.6885575 |
| Observaciones | 5 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|---------------------------|
| Regresión | 1 | 152.1 | 152.1 | 0.184804 | 18 |
| Residuos | 3 | 2469.1 | 823.033333 | | 0.69628491 |
| Total | 4 | 2621.2 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 280.1 | 30.0888 | 9.30910 | 0.002624 | 184.343 | 375.8560 | 184.3439 | 375.85603 |
| diseño | -3.9 | 9.07211 | 0.42988 | 0.696284 | 32.7715 | 24.97152 | 32.77152 | 24.971529 |
| | | 846 | 857 | 91 | 299 | 99 | 99 | 9 |

Fuente: elaboración propia

Método estadístico de prueba z:

Mediante el uso de la herramienta de cálculo Excel, a fin de contrastar la hipótesis del ensayo de permeabilidad, se realizó con la prueba z para medias de dos muestras.

- Ho: La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico varía mínimamente, Huancayo 2022.
- H1: La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico no varía mínimamente, Huancayo 2022.

En conclusión, se determina que existe significancia positiva para las muestras de M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente porque son menores del valor de α . Además, para la muestra M6 muestra que los valores de $z < v.c$, por lo que se rechaza la Ho y se acepta la H1: La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico no cambia mínimamente, Huancayo 2022.

5.9.4. Comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto endurecido modificado con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica

Tabla 5.38: Regresión lineal - resistencia a la flexión patrón vs resistencia con adición de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica a los 28 días.

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--|------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.18076698 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.0326767 |
| R ² ajustado | -0.2897644 |
| Error típico | 1.01322587 |
| Observaciones | 5 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|---------------------------|
| Regresión | 1 | 0.10404 | 0.10404 | 0.101341 | 61 |
| Residuos | 3 | 3.07988 | 1.02662667 | | 0.77110003 |
| Total | 4 | 3.18392 | | | |

| <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|

| | | | | | | | | |
|----------|--------|---------|---------|----------|---------|----------|----------|-----------|
| Intercep | | 1.06268 | 28.9381 | 9.0614E- | 27.3700 | 34.13392 | 27.37007 | 34.133922 |
| ción | 30.752 | 026 | 493 | 05 | 771 | 29 | 71 | 9 |
| | | | - | | - | | - | |
| diseño | -0.102 | 0.32041 | 0.31834 | 0.771100 | 1.12168 | 0.917688 | 1.121688 | 0.9176881 |
| | | 015 | 197 | 03 | 811 | 11 | 11 | 1 |

Fuente: elaboración propia

Método estadístico de prueba z:

“Mediante el uso de la herramienta de cálculo Excel, a fin de contrastar la hipótesis del ensayo de permeabilidad, se realizó con la prueba z para medias de dos muestras”.

- Ho: La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico varía mínimamente, Huancayo 2022.
- H1: La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico no varía mínimamente, Huancayo 2022.

En conclusión, se determina que existe significancia positiva para las muestras de M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente porque son menores del valor de α . Además, para la muestra M6 muestra que los valores de $z < v.c$, por lo que se rechaza la Ho y se acepta la H1: La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico no varía mínimamente, Huancayo 2022.

CAPITULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Discusión 1: Estimación de la influencia de la permeabilidad del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica.

El coeficiente de permeabilidad del concreto hidráulico modificado con cenizas de cartón reciclado y escoria a los 28 días varía desde $1.17E-10$, $1.04E-10$, $9.15E-11$, $7.76E-11$, $7.16E-11$ y la profundidad de penetración ensayada a los 28 días varía desde 42.10mm, 40.23mm, 39.23mm, 35.47mm, 33.37mm para muestras de M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente. La menor permeabilidad alcanzada fue $7.16E-11$ y resultado para la combinación M13. Por lo expuesto las cenizas de cartón reciclado y la escoria siderúrgica en la combinación de la muestra M13 influyen significativamente en la permeabilidad del concreto.

Al respecto Falcón (2021), concluye que la adición de mucilago de huaraco para el concreto en el ensayo de permeabilidad, se determinó que el 1.5 % de adición de mucílago de Huaraco presenta valores para el coeficiente de permeabilidad y profundidad de penetración ($7.78E-11$, 35.15mm respectivamente). Se puede observar que se logró el objetivo 1 de la tesis.

6.2. Discusión 2: Determinación del cambio de la absorción del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica.

En el ensayo de la absorción obtuvimos un resultado a los 28 días en la dosificación de M3, M6, M10, M13 de 7.03%, 6.93%, 6.96%, 6.85% alcanzando el valor favorable a los 28 días de 6.85 para la muestra M13, que representa un decrecimiento de 2.35% menos que la absorción control. De acuerdo a los puntos de dispersión para adiciones superiores al M13, tiene una tendencia a aumentar, resultando el aumento de tamaño de poros dentro del concreto. Por lo expuesto las cenizas de cartón reciclado y la escoria siderúrgica en la combinación de la muestra M13 influyen significativamente en la absorción del concreto.

Al respecto Pacco (2021) concluye que la adición de mucilago de waraco para el concreto en el ensayo de absorción, se obtiene mejores resultados con la adición de 2% de mucilago de waraco, incrementando así sus valores de forma significativa, respecto a la absorción en un decrecimiento de 2.66% respecto a la muestra patrón, mejorando así sus propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico. Se puede observar que se logró el objetivo 2 de la tesis.

6.3. Discusión 3: Estimación de la variación de la resistencia a la compresión con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en del concreto hidráulico.

En el ensayo a la resistencia a la compresión se utilizaron probetas cilíndricas para ser ensayadas donde obtuvimos un resultado a los 28 días en la dosificación de 8% de ceniza de cartón reciclado y 3% de escoria dando un resultado de 295 kg/cm² y el concreto control que es de 246 kg/cm² Supera el esfuerzo mínimo de diseño según norma E060, teniendo en cuenta el diseño $f'c = 210$ kg/cm². Por lo expuesto las cenizas de cartón reciclado y la escoria siderúrgica en la combinación de la muestra M3 influyen significativamente en la resistencia a la compresión del concreto.

Al respecto Amat (2022), concluye que la adición de cenizas de chala de maíz y cal para el concreto en el ensayo de resistencia a la compresión las propiedades del concreto modificado con 5% de cal y 10% de ceniza de chala de maíz son la mejor dosificación dando los mejores resultados a los 28 días tanto en resistencia a la

compresión con 244. 10 kg/cm². Se puede observar que se logró el objetivo 3 de la tesis.

6.4. Discusión 4: Calculo de la variación de la resistencia a la flexión con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en el concreto hidráulico.

En el ensayo a la resistencia a la flexión, se utilizaron viguetas prismáticas para ser ensayadas donde obtuvimos un resultado a los 28 días en la dosificación de 8% de ceniza de cartón reciclado y 3% de escoria es de 31.62 kg/cm² y el concreto control de 29.55 kg/cm², superando la fuerza mínima de 25 kg/cm² según norma E060 – ASTM C-78. Por lo expuesto las cenizas de cartón reciclado y la escoria siderúrgica en la combinación de la muestra M3 influyen significativamente en la resistencia a la flexión del concreto.

Al respecto Chinchayhuara (2020), concluye con respecto a la resistencia a la flexión, es posible determinar que la incorporación de fibra de agave al concreto influye de manera positiva. Ya que el módulo de rotura del concreto con porcentajes del 0.50%, 1.00% y 1.50% y ensayados a los 28 días son de 44.9, 45.7 y 45.4 kg/cm² cuyos valores se encuentran por sobre el módulo de rotura de la muestra patrón cuyo valor es de 43.9 kg/cm². Se puede observar que se logró el objetivo 4 de la tesis.

6.5. Discusión 5: Determinación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico.

En esta investigación se ha realizado la combinación de la ceniza de cartón reciclado y escoria, en distintos porcentajes y así obtener la mejor incidencia en la variabilidad de las propiedades físico mecánicas del concreto, donde se obtuvieron los siguientes resultados, para la permeabilidad varía desde los valores de 40.23, 39.23, 35.47, 33.37, alcanzando el valor optimo 40.23mm para la muestra M3. Seguidamente la absorción a los 28 días de 7.03%, 6.93%, 6.96%, 6.85%, alcanzando el valor favorable a los 28 días de 7.03% que representa un decrecimiento de 2.35% menos que la absorción control. Luego la resistencia a la compresión a los 28 días varía entre los valores 295 kg/cm², 293 kg/cm², 268 kg/cm², 240 kg/cm², alcanzando el máximo valor a los 28 días $f^c = 295$ kg/cm². Finalmente la resistencia a la flexión a los 28 días varía entre los valores de 31.62 kg/cm², 30.94 kg/cm², 30.54 kg/cm², 29.58 kg/cm², alcanzando el máximo valor a los 28 días $f^c = 31.62$ kg/cm², para las

muestras de M3 (89%C - 3%E - 8%CR), M6 (90%C - 4 %E - 6%CR), M10 (89%C - 5 %E - 6%CR), M13 (90%C - 6%E - 4%CR) de cemento, escoria y cenizas de cartón reciclado respectivamente, resultando ser favorable para el concreto hidráulico.

Al respecto Puellas (2021), concluye que a adición de fibra de acero influye significativamente mejorando las propiedades físicas y mecánicas del concreto, pues trae una buena manejabilidad, un rendimiento no tan variante, un incremento de la resistencia a la flexión al 1.5 % de adición de fibra de acero respecto a un concreto convencional de $f'c$ de 210 kg/cm². Se puede observar que se logró el objetivo 5 de la tesis.

CONCLUSIONES

Las conclusiones se desarrollaron de acuerdo al orden de los objetivos específicos y general.

Conclusión 1:

La ceniza de cartón reciclado y escoria siderúrgica influye significativamente. La máxima permeabilidad se obtuvo con la muestra M3 con una combinación 8% de ceniza y 3% de escoria alcanzando su valor máximo de 40.23 mm/h.

Conclusión 2:

La absorción del concreto hidráulico varió con las combinaciones de escoria y ceniza de cartón reciclado, la dosis de M13 (6% ceniza y 4% escoria) alcanzó un valor favorable de 6.85 al día 28, que es 3.79% menor que la absorción control. También se mostró un aumento del 10,4 % en el volumen de los poros debido a las burbujas de aire microscópicas dispersas por todo el hormigón. El concreto suele ser más resistente a los cambios bruscos de temperatura y evita que los líquidos externos penetren en el concreto y provoquen grietas.

Conclusión 3:

La resistencia a la compresión varía debido a la adición de ceniza de cartón reciclado y escoria siderúrgica, la mayor compresión a los 28 días corresponde a la mezcla M3 (3% escoria y 8% ceniza) de 295 kg/cm², que es 19,92% superior que el diseño control.

Conclusión 4:

La resistencia a flexión varía en función de los tratamientos diseñados, donde la máxima resistencia a flexión a los 28 días corresponde a la mezcla M3 (3% escoria y 8% piedra) de 31,62 kg/cm², que supera en un 7% al concreto control.

Conclusión 5:

Las propiedades del concreto hidráulico con 3% escoria y 8% cenizas de cartón reciclado es la mejor dosificación que da el mejor resultado a los 28 días tanto para resistencia a compresión de 295 kg/cm² como a flexión de 31,62 kg/cm².

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones se realizaron en el orden de las conclusiones.

Recomendación 1:

Se recomienda adicionar el cemento en una proporción de 3%E-8%CR para obtener concretos impermeables; combinaciones superiores a esas cantidades generan incrementos en la permeabilidad. Las cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica deben someterse a un proceso de molienda y tamizarse mediante la malla N° 200 antes del mezclado.

Recomendación 2:

Se recomienda adicionar el cemento de 3% escoria- 8% cartón reciclado para obtener un concreto más duradero. De manera similar, los aditivos superiores a esta cantidad tienden a aumentar la absorción del concreto al crear una mayor cantidad de superficie porosa permeable.

Recomendación 3:

Se recomienda añadir 3% escoria y 8% cenizas de cartón reciclado, que además de los porcentajes mencionados, reduce la resistencia a la compresión.

Recomendación 4:

Se recomienda utilizar la muestra M3 (3% escoria y 8% cenizas de cartón reciclado), que además de los porcentajes mencionados, tiende a disminuir la resistencia a la flexión.

Recomendación 5:

Se recomienda utilizar la muestra M3 que es 3% de escoria y 8% de ceniza de cartón reciclado como máximo que superado los porcentajes mencionados tienden a reducir la permeabilidad y la absorción, como también reduce la resistencia a la compresión y flexión.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABANTO CASTILLO, Flavio. 2008.** *Tecnología del concreto* . Lima : s.n., 2008.
- ALONSO MORENO, Lizeth Carolina y PUERTO PORRAS, Jonathan Alexander . 2018.** *Desempeño de un concreto hidráulico adicionado con vidrio molido reciclado y eafs*. tunja : s.n., 2018.
- BELTRAN D. 2014.** *PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO*. LIMA : s.n., 2014.
- CALLEJA , Jose. 2012.** *Escorias y cementos siderurgicos*. MADRID-España : s.n., 2012. 186.
- CHINCHAYHUARA VERDE, Cleison. 2020.** *Adicion de fibras de agave para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 kg/cm²*. La Libertad : s.n., 2020.
- LANDA SANCHEZ, Ana, y otros. 2019.** *Comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de concretos sustentables base agregados reciclados y ceniza de bagazo de caña de azúcar*. L Mexico : Conpat, 2019, Vol. 1. 1.
- PEREZ PORTO, Julian y GARDEY, Ana. 2016** *Definición de carton*. Lima : s.n., 2016.
- ALMAZAN RUIZ, Lucia. 2014.** *Definición y diseño de productos editoriales*. España : elearning , 2014, Vol. 5.
- DIAZ PITA , Julian Adolfo y LOPEZ RODRIGUEZ, Miguel Angel. 2018.** *Análisis del comportamiento de concreto hidráulico adicionado con eafs y polvo de vidrio reciclado*. tunja Colombia : s.n., 2018.
- GARCIA. 2018** *ESCORIA SIDERURGICA*. España : s.n., 2018.
- PUERTAS F. 1993.** *Escorias de alto horno: composición y comportamiento hidráulico*. España : s.n., 1993, Vol. 43. 229.
- FALCON NESTARES, Liliana Laura . 2021.** *Propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico modificados con mucilago de huaraco en zonas altoandinas*. Huancayo : s.n., 2021.
- GARCIA . 2010.** *TECNOLOGIA DEL CONCRETO*. LIMA : s.n., 2010.
- LOUIS SALAGER, Jean. 2007.** *Granulometría*. Venezuela : s.n., 2007, Vol. 2.
- HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. 2014.** *Metodología de la investigación*. Mexico : s.n., 2014.
- KOSMATKA H., Steven y PANARESE C., William. 1992.** *Diseño y control de mezclas de concreto*. EEUU : 1, 1992.

- L.P, Gay. 1996.** *Metodologia de la investigacion* . Norteamerica : s.n., 1996.
- MELGAREJO ILLESCAS, Clenin. 2019.** *Influencia de la Escoria al Producir Concreto Permeable en pavimentos urbanos* . Cerro de pasco : s.n., 2019.
- NOVOA. 2005.** *CONCRETO*. LIMA : s.n., 2005.
- ÑAHUI CASTAÑEDA, Maykol Hector. 2003.** *Escorias siderurgicas*. Lima : s.n., 2003.
- ÑAUPAS PAITAN , Humberto. 2014.** *Metodologia de la investigacion*. Bogota : ediciones de la u - transversal, 2014.
- OSEDA GAGO, Dulio. 2011.** *Metodolgia de la investigacion* . Huancavelica : s.n., 2011.
- VELEZ M, Ligia. 2010.** *Permeabilidad y porosidad del concreto*. Lima : s.n., 2010.
- PUCLLAS GUTIERREZ, Meliza. 2021.** *Influencia de la adicion de fibra de acero en las propiedades fisicas y mecanicas del concreto*. Huancayo : s.n., 2021.
- RODRIGUEZ SANCHEZ, Anyi y TIBABUZO JIMENEZ, Maria. 2019.** *Evaluacion de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidraulico*. 2019.
- RONDON QUINTANA, Hugo Alexander y REYES LIZCANO, Fredy Alberto. 2015.** *Pavimentos(materiales, construccion y diseño)*. Colombia : Ecoe edicones, 2015.
- SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. 2001.** *Tecnologia del concreto y del mortero*. Colombia : bhandar editores LTDA, 2001.
- SIANCAS, Carrillo. 2003.** *Agua*. Trujillo : s.n., 2003.
- PINEDA , Jose. 1998.** *T.S.U en evaluacion ambiental*. Colombia : s.n., 1998.
- TAMAYO Y TAMAYO, Mario. 2004.** *El proceso de la investigacion cientifica*. Mexico : Limusa s.a, 2004.
- ROJAS MANZANO, Manuel Alejandro, y otros. 2021.** *Uso de las escorias de horno de arco electrico (EHAE) en la construccion - Estado del arte* . Colombia : s.n., 2021, Vol. 20. 53-64.
- VILLEGAS MARTINEZ, Carlos Alberto. 2021.** *Estudio de las propiedades fisicas y mecanicas del concreto f'c 210 kg/cm2 con adicion de piedra pomez volcanica distrito de Coya, Cusco - 2021*. 2021.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTON RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO, HUANCAYO 2022

AUTOR: Bach. Ing. Karol VILLAFUERTE CARHUANCHO

| Problema | Objetivo | Hipótesis | Variables | Dimensiones | Indicadores | Metodología |
|---|---|---|---|--|--|--|
| <p>PROBLEMA PRINCIPAL</p> <p>¿Cuánto influye las cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, Huancayo 2022?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuánto varía la permeabilidad del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, Huancayo 2022?</p> <p>¿Cómo varía la adherencia del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, Huancayo 2022?</p> <p>¿Cómo influye las cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la compresión del concreto</p> | <p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, Huancayo 2022</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Estimar la variación de la permeabilidad del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, Huancayo 2022.</p> <p>Cuantificar la variación de la adherencia del concreto con cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica, Huancayo 2022.</p> <p>Estimar la variación de la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico, Huancayo 2022.</p> <p>Calcular la variación de la</p> | <p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Las cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica influyen significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico, Huancayo 2022</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.</p> <p>La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la permeabilidad del concreto hidráulico varía mínimamente, Huancayo 2022.</p> <p>La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la adherencia del concreto hidráulico cambia mínimamente, Huancayo 2022.</p> <p>La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico</p> | <p>V1:</p> <p>cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica</p> <p>V2:</p> <p>Propiedades físicas y mecánicas</p> | <p>D1: Peso específico</p> <p>D2: Granulometría</p> <p>D3: Dosificación</p> <p>D1: permeabilidad</p> <p>D2: absorción</p> <p>D3: Resistencia a la compresión</p> | <p>I1: 1500-2000 gr/cm³</p> <p>I2: 1300-1500 gr/cm³</p> <p>I3: 1000-1300 gr/cm³</p> <p>I1: Grueso</p> <p>I2: Medio</p> <p>I3: Fino</p> <p>I1:3%E+8%CR</p> <p>I2:4%E+6% CR</p> <p>I3:5%E+6% CR</p> <p>I4:6%E+4%CR</p> <p>I1: Baja</p> <p>I2: media</p> <p>I3: alta</p> <p>I1: 28 días</p> <p>I2: 28 días</p> <p>I3: 28 días</p> <p>I1: 7 días</p> <p>I2: 14 días</p> <p>I3: 28 días</p> <p>I1: 7 días</p> <p>I2: 14 días</p> | <p>Método de la investigación: método científico</p> <p>Tipo de investigación: aplicada</p> <p>Nivel de investigación: explicativo</p> <p>Diseño de investigación: experimental</p> <p>Población: conformada por probetas cilíndricas y vigas prismáticas para $f'c=210$ kg/cm² añadiendo en 3 dosificaciones: (3%E+8% CR), (4%E+6% CR), (5%E+6% CR), (6%E+4% CR).</p> <p>Muestra: conformada por 15 probetas para la permeabilidad, 15 probetas para la absorción, 45 probetas para el ensayo de compresión, 45 probetas para el ensayo de flexión.</p> |

| | | | | | | |
|--|---|---|--|-------------------------------------|--------------------|--|
| <p>hidráulico, Huancayo 2022?</p> <p>¿En cuánto cambia la influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico, Huancayo 2022?</p> | <p>influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico, Huancayo 2022.</p> | <p>varia mínimamente, Huancayo 2022.</p> <p>La influencia de cenizas de cartón reciclado y escoria siderúrgica en la resistencia a la flexión del concreto hidráulico cambia mínimamente, Huancayo 2022</p> | | <p>D4: Resistencia a la flexión</p> | <p>I3: 28 días</p> | |
|--|---|---|--|-------------------------------------|--------------------|--|

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 1: Tamizaje de ceniza



Figura 2: Granulometría



Figura 3: Muestra de granulometría



Figura 4: PUS



Figura 5: SLUMP



Figura 6: Probetas



Figura 7: Rotura de probeta



Figura 8: Tamizaje de escoria



Figura 9: Molienda de escoria



Figura 10: Tamizaje de escoria



Figura 11: Rotura de probeta



Figura 12: Rotura de probeta



Figura 13: Rotura de viga



Figura 14: Rotura de viga



Figura 15: Rotura de viga



Figura 16: Permeabilidad



Figura 17: Rotura de viga



Figura 18: Extracción de escoria

**CERTIFICADOS
DE ENSAYOS DE
LABORATORIO**



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBI Y ABRASIÓN, DENSIDAD,
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DGTAL,
ANÁLISIS DE FUNDACIÓN
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA LL, LP,
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



INFORMACIÓN: JAMP1816115222
Peticionario: KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CENizas DE CARTÓN RECIKLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"
Atención: JAMP INGENIEROS S.R.L.
Fecha: 10/11/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (AGREGADO PINO)

Código: ASTM C136 / C136M - 14

Título: Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.

Código: NTP 406.012.2012 (revisada el 2010)

Título: NORMASISOR: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y gránul

| M-1 | |
|-------|------------|
| Malla | % Retenido |
| 1/2" | 0.00 |
| 3/8" | 1.90 |
| Nº4 | 5.98 |
| Nº5 | 5.44 |
| Nº10 | 9.37 |
| Nº20 | 32.31 |
| Nº50 | 21.88 |
| Nº100 | 6.59 |
| FONDO | 0.56 |

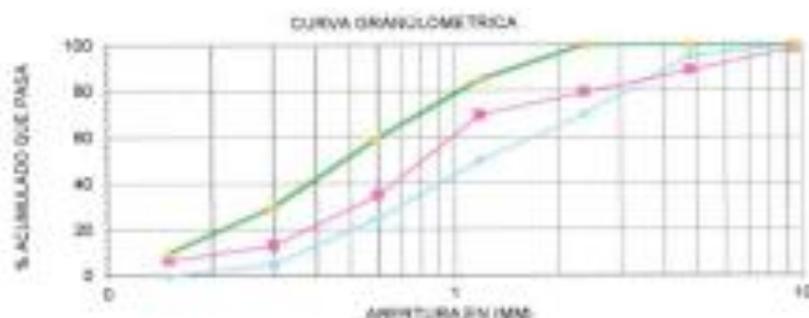
Módulo de finesa: 1.022

| M-2 | |
|-------|------------|
| Malla | % Retenido |
| 1/2" | 0.00 |
| 3/8" | 0.71 |
| Nº4 | 10.08 |
| Nº5 | 9.73 |
| Nº10 | 9.87 |
| Nº20 | 37.66 |
| Nº50 | 29.84 |
| Nº100 | 6.97 |
| FONDO | 6.14 |

Módulo de finesa: 3.122

| M-3 | |
|-------|------------|
| Malla | % Retenido |
| 1/2" | 0.08 |
| 3/8" | 2.07 |
| Nº4 | 9.46 |
| Nº5 | 9.25 |
| Nº10 | 15.02 |
| Nº20 | 33.60 |
| Nº50 | 23.71 |
| Nº100 | 7.90 |
| FONDO | 4.85 |

Módulo de finesa: 3.178



Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU FETLIDAD (CIMA PERUANA INGENIEROS GP 204 - 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS Y COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución MPOD-96/INENCOPI - CRT del 07.01.1996)



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE OBT. Y MARSHALL, BURN
ENSAYOS DE CORTE DIRECTO/INVERTA
ANÁLISIS DE FORTALECIMIENTO
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA LLUV
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



FORMA: JAMP02605112022
Proyecto: CAROLINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CENizas DE CARTÓN RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES
FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"
Atendido: JAMP INGENIEROS S.R.L.
Fecha: 30/11/2022

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO
N.T.P. 400.021

CANTERA:

I. DATOS

| | MUESTRA N° 01 | MUESTRA N° 02 | MUESTRA N° 03 | |
|---|---|------------------|------------------|-------|
| 1 | Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon + peso agua | 983.5 | 797.6 | 866.1 |
| 2 | Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon | 666.3 | 666.2 | 666.2 |
| 3 | Peso del agua | 304.2 | 138.4 | 196.9 |
| 4 | Peso de la arena secada al horno + peso del balon | 645.1 | 645.1 | 645.1 |
| 5 | Peso del balon | 159.2 | 159.2 | 159.2 |
| 6 | Peso de la arena secada al horno | 485.9 | 485.9 | 485.9 |
| 7 | Volumen del balon | 500.0 | 500.0 | 500.0 |

II. RESULTADOS

| | | | | | PROMEDIO |
|---|---|------|------|------|----------|
| 1 | PESO ESPECIFICO DE MASA | 2.48 | 1.34 | 1.60 | 1.81 |
| 2 | PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO | 2.55 | 1.38 | 1.65 | 1.86 |
| 3 | PESO ESPECIFICO APARENTE | 2.67 | 1.40 | 1.65 | 1.92 |
| 4 | PORCENTAJE DE ABSORCION | 2.90 | 2.90 | 2.90 | 2.90 |

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU
TOTALIDAD (CADA VEZ QUE SE REPRODUZCA SE DEBE INDICAR EL N° DEL DOCUMENTO)
* LOS RESULTADOS DE ENSAYO NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCCION O COMO
CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N° 002-96-INCOPRE - CRT del 17.01.1996)


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA LL, LP
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



INFORME N°: JAMP/IRIS/12022
Participante: KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTÓN RECLAMADO Y ESCORIA SIDERÚRGICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO - HUANCAYO 2022"
Atención: JAMP INGENIEROS S.R.L.
Fecha: 30/11/2022

PESO UNITARIO AGREGADO FINO

I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSB

| | MUESTRA N° 01 | | |
|---|---------------|-------|-------|
| | | | |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJAS (kg) | 9.807 | 9.822 | 9.802 |
| PESO DE LA VASIJAS (kg) | 6.524 | 6.524 | 6.524 |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg) | 3.283 | 3.298 | 3.278 |
| CONSTANTE (1/Vol.molde) | 469.3 | 469.3 | 469.3 |
| PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m ³) | 1541 | 1548 | 1538 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO HUMEDO (kg/m ³) | 1542 | | |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³) | 1542 | | |

II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS

| | MUESTRA N° 01 | | |
|---|---------------|--------|--------|
| | | | |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJAS (kg) | 10.252 | 10.227 | 10.245 |
| PESO DE LA VASIJAS (kg) | 6.524 | 6.524 | 6.524 |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg) | 3.728 | 3.703 | 3.721 |
| CONSTANTE (1/Vol.molde) | 469.3 | 469.3 | 469.3 |
| PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m ³) | 1749 | 1738 | 1746 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³) | 1744 | | |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³) | 1744 | | |

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN PERJUNA INECCOPI - GP-204 - 1992)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INCOPIRE - CRT del 07.02.1998)


KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
TEC. SUELOS Y PAVIMENTOS


LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
ING. KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
CIP: 205748
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
SUELOS Y PAVIMENTOS



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CSR Y BARRA PLÁSTICA
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DISTAL
ANÁLISIS DE FORTALECIMIENTO
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA LL
DISEÑO DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



Informe N°: JAMP018111002
 Fotógrafo: KAROL IRINA VILLAFUERTE CARRUANCHO
 Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CEMIZAS DE CARTÓN RECIKLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"
 Analista: JAMP INGENIEROS SRL
 Fecha: 20/11/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (AGREGADO GRUESO)

Código ASTM C136 / C136M - 14

Título Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

Código: NTP 600.012.0013 (revisado el 2018)

Título: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

| Malla | % Retenido |
|--------|------------|
| 2" | 0.00 |
| 1 1/2" | 0.00 |
| 1" | 5.74 |
| 3/4" | 23.21 |
| 1/2" | 63.80 |
| 3/8" | 12.16 |
| Nº4 | 8.58 |
| Nº5 | 5.25 |
| FONDO | 8.16 |

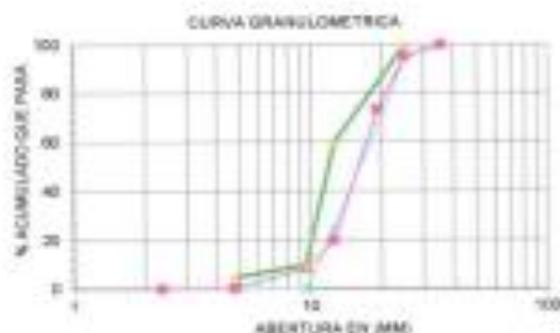
Modulo de finesa: 7.576

| Malla | % Retenido |
|--------|------------|
| 2" | 0.00 |
| 1 1/2" | 0.00 |
| 1" | 3.23 |
| 3/4" | 23.44 |
| 1/2" | 52.24 |
| 3/8" | 11.62 |
| Nº4 | 9.18 |
| Nº5 | 0.18 |
| FONDO | 0.14 |

Modulo de finesa: 7.817

| Malla | % Retenido |
|--------|------------|
| 2" | 0.00 |
| 1 1/2" | 0.00 |
| 1" | 5.60 |
| 3/4" | 18.52 |
| 1/2" | 53.81 |
| 3/8" | 12.45 |
| Nº4 | 9.27 |
| Nº5 | 0.26 |
| FONDO | 0.24 |

Modulo de finesa: 7.824



Promedio modulo de finesa : 7.64

Tamaño Plastico Nominal : 1"

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU FORTALECIMIENTO PARA SU USO INTERNO (NTP 600.012.0013)
 * LOS RESULTADOS DE PRUEBAS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCCIÓN COMO CERTIFICACION DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA EMPRESA QUE LO PRODUJO (NTP 600.012.0013 - CAP 04 (1) EL 1996)



JAMP INGENIEROS S.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERO CIVIL
CIP 200249
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CSR Y MARSHAL, DOTA
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ORSAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA LL, LP
DENSIDAD DE CAMPO
CISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



Informe N°: JAMP1810312022

Perforación: KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO

Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"

Atención: JAMP INGENIEROS S.R.L.

Fecha: 10/11/2022

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
N.T.P. 400.021

CANTERA:

I. DATOS

| | | MUESTRA N° 01 | MUESTRA N° 02 | MUESTRA N° 03 |
|---|---|------------------|------------------|------------------|
| 1 | Peso de la muestra secada al horno (A) | 2986.4 | 2973.2 | 2962.6 |
| 2 | Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) | 3017.2 | 3002.6 | 3001.4 |
| 3 | Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla dentro del agua | 2605 | 2603 | 2602 |
| 4 | Peso de la canastilla dentro del agua | 738 | 735 | 736 |
| 5 | Peso de la muestra saturada dentro del agua (C) | 1867 | 1868 | 1866 |

II. RESULTADOS

| | | | | | PROMEDIO |
|---|--|------|------|------|----------|
| 1 | PESO ESPECIFICO DE MASA | 2.60 | 2.62 | 2.61 | 2.61 |
| 2 | PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO | 2.62 | 2.65 | 2.64 | 2.64 |
| 3 | PESO ESPECIFICO APARENTE | 2.67 | 2.69 | 2.70 | 2.69 |
| 4 | PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | 1.03 | 0.99 | 1.31 | 1.11 |

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (COSA PERUANA INDCORP. 01/04/1992)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICACION DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Norma N°002-96/INDCORP - CRT del 27.01.1996)





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA LL. LL.
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



INFORME N°: JAMP010113022
 Postulante: KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUAMCHO
 Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO Y ESCORIA SIDERÚRGICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO - HUANCAYO 2022"
 Atención: JAMP INGENIEROS S.R.L.
 Fecha: 10/11/2022

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO

I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSSE

| | MUESTRA N° 01 | | |
|---|---------------|-------|-------|
| | | | |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASUA (kg) | 9.581 | 9.567 | 9.566 |
| PESO DE LA VASUA (kg) | 6.694 | 6.694 | 6.694 |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg) | 2.8872 | 2.893 | 2.892 |
| CONSTANTE (1/Vol.residue) | 469.3 | 469.3 | 469.3 |
| PESO APARENTE SUELTO (kg/m ³) | 1366 | 1363 | 1362 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³) | 1366 | | |
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³) | 1366 | | |

II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS

| | MUESTRA N° 01 | | |
|---|---------------|-------|-------|
| | | | |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASUA (kg) | 9.918 | 9.928 | 9.941 |
| PESO DE LA VASUA (kg) | 6.694 | 6.694 | 6.694 |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg) | 3.224 | 3.244 | 3.257 |
| CONSTANTE (1/Vol.residue) | 469.3 | 469.3 | 469.3 |
| PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m ³) | 1518 | 1522 | 1526 |
| PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³) | 1523 | | |
| PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³) | 1523 | | |

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI - GP 804 - 1992)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución MPR03-96/INDECOPI - CRT del 07.01.1996)



 KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUAMCHO
 TECN. SUELOS Y PAVIMENTOS



 JAMP INGENIEROS S.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y BRIDGELL DDM
ENSAYO DE CONTRA DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA LL. LP.
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



INFORME N°: JAMP01831118322
 Peticionario: KAROL IRMA VILLAFUERTE CARHUANCHO
 Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTÓN RECLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"
 Atención: JAMP INGENIEROS S.R.L.
 Fecha: 10/11/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO GRUESO
N.T.P. 339.185

| | MUESTRA N° 01 | MUESTRA N° 02 | MUESTRA N° 03 |
|---|---------------|---------------|---------------|
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg) | 2159.3 | 2158.6 | 2154.8 |
| PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg) | 2158.4 | 2156.1 | 2157.8 |
| TARA | 106.5 | 106.5 | 106.5 |
| CONTENIDO DE AGUA (kg) | 0.9 | 2.5 | 7.1 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.04 | 0.12 | 0.35 |
| PROMEDIO C.H. (%) | 0.17 | | |

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO FINO
N.T.P. 339.185

| | MUESTRA N° 01 | MUESTRA N° 02 | MUESTRA N° 03 |
|---|---------------|---------------|---------------|
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr) + TARA | 57.53 | 58.5 | 54.19 |
| PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr) | 57.42 | 58.46 | 54.121 |
| TARA | 29.43 | 29.88 | 29.65 |
| CONTENIDO DE AGUA (kg) | 0.11 | 0.04 | 0.069 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.29 | 0.14 | 0.26 |
| PROMEDIO C.H. (%) | 0.27 | | |

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SOLA PERMANA INDECOM) GP/09/1903

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°003-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAJO DE CONTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, L.L.P.
DENSIDAD DE (JAMP)
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



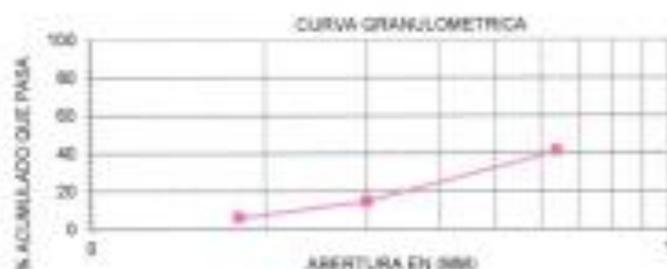
INFORME N°: JAMP/1811/2022
 Peticionario: KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
 Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CENZAS DE CARTÓN RECIKLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"
 Asociación: JAMP INGENIEROS S.R.L.
 Fecha: 08/11/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CENIZA DE CARTÓN

| M-1 | |
|-------|------------|
| Plata | % Retenido |
| N°100 | 43.5 |
| N°200 | 36.3 |
| N°300 | 13.1 |
| FONDO | 7.2 |

| M-2 | |
|-------|------------|
| Plata | % Retenido |
| N°100 | 44.9 |
| N°200 | 37.4 |
| N°300 | 13.8 |
| FONDO | 7.1 |

| M-3 | |
|-------|------------|
| Plata | % Retenido |
| N°100 | 40.1 |
| N°200 | 32.8 |
| N°300 | 12.4 |
| FONDO | 7.3 |



modelo de finiza cenizas de carton reciclado
 % retenido en el tamiz N° 325 = 7.2

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN PERSONA INTERESA: QF-204: 1963)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOPI - DIT del 01.03.1998)





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL (DIN 51708)
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIRECTA (DIN 51501)
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA (L. 17)
DENSIDAD DE JAMP
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



INFORME N°: JAMP/1810112022
 Peticionario: KAROL IRINA VILLAFUERTE CARRUANCHO
 Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"
 Atención: JAMP INGENIEROS S.R.L.
 Fecha: 10/11/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ESCORIA SIDERURGICA

| Malla | % Retenido |
|-------|------------|
| 3/8" | 0.00 |
| Nº4 | 0.42 |
| Nº8 | 8.61 |
| Nº16 | 9.64 |
| Nº30 | 69.34 |
| Nº50 | 5.47 |
| Nº100 | 4.99 |
| FONDO | 1.32 |

| Malla | % Retenido |
|-------|------------|
| 3/8" | 0.03 |
| Nº4 | 0.41 |
| Nº8 | 8.75 |
| Nº16 | 9.51 |
| Nº30 | 69.20 |
| Nº50 | 5.59 |
| Nº100 | 5.20 |
| FONDO | 1.38 |

| Malla | % Retenido |
|-------|------------|
| 3/8" | 0.00 |
| Nº4 | 0.39 |
| Nº8 | 8.43 |
| Nº16 | 9.89 |
| Nº30 | 69.79 |
| Nº50 | 5.65 |
| Nº100 | 4.64 |
| FONDO | 1.20 |



Promedio módulo de finess : 3.087

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI - GP-024- 1992)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución INDECOPI-06/INDECOPI - CRT de 17.01.1992)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y CONCRETO

INGENIERO CIVIL
 ESPECIALIDAD EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CSR Y BARRAS DE ACERO
ENSAYOS DE CONTRA DIRECCIÓN
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA (L. 48)
DENSIDAD DE JAMP
CENICHO DE MUESTRA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



IDENTIFICACION: JAMP000000000000
 Peticionario: CAROL IBNA VELAFUERTE CARHUANCHO
 Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE DENSAS DE CARTÓN RECLAMADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"
 Atención: JAMP INGENIEROS S.R.L.
 Fecha: 30/11/2022

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LA ESCORIA SIDERURGICA

I. DATOS

| | | MUESTRA N° 01 | MUESTRA N° 02 | MUESTRA N° 03 |
|---|---|------------------|------------------|------------------|
| 1 | Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso agua | 1026.5 | 1025.9 | 1024.5 |
| 2 | Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón | 859.3 | 859.2 | 859.2 |
| 3 | Peso del agua | 367.2 | 366.7 | 365.6 |
| 4 | Peso de la arena secada al horno + peso del balón | 645.1 | 645.1 | 645.1 |
| 5 | Peso del balón | 159.2 | 159.2 | 159.2 |
| 6 | Peso de la arena secada al horno | 485.9 | 485.9 | 485.9 |
| 7 | Volumen del balón | 500.0 | 500.0 | 500.0 |

II. RESULTADOS

| | | | | | PROMEDIO |
|---|--|------|------|------|----------|
| 1 | PESO ESPECIFICO DE MASA | 3.73 | 3.71 | 3.68 | 3.70 |
| 2 | PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO | 3.83 | 3.82 | 3.79 | 3.81 |
| 3 | PESO ESPECIFICO APARENTE | 4.15 | 4.16 | 4.12 | 4.15 |
| 4 | PORCENTAJE DE ABSORCION | 2.86 | 2.90 | 2.90 | 2.90 |

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SEGÚN REGLAMENTO NACIONAL DE 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD (CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución Nº000000000000 - CRT del 07/11/1998)


 CAROL IBNA VELAFUERTE CARHUANCHU
 TIT. LABOR. HUANCAYO


 JAMP INGENIEROS S.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS
 HUANCAYO



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CSR Y MARGENAL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA LL. LL.
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



INFORME N°: JAM01810118002
 Peticionario: KAROL IRINA VILLAFUERTE CARRUJANCHO
 Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTÓN REICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"
 Asesoría: JAMP INGENIEROS S.R.L.
 Fecha: 10/11/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LA ESCORIA SIDERURGICA

| | MUESTRA N° 01 | MUESTRA N° 02 | MUESTRA N° 03 |
|---|---------------|---------------|---------------|
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg) | 620.9 | 619.4 | 619.0 |
| PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg) | 620.7 | 619.2 | 619.7 |
| TARA | 106.5 | 106.5 | 106.5 |
| CONTENIDO DE AGUA (kg) | 0.2 | 0.2 | 4.3 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.04 | 0.03 | 0.07 |
| PROMEDIO C.H. (%) | 0.05 | | |

Observaciones:

- * EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SEGÚN PERUANA INDECOPI - QP-004 - 1993)
- * LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICACION DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución INPRO-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)



KAROL IRINA VILLAFUERTE CARRUJANCHO
TEL: 950848777



JAMP INGENIEROS S.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS
TEL: 950848777



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 20604707278

DISEÑO DE MEZCLA



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, L.L. LP
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - CEMENTO ANDINO TIPO I

DISEÑO DE MEZCLA : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
FECHA DE ENSAYO : 21/11/2022
CLIENTE : KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"

DISEÑO PATRON - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

| PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| PESO ESPECÍFICO DE MASA | 1.81 g/cm ³ | 2.61 g/cm ³ |
| CONTENIDO DE HUMEDAD(%w) | 0.27 % | 0.17 % |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | 2.90 % | 1.11 % |
| MODULO DE FINURA | 3.07 | 7.84 |
| TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL | - | 1" |
| PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO | 3.15 g/cm ³ | |

DISEÑO DE MEZCLA

| | | |
|---|--------------|----------------------------|
| PASO 01: Determinación de f_{cr} | <i>Nota:</i> | Se suma a f_c |
| $f_c = 210$ | | |
| $f_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$ | | |
| | | $f_c < 210$ 70 |
| | | $210 \leq f_c \leq 350$ 84 |
| | | $f_c > 350$ 98 |
| PASO 02: Cálculo de Agua | | |
| (%) AIRE ATRAPADO 1.5 % | 3 | 193 |
| SLUMP = 4" | 4 | X = 193 |
| $T_{max} = 1"$ | 4 | 193 |
| AGUA = 193 lt. | | |
| PASO 03: Cálculo de Cemento | | |
| $f_{cr} = 294$ | | |
| a/c = Interpolar | | |
| a/c interp. = 0.62 | | |
| Cemento = 311 kg. | | |



JAMP INGENIEROS S.R.L.
TTC 30864 y 30865



JAMP INGENIEROS S.R.L.
INGENIEROS CIVILES
C.I.B. 100000000





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE OBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA LL, LP
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

REV. 0000000000

PASO 04: Cálculo de Pd y Ar

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

%Pd = 49.0 %
%Ar = 51.0 %

PASO 05: Corrección de Pd y Ar por Humedad

Pd = 896.00 kg.
Ar = 674.00 kg.

PASO 06: Corrección de Agua

H2O-Pd = -15.8
H2O-Ar = -0.3
H2O-Obra = 177 lt.

Cálculo del porcentaje de Agregado fino mediante la siguiente fórmula:

$$r_f = \frac{m_c - m}{m_c - m_f} \times 100$$

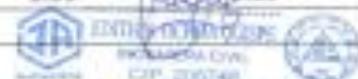
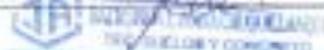
m.: Módulo de Finura de la Combinación.
mg.: Módulo de Finura del Agregado Grueso.
mf.: Módulo de Finura del Agregado Fino.

| | |
|----|-------|
| mf | 3.072 |
| mg | 7.843 |
| m | 5.41 |

$$r_f = \frac{7.843 - 5.41}{7.843 - 3.072} = 51.00$$

CUADRO DE RESUMEN

| MATERIALES | DISEÑO ESTÁTICO | | | | DISEÑO EN OBRA | | | | |
|------------|-----------------|------|---------------|-----------|----------------|-----------|----------------------|-----------------------|-------|
| | PESO | P.E. | VOL. ABSOLUTO | PESO R.U. | PESO | PESO R.U. | BRIQUETA 4"x4" (9kg) | CONO DE ABRAMS (25kg) | |
| CEMENTO | 311 | 3.15 | 0.099 | 1 | 311 | 1 | 0.62 | 3.74 | |
| AGUA | 193 | 1 | 0.193 | 0.620 | 177 | 0.561 | 0.16 | 1.93 | |
| PIEDRA | 896 | 2.63 | 0.354 | 0.693 | 2.88 | 896 | 2.88 | 1.79 | 10.75 |
| ARENA | 674 | 2.57 | 0.340 | | 2.17 | 674 | 2.17 | 1.35 | 8.09 |
| AIRE | 4.5 | | 0.015 | - | - | | | | |



Dirección: Calle Huancayo N°: S/N P.J. Huancan. - CEL: 971545035 - 950848777



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, L.L.U.
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - CEMENTO ANDINO TIPO I

DISEÑO DE MEZCLA : $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
FECHA DE ENSAYO : 21/11/2022
CLIENTE : KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTON RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"

Diseño P + 4% E + 6% CR - $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

| PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA | 1.81 g/cm ³ | 2.61 g/cm ³ |
| CONTENIDO DE HUMEDAD(%w) | 0.27 % | 0.17 % |
| PORCENTAJE DE ABSORCION | 2.90 % | 1.11 % |
| MODULO DE FINURA | 3.07 | 7.84 |
| TAMAÑO MAXIMO NOMINAL | - | 1" |
| PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO | 3.15 g/cm ³ | |

DISEÑO DE MEZCLA

| | | |
|---|--------------|----------------------------|
| PASO 01: Determinación de $f'cr$ | <i>Nota:</i> | Se suma a $f'c$ |
| $f'c = 210$ | | |
| $f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$ | | |
| | | $f'c < 210$ 70 |
| | | $210 \leq f'c \leq 350$ 84 |
| | | $f'c > 350$ 98 |
| PASO 02: Cálculo de Agua | | |
| (%) AIRE ATRAPADO 1.5 % | | |
| SLUMP = 4" | | |
| $T_{max} = 1"$ | | |
| AGUA = 193 lt. | | |
| PASO 03: Cálculo de Cemento | | |
| $f'cr = 294$ | | |
| a/c = interpolar | | |
| a/c interp. = 0.62 | | |
| Cemento = 311 kg. | | |





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE OBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAJO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

PASO 04: Cálculo de Pd y Ar

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

$$\begin{aligned} \%Pd &= 49.0\% \\ \%Ar &= 51.0\% \end{aligned}$$

PASO 05: Corrección de Pd y Ar por Humedad

$$\begin{aligned} Pd &= 896.00 \text{ kg.} \\ Ar &= 674.00 \text{ kg.} \end{aligned}$$

PASO 06: Corrección de Agua por adiciones

$$\begin{aligned} H_2O-Pd &= -15.8 \\ H_2O-Ar-Ad &= 19.78 \\ H_2O-Obra &= 197 \text{ lt.} \end{aligned}$$

Cálculo del porcentaje de Agregado fino mediante la siguiente fórmula:

$$r_f = \frac{m_c - m}{m_c - m_f} \times 100$$

m.: Módulo de Finura de la Combinación.
mg.: Módulo de Finura del Agregado Grueso.
mf.: Módulo de Finura del Agregado Fino.

| | |
|----|-------|
| mf | 3.072 |
| mg | 7.843 |
| m | 5.41 |

$$r_f = \frac{7.843 - 5.41}{7.843 - 3.072} = 51.00$$

CUADRO DE RESUMEN

| MATERIALES | DISEÑO ESTÁTICO | | | | DISEÑO EN OBRA | | | | |
|------------|-----------------|------|---------------|-----------|----------------|-----------|---------------------|-----------------------|-------|
| | PESO | P.E. | VOL. ABSOLUTO | PESO R.U. | PESO | PESO R.U. | BRIQUETA 4"x8" (kg) | CÓNO DE ABRAMS (21kg) | |
| CEMENTO | 311 | 3.15 | 0.099 | 1 | 311 | 1 | 0.62 | 3.74 | |
| ESCORIA 4% | 12.44 | | 0.04 | 0.04 | 12.44 | 0.04 | 0.02 | 0.15 | |
| CR 6% | 18.66 | | 0.06 | 0.06 | 18.66 | 0.06 | 0.04 | 0.22 | |
| AGUA | 193 | 1 | 0.202 | 0.620 | 197 | 0.561 | 0.38 | 2.46 | |
| PIEDRA | 896 | 2.63 | 0.354 | 0.693 | 2.88 | 896 | 2.88 | 1.76 | 10.97 |
| ARENA | 674 | 2.57 | 0.340 | | 2.17 | 674 | 2.17 | 1.32 | 8.26 |
| AIRE % | 1.5 | | 0.015 | - | - | | | | |





JAMP INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - CEMENTO ANDINO TIPO I

DISEÑO DE MEZCLA : $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 FECHA DE ENSAYO : 21/11/2022
 CLIENTE : KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
 PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO Y ESCORIA SIDERÚRGICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO - HUANCAYO 2022"

Diseño P + 6% E + 4% CR- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

| PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| PESO ESPECÍFICO DE MASA | 1.81 g/cm ³ | 2.61 g/cm ³ |
| CONTENIDO DE HUMEDAD(%w) | 0.27 % | 0.17 % |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | 2.90 % | 1.11 % |
| MODULO DE FINURA | 3.07 | 7.84 |
| TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL | - | 1" |
| PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO | 3.15 g/cm ³ | |

DISEÑO DE MEZCLA

| | | |
|---|-------------------------|-----------------|
| PASO 01: Determinación de $f'cr$ | <i>Nota:</i> | Se suma a $f'c$ |
| $f'c = 210$ | | |
| $f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$ | | |
| | $f'c < 210$ | 70 |
| | $210 \leq f'c \leq 350$ | 84 |
| | $f'c > 350$ | 98 |
| PASO 02: Cálculo de Agua | | |
| (%) AIRE ATRAPADO = 1.5 % | | |
| SLUMP = 4" | | |
| $T_{max} = 1"$ | | |
| AGUA = 193 lt. | | |
| PASO 03: Cálculo de Cemento | | |
| $f'cr = 294$ | | |
| a/c = interpolar | | |
| a/c interp. = 0.62 | | |
| Cemento = 311 kg. | | |





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE OBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAJO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, L.L. LP.
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

PASO 04: Cálculo de Pd y Ar

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

$$\%Pd = 49.0\%$$

$$\%Ar = 51.0\%$$

PASO 05: Corrección de Pd y Ar por Humedad

$$Pd = 896.00 \text{ kg.}$$

$$Ar = 674.00 \text{ kg.}$$

PASO 06: Corrección de Agua por adiciones

$$H2O-Pd = -15.8$$

$$H2O-Ar-Ad = 19.78$$

$$H2O-Obra = 197 \text{ lt.}$$

Cálculo del porcentaje de Agregado fino mediante la siguiente fórmula:

$$r_f = \frac{m_c - m}{m_f - m} \cdot 100$$

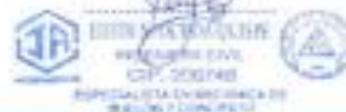
m.: Módulo de Finura de la Combinación.
mg.: Módulo de Finura del Agregado Grueso.
mf.: Módulo de Finura del Agregado Fino.

| | |
|----|-------|
| mf | 3.072 |
| mg | 7.843 |
| m | 5.41 |

$$r_f = \frac{7.843 - 5.41}{7.843 - 3.072} = 51.00$$

CUADRO DE RESUMEN

| MATERIALES | DISEÑO ESTÁTICO | | | | DISEÑO EN OBRA | | | |
|------------|-----------------|------|---------------|-----------|----------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| | PESO | P.E. | VOL. ABSOLUTO | PESO R.U. | PESO | PESO R.U. | BRIQUETA 4" x 4" (Mg) | CONO DE ABRAMS (25kg) |
| CEMENTO | 311 | 3.15 | 0.099 | 1 | 311 | 1 | 0.62 | 3.74 |
| ESCORIA 6% | 18.67 | | 0.006 | 0.06 | 18.67 | 0.06 | 0.037 | 0.22 |
| CR 4% | 12.45 | | 0.004 | 0.04 | 12.45 | 0.04 | 0.025 | 0.15 |
| AGUA | 193 | 1 | 0.202 | 0.620 | 197 | 0.561 | 0.38 | 2.46 |
| PIEDRA | 896 | 2.63 | 0.354 | 0.693 | 2.88 | 896 | 2.88 | 10.97 |
| ARENA | 674 | 2.57 | 0.340 | | 2.17 | 674 | 2.17 | 8.26 |
| AIRE % | 1.5 | | 0.015 | - | - | | | - |





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAJO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - CEMENTO ANDINO TIPO I

DISEÑO DE MEZCLA : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
FECHA DE ENSAYO : 21/11/2022
CLIENTE : KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"

Diseño C + 3% E + 8% CR- $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

| PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA | 1.81 g/cm ³ | 2.61 g/cm ³ |
| CONTENIDO DE HUMEDAD(%w) | 0.27 % | 0.17 % |
| PORCENTAJE DE ABSORCION | 2.90 % | 1.11 % |
| MODULO DE FINURA | 3.07 | 7.84 |
| TAMAÑO MAXIMO NOMINAL | - | 1" |
| PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO | 3.15 g/cm ³ | |

DISEÑO DE MEZCLA

| | | |
|---|--------------|-----------------|
| PASO 01: Determinación de f_{cr} | <i>Nota:</i> | Se suma a f_c |
| $f_c = 210$ | | |
| $f_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$ | | |
| PASO 02: Cálculo de Agua | | |
| (%) AIRE ATRAPADO = 1.5 % | | |
| SLUMP = 4" | | |
| $T_{max} = 1"$ | | |
| AGUA = 193 lt. | | |
| PASO 03: Cálculo de Cemento | | |
| $f_{cr} = 294$ | | |
| a/c = interpolar | | |
| a/c interp. = 0.62 | | |
| Cemento = 311 kg. | | |





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAJO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

PASO 04: Cálculo de Pd y Ar

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

%Pd = 49.0 %
%Ar = 51.0 %

PASO 05: Corrección de Pd y Ar por Humedad

Pd = 896.00 kg.
Ar = 674.00 kg.

PASO 06: Corrección de Agua por adiciones

H2O-Pd = -15.8
H2O-Ar-Ad = 21.78
H2O-Obra = 199 It.

Cálculo del porcentaje de Agregado fino mediante la siguiente fórmula:

$$r_f = \frac{m_c - m}{m_c - m_f} \times 100$$

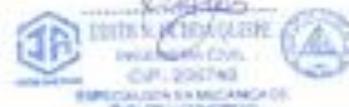
m.: Módulo de Finura de la Combinación.
mg.: Módulo de Finura del Agregado Grueso.
mf.: Módulo de Finura del Agregado Fino.

| | |
|----|-------|
| mf | 3.072 |
| mg | 7.843 |
| m | 5.41 |

$$r_f = \frac{7.843 - 5.41}{7.843 - 3.072} = 51.00$$

CUADRO DE RESUMEN

| MATERIALES | DISEÑO ESTÁTICO | | | | DISEÑO EN OBRA | | | |
|------------|-----------------|------|---------------|-----------|----------------|-----------|---------------------|-----------------------|
| | PESO | P.E. | VOL. ABSOLUTO | PESO R.U. | PESO | PESO R.U. | BRIQUETA 4"x4" (kg) | CONO DE ABRAMS (25kg) |
| CEMENTO | 311 | 3.15 | 0.099 | 1 | 311 | 1 | 0.62 | 3.74 |
| ESCORIA 3% | 9.33 | | 0.003 | 0.03 | 9.33 | 0.03 | 0.02 | 0.011 |
| CR 8% | 24.90 | | 0.008 | 0.08 | 24.90 | 0.08 | 0.05 | 0.030 |
| AGUA | 193 | 1 | 0.202 | 0.620 | 199 | 0.561 | 0.38 | 2.354 |
| PIEDRA | 896 | 2.63 | 0.354 | 2.88 | 896 | 2.88 | 1.76 | 10.97 |
| ARENA | 674 | 2.57 | 0.340 | 2.17 | 674 | 2.17 | 1.32 | 8.26 |
| AIRE % | 1.5 | | 0.015 | - | - | | | - |





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, U., LP
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - CEMENTO ANDINO TIPO I

DISEÑO DE MEZCLA : $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
FECHA DE ENSAYO : 21/11/2022
CLIENTE : KAROL IRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTON RECICLADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"

Diseño P + 5% E + 6% CR- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DATOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

| PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA | 1.81 g/cm ³ | 2.61 g/cm ³ |
| CONTENIDO DE HUMEDAD(%w) | 0.27 % | 0.17 % |
| PORCENTAJE DE ABSORCION | 2.90 % | 1.11 % |
| MODULO DE FINURA | 3.07 | 7.84 |
| TAMAÑO MAXIMO NOMINAL | - | 1" |
| PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO | 3.15 g/cm ³ | |

DISEÑO DE MEZCLA

| | | |
|---|--------------|-----------------------------------|
| PASO 01: Determinación de $f'cr$ | Nota: | Se suma a $f'c$ |
| $f'c = 210$ | | $f'c < 210$ 70 |
| $f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$ | | $210 \leq f'c \leq 350$ 84 |
| | | $f'c > 350$ 98 |
| PASO 02: Cálculo de Agua | | |
| (%) AIRE ATRAPADO 1.5 % | | |
| SLUMP = 4" | | |
| $T_{max} = 1"$ | | |
| AGUA = 193 lt. | | |
| PASO 03: Cálculo de Cemento | | |
| $f'cr = 294$ | | |
| a/c = interpolar | | |
| a/c interp. = 0.62 | | |
| Cemento = 311 kg. | | |





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAJO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

PASO 04: Cálculo de Pd y Ar

Se determinó el porcentaje definitivo de piedra y arena para la combinación de agregados

$$\%Pd = 49.0\%$$

$$\%Ar = 51.0\%$$

PASO 05: Corrección de Pd y Ar por Humedad

$$Pd = 896.00 \text{ kg.}$$

$$Ar = 674.00 \text{ kg.}$$

PASO 06: Corrección de Agua por adiciones

$$H2O-Pd = -15.8$$

$$H2O-Ar-Ad = 21.78$$

$$H2O-Obra = 199 \text{ lt.}$$

Cálculo del porcentaje de Agregado fino mediante la siguiente fórmula:

$$r_f = \frac{m_f - m}{m_f - m_g} \times 100$$

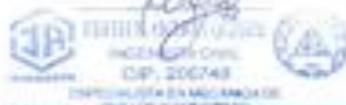
m.: Módulo de Finura de la Combinación.
mg.: Módulo de Finura del Agregado Grueso.
mf.: Módulo de Finura del Agregado Fino.

| | |
|----|-------|
| mf | 3.072 |
| mg | 7.843 |
| m | 5.41 |

$$r_f = \frac{7.843 - 5.41}{7.843 - 3.072} = 51.00$$

CUADRO DE RESUMEN

| MATERIALES | DISEÑO ESTÁTICO | | | | DISEÑO EN OBRA | | | | |
|------------|-----------------|------|---------------|-----------|----------------|-----------|----------------------|-----------------------|-------|
| | PESO | P.E. | VOL. ABSOLUTO | PESO R.U. | PESO | PESO R.U. | BRIQUETA 4"x4" (4kg) | CONO DE ABRAMS (25kg) | |
| CEMENTO | 311 | 3.15 | 0.099 | 1 | 311 | 1 | 0.62 | 3.74 | |
| ESCORIA 5% | 15.56 | | 0.005 | 0.05 | 15.56 | 0.05 | 0.03 | 0.19 | |
| CR 6% | 18.67 | | 0.006 | 0.06 | 18.67 | 0.06 | 0.04 | 0.22 | |
| AGUA | 199 | 1 | 0.202 | 0.620 | 199 | 0.561 | 0.38 | 2.49 | |
| PIEDRA | 896 | 2.63 | 0.354 | 0.693 | 2.88 | 896 | 2.88 | 1.76 | 10.97 |
| ARENA | 674 | 2.57 | 0.340 | | 2.17 | 674 | 2.17 | 1.32 | 8.26 |
| AIRE % | 1.5 | | 0.015 | - | - | | | - | |





INGENIEROS

**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAJO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

RUC. 30604707278

ENSAYOS QUIMICOS

INGENIEROS



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA L.L.U.
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



INFORME N°: JAMP01815112022
Participante: KAROL IRINA VILLAFUERTE CARRUANCHO
Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTÓN RECICLADO Y ESCORIA SIDERÚRGICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"
Atención: JAMP INGENIEROS S.R.L.
Fecha: 07/11/2022

| ANÁLISIS QUÍMICO - CENIZA DE CARTÓN RECICLADO | |
|---|-------|
| Resultado del ensayo | % |
| SiO ₂ | 46.56 |
| Al ₂ O ₃ | 0.00 |
| Fe ₂ O ₃ | 9.67 |
| CaO | 5.27 |
| MgO | 3.98 |

Observaciones:

- * EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LIGA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1992)
- * LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°052-96/INDECOPI - CRT del 27.02.1996)





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL BOMBA
ENSAYO DE CORTE DIRECTO BOMBA
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, L.L. LP.
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



INFORME N°: JAMP0000012002
Posterioridad: KAROLIRINA VILLAFUERTE CARHUANCHO
Proyecto: TESIS: "INFLUENCIA DE CENIZAS DE CARTÓN RECLAMADO Y ESCORIA SIDERURGICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO - HUANCAYO 2022"
Atención: JAMP INGENIEROS S.R.L.
Fecha: 07/11/2022

| ANÁLISIS QUÍMICO - ESCORIA SIDERURGICA | |
|--|-------|
| Resultado del ensayo | % |
| SiO ₂ | 35.41 |
| Al ₂ O ₃ | 10.50 |
| CaO | 32.64 |
| MgO | 5.77 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.80 |
| S | 0.15 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.01 |
| Cl | 0.23 |
| SO ₂ | 1.98 |
| F | 0.09 |
| MnO ₂ | 1.04 |
| P ₂ O ₅ | 0.07 |
| Na ₂ O+K ₂ O | 1.48 |

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SÚA REG. SUPLEN. INDECOPI, CP-304 - 7993)

* LOS RESULTADOS DE ESTOS ENSAYOS NO DEBERÁN UTILIZARSE COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCCIÓN COMO CATEGORÍA DEL SISTEMA NACIONAL DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-963-INDECOPI - CRT 04-01-1995)



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Dirección: Calle Huancayo N°: 519 P.J. Huancan. - CEL: 971545035 - 950848777



INGENIEROS

**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOSENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, U, L,
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

RUC.: 20004707070

ABSORCION Y PERMEABILIDAD

INGENIEROS



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (DCR)
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



RESUMEN:

Polígrafo:

Proyecto:

Servicio:

Fecha de recepción:

Fecha de emisión:

ANEXO 102022

RAMA: OBRAS PÚBLICAS - OBRAS

TÍTULO: "IMPLEMENTACIÓN DE CICLOS DE CARBÓN RECICLADO Y REFORZA REFORZADO EN LAS PROTECCIONES PERIFÉRICAS Y MECANICAR DEL CONCRETO REFORZADO - HUANCAYO 2022"

EMPRESA: JAMP INGENIEROS S.R.L.

Fecha de recepción: 01 de Noviembre de 2022

Fecha de emisión: 02 de Diciembre de 2022

Código: - NTP 200.021 (versión 4/2014)

Título: - ABRSORCIÓN (CONCRETO) Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el hormigón (concreto) endurecido

Código: - ASTM C 662 - 07

Título: - Standard Test Method for Density, Absorption, and Void in Hardened Concrete

RESULTADOS DE ENSAYO DE ABRSORCIÓN

| MUESTRA N° | DISEÑO | FECHA INICIAL | FECHA FINAL | ABSORCIÓN % | ABSORCIÓN PROMEDIO % | VACÍOS % |
|------------|---|---------------|-------------|-------------|----------------------|----------|
| 1 | DISEÑO DE PATRÓN | 05/11/22 | 05/12/22 | 7.34 | 7.33 | 2.8 |
| 2 | | 05/11/22 | 05/12/22 | 7.31 | | |
| 3 | | 05/11/22 | 05/12/22 | 7.35 | | |
| 4 | DISEÑO PATRÓN - 212 kg/m ³ (7M ² + 8M ² R) | 05/11/22 | 05/12/22 | 7.83 | 7.83 | 4.4 |
| 5 | | 05/11/22 | 05/12/22 | 7.85 | | |
| 6 | | 05/11/22 | 05/12/22 | 7.81 | | |
| 7 | DISEÑO PATRÓN - 230 kg/m ³ (7M ² + 8M ² R) | 05/11/22 | 05/12/22 | 6.99 | 6.99 | 6.3 |
| 8 | | 05/11/22 | 05/12/22 | 6.92 | | |
| 9 | | 05/11/22 | 05/12/22 | 6.99 | | |
| 10 | DISEÑO PATRÓN - 238 kg/m ³ (7M ² + 8M ² R) | 05/11/22 | 05/12/22 | 6.94 | 6.96 | 6.2 |
| 11 | | 05/11/22 | 05/12/22 | 6.93 | | |
| 12 | | 05/11/22 | 05/12/22 | 7.05 | | |
| 13 | DISEÑO PATRÓN - 310 kg/m ³ (8M ² + 9M ² R) | 05/11/22 | 05/12/22 | 6.72 | 6.85 | 10.4 |
| 14 | | 05/11/22 | 05/12/22 | 6.90 | | |
| 15 | | 05/11/22 | 05/12/22 | 6.92 | | |

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD CON PERMISO DE LOS CP. 004. 2003.

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Norma ISO 9000:2000) - ISO 9001 - CERT. N° 07.01.0090


J. J. JARAMA
INGENIERO EN CIVIL
E.C. SUELOS Y CONCRETO


J. J. JARAMA
INGENIERO EN CIVIL
E.C. SUELOS Y CONCRETO
E.C. SUELOS Y CONCRETO
E.C. SUELOS Y CONCRETO



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



IDENTIFICACION
Procesamiento : JAMP INGENIEROS S.R.L.
Proyecto : CAROLINA SUZAFESTE CARRANZO
Área de estudio : TRAMO "INFILTRACIÓN DE CUELLAS DE CARTÓN RECICLADO Y BARRERA SEDIMENTICA EN LAS PROPIEDADES RUSTICAS Y MECANICAS DEL CANTON SUCUMBIOSI - RELAJAYO 2007"
Fecha de recepción : JAMP INGENIEROS S.R.L.
Fecha de emisión : sábado, 5 de Noviembre de 2022
 viernes, 2 de Diciembre de 2022
Código : JAMP-EN (2004-870448)
Título : Ensayo de permeabilidad al agua por porosidad de penetración

RESULTADOS DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD

| MUESTRA Nº | DISEÑO | FORMA BOCAL | FORMA FONAL | COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD | IND. INEFECTIVA (D ₁₅) | RES. PROMEDIO (D ₁₅) |
|------------|--|-------------|-------------|------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | DISEÑO DE PATRON | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000117 | 42.4 | 42.10 |
| 2 | | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000117 | 42.3 | |
| 3 | | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000117 | 41.8 | |
| 4 | DISEÑO PATRON - 220 kg/m ³ (FNE + FNCR) | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000104 | 40.1 | 40.23 |
| 5 | | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000104 | 40.4 | |
| 6 | DISEÑO PATRON - 220 kg/m ³ (FNE + FNCR) | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000104 | 40.2 | 39.23 |
| 7 | | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000095 | 39.6 | |
| 8 | | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000095 | 39.5 | |
| 9 | DISEÑO PATRON - 220 kg/m ³ (FNE + FNCR) | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000045 | 36.8 | 35.47 |
| 10 | | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000076 | 34.9 | |
| 11 | | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000076 | 35.6 | |
| 12 | DISEÑO PATRON - 210 kg/m ³ (FNE + FNCR) | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000078 | 35.9 | 33.37 |
| 13 | | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000078 | 32.2 | |
| 14 | DISEÑO PATRON - 210 kg/m ³ (FNE + FNCR) | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000056 | 33.3 | 33.37 |
| 15 | | 05/11/22 | 02/12/22 | 0.00000036 | 34.6 | |

Observaciones:

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD O EN FORMA PARCIAL (EXCERPTOS) PARA USO PERSONAL.
 * LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Norma ISO 9001:2015) - COT 04/07/2019



[Firma]
 JAMP INGENIEROS S.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



[Firma]
 JAMP INGENIEROS S.R.L.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, LL, LP,
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

RUC.: 20604717278

RESISTENCIA A LA COMPRESION

INGENIEROS



JAMP INGENIEROS S.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CMT Y MARSHALL DRY
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA LL, LP
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



FORMAS DE: JAMP000010000
Proyecto: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA NACIONAL Y RECONSTRUCCIÓN DE LAS PROTECCIONES PERIMÉTRICAS Y SEGURIDAD DEL DURECITO DEBILITADO - HUASICHACA
Alcaldía: JAMP INGENIEROS S.R.L.
Fecha de recepción: febrero 12 de Diciembre de 2022
Fecha de ensayo: febrero 19 de Diciembre de 2022

Código: SSP (28.1M) (2017) (revisión 4/2018)
Objeto: (MATERIA CONCRETO) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de 30

Código: ASTM C39 / C39M - 14
Objeto: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens (30 de 02)

Esta Norma describe un ensayo para medir la resistencia a la compresión de los probetas cilíndricas de concreto de una muestra tomada de un elemento de obra. La referencia a la compresión de agregados de diferentes tamaños describe la carga máxima soportada al ensayo con la muestra normalizada de 30.

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN | FORMA | FORMA | DIÁM. (mm) | ALTA | ALTA | RESISTENCIA (kg/cm²) | RESISTENCIA (MPa) | % | TIPO DE FALLA |
|--------|-----------------------------------|---------|---------|------------|-------|--------|----------------------|-------------------|---------|---------------|
| 1 | CONCRETO DE PATRÓN | 120x120 | 100x100 | 38 | 24.27 | 261.46 | 225.4 | 225.4 | 100.0% | TIPO 01 |
| 2 | CONCRETO DE PATRÓN | 120x120 | 100x100 | 38 | 24.70 | 246.74 | 246.4 | 246.4 | 100.0% | TIPO 01 |
| 3 | CONCRETO DE PATRÓN | 120x120 | 100x100 | 38 | 24.28 | 232.41 | 241.2 | 241.2 | 100.0% | TIPO 01 |
| 4 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 25.25 | 206.91 | 207.4 | 207.4 | 92.24% | TIPO 01 |
| 5 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 24.88 | 200.07 | 202.1 | 202.1 | 90.23% | TIPO 01 |
| 6 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 25.41 | 206.45 | 198.3 | 198.3 | 86.45% | TIPO 01 |
| 7 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 24.44 | 200.47 | 201.3 | 201.3 | 89.76% | TIPO 01 |
| 8 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 24.44 | 195.74 | 201.7 | 201.7 | 104.36% | TIPO 01 |
| 9 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 23.14 | 208.29 | 200.1 | 200.1 | 96.05% | TIPO 01 |
| 10 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 24.85 | 207.18 | 199.0 | 199.0 | 96.02% | TIPO 01 |
| 11 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 24.36 | 200.86 | 200.8 | 200.8 | 104.20% | TIPO 01 |
| 12 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 25.54 | 171.90 | 170.5 | 170.5 | 76.24% | TIPO 01 |
| 13 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 23.23 | 206.66 | 207.1 | 207.1 | 100.00% | TIPO 01 |
| 14 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 23.23 | 206.63 | 206.2 | 206.2 | 100.00% | TIPO 01 |
| 15 | CONCRETO DE PATRÓN + 9% E + 9% CR | 120x120 | 100x100 | 38 | 24.28 | 214.40 | 212.0 | 212.0 | 98.96% | TIPO 01 |

DESCRIPCIONES

INDICACIÓN DE LOS EMPLEADOS: TAMAÑO DE MUESTRA 200x300
E INGENIEROS POR MUESTRA EN LA DESCRIPCIÓN DE FALLA

Tipos de Falla:

RESUMEN ESTADÍSTICO Y RESULTADOS DE TENDENCIA

| TIPO DE FALLA | NÚMERO N | NÚMERO S |
|---------------|----------|----------|
| 01 | 14 | 01 |
| 02 | 01 | 01 |
| 03 | 01 | 01 |
| 04 | 01 | 01 |

Observaciones:
* Los resultados de resistencia fueron obtenidos de conformidad con la Norma SSP (28.1M) (2017) (revisión 4/2018) y el método normalizado de ensayo de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto de una muestra tomada de un elemento de obra.
* Los resultados de ensayo de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto de una muestra tomada de un elemento de obra se obtuvieron de conformidad con la Norma SSP (28.1M) (2017) (revisión 4/2018) y el método normalizado de ensayo de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto de una muestra tomada de un elemento de obra.
Equipos Utilizados: [Logos of testing equipment and standards]



INGENIEROS

AV. C. J. OCHOA GARCÍA 11

**JAMPI INGENIEROS
S.R.L.**

LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS
CORPORATIVO PARANANCO

ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN DIGITAL
ENFERMEDADES DE TRANSMISIÓN DIGITAL
ANÁLISIS DE PROGRAMAS DE APLICACIONES
ANÁLISIS DE PROGRAMAS DE APLICACIONES
DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN
DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

RESISTENCIA A LA FLEXION

INGENIEROS



JAMP INGENIEROS S.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CSR Y MARSHAL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE OPACIMETRIA LL LP
DENSIIDAD DE CAMPO
ENSAYO DE BRICOLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



CLIENTE: JAMP INGENIEROS
Procedimiento: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION
Proyecto: TERCER CONDOMINIO DE EDIFICIO DE CARTON REFORZADO Y ENTUBADO EN EL CANTON DE SAN CARLOS DE GUAYAS
Ubicación: JAMP INGENIEROS S.R.L.
Fecha de entrega: 11 de Noviembre de 2022
Fecha de ensayo: 10 de Noviembre de 2022

Objetivo: NTP 200-09-002
Descripción: CONCRETO. Muest. de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto al momento de ser aplicado con carga a la fibra de acero

Norma: ASTM C 670 - 12
Objetivo: Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete

(34 de 42)

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGA (NTP 200-09)

| IDM | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE SUBSECCION | FECHA DE ENSAYO | EDAD (DÍAS) | CANTIDAD ENTRE APUNTES (N°) | DIMENSIONES (mm) | | | RESISTENCIA DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESFUERZO COMPRESION ASUM. (MPa) |
|-----|---------------------------|---------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|----------------------------|-------------------|---------------------------------|
| | | | | | | LARGO | ANCHO | ALTURA | | | |
| 1 | CONCRETO | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 31.80 | 21.57 |
| 2 | CONCRETO | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 31.80 | |
| 3 | CONCRETO | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 31.80 | |
| 4 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.87 | 32.86 |
| 5 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.86 | |
| 6 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.86 | |
| 7 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.86 | 31.88 |
| 8 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.86 | |
| 9 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.86 | |
| 10 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.86 | 31.50 |
| 11 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.86 | |
| 12 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.86 | |
| 13 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.86 | 30.00 |
| 14 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.86 | |
| 15 | CONCRETO + FIBRA | 10/11/2022 | 10/11/2022 | 7 | 40.0 | 60.00 | 10.00 | 10.00 | 24.00 | 32.86 | |

$$f_c = \frac{P_u}{A_g}$$

Donde:
 P_u : Carga de rotura en kg
 A_g : Área bruta de la fibra en cm²
 f_c : Resistencia a la flexión en MPa

Observaciones:

* Este informe es propiedad de JAMP Ingenieros S.R.L. y no debe ser utilizado para fines ajenos a los que fue emitido.
 * La responsabilidad de la información contenida en este informe es exclusiva de JAMP Ingenieros S.R.L. y no debe ser utilizada para fines ajenos a los que fue emitido.
 * La información contenida en este informe es confidencial y no debe ser divulgada a terceros sin el consentimiento escrito de JAMP Ingenieros S.R.L.





**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA, U. S. P.
ENSAYO DE CAMPO
ENSAYO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



FORMULARIO JAMP000002
 Proyecto: - RASO, RASA Y LAJUNTO CAMUÑCHO
 Presenta: - TESIS "EFECTIVIDAD DE CENTROS DE CARTÓN RECICLADO Y BARRERA MEEBÉRICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO REEFERLUJO - BUENAVISTA 2022"
 Asesoría: - JAMP INGENIEROS S.R.L.
 Fecha de recepción: - sábado, 23 de Noviembre de 2022
 Fecha de emisión: - lunes, 27 de Diciembre de 2022

Código: - NTP 200.010.01
Objeto: - CORRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en ejes simplemente apoyados con cargas a los lados del vano

Código: - ASTM C671 / C671 - 22
Objeto: - Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete

(22 de 22)

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS (NTP 200.010)

| ITEM | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISEÑO DE TUBO APOYOS (mm) | DIMENSIONES (mm) | | | LUBRICACIÓN DE LA FRACTURA | CARGA MÁXIMA (Kg) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²) |
|------|------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|----------------------------|------------------|-------|---------|----------------------------|-------------------|---|
| | | | | | | LARGO | ANCHO | AL TUBO | | | |
| 1 | CONCRETO PATRÓN | 10/11/2022 | 26/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.21 | 22.54 | 20.490 | 28.50 |
| 2 | CONCRETO PATRÓN | 12/11/2022 | 26/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.24 | 21.61 | 20.160 | |
| 3 | CONCRETO PATRÓN | 12/11/2022 | 26/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.28 | 21.60 | 20.080 | |
| 4 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 14/11/2022 | 26/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.14 | 10.30 | 24.10 | 22.021 | 32.00 |
| 5 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 14/11/2022 | 26/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.20 | 29.62 | 27.000 | |
| 6 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 14/11/2022 | 26/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.20 | 24.40 | 20.007 | |
| 7 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 16/11/2022 | 30/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.10 | 24.30 | 20.900 | 31.40 |
| 8 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 16/11/2022 | 30/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.20 | 24.00 | 21.217 | |
| 9 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 16/11/2022 | 30/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.10 | 24.00 | 21.602 | |
| 10 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 16/11/2022 | 30/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.24 | 20.17 | 18.240 | 30.54 |
| 11 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 16/11/2022 | 30/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.17 | 10.20 | 20.62 | 20.001 | |
| 12 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 16/11/2022 | 30/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.21 | 22.00 | 20.000 | |
| 13 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 20/11/2022 | 30/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.20 | 20.10 | 20.120 | 28.97 |
| 14 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 20/11/2022 | 30/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.10 | 10.21 | 22.00 | 20.000 | |
| 15 | CONCRETO PATRÓN + FNE + FNEC | 20/11/2022 | 30/11/2022 | 14 | 40.0 | 40.00 | 10.14 | 10.24 | 22.00 | 20.000 | |

$$f_c = \frac{P_c}{A_c}$$

Donde:

P_c : Resistencia a la flexión en kg/cm²
 A_c : Carga de rotura aplicada en kg
 L : Luz entre apoyos en cm
 b : Ancho de la viga en cm
 d : Altura de la viga en cm

Observaciones:

* Los ensayos se realizaron en el laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en Lima, Perú.

* Los resultados de ensayos se expresan en kg/cm² y MPa, según sea necesario, para facilitar la comparación con los resultados de ensayos de laboratorio.

* Los resultados de ensayos se expresan en kg/cm² y MPa, según sea necesario, para facilitar la comparación con los resultados de ensayos de laboratorio.



JAMP INGENIEROS S.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



JAMP INGENIEROS S.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



**JAMP INGENIEROS
S.R.L.**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CBR Y MARSHALL DIGITAL
ENSAYO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
ANÁLISIS DE PERMEABILIDAD
ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA LL LP
DENSIDAD DE CAMPO
DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO



NUMERO DE: JAMP000000
Fecha de emisión: 04/02/2022
Proyecto: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FÍSICAS DE LOS MATERIALES DE CONCRETO (ESTRUCTURA) - 20/01/2022
Ubicación: JAMP INGENIEROS S.R.L.
Fecha de recepción: 12 de Diciembre de 2021
Fecha de entrega: 15 de Diciembre de 2021

Código: - REPUBLICANO
Nota: - CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del claro.

Código: - ACN OR / CBR - 21
Nota: - Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete

02 de 02

RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS (NFY 339.87E)

| VIGA | IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (Días) | DISTANCIA ENTRE APÓYOS (mm) | DIMENSIONES (mm) | | | CARGA MÁXIMA (kN) | ESFUERZO COMPRESIÓN AXIAL (kg/cm ²) | PROMEDIO (kg/cm ²) |
|------|--------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------|--------|-------------------|---|--------------------------------|
| | | | | | | LARGO | ANCHO | ALTIMA | | | |
| 1 | CONCRETO FORTIN | 12/1/2022 | 02/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1618 | 1620 | 2204 | 32.47 | 29.04 |
| 2 | CONCRETO FORTIN | 12/1/2022 | 02/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1618 | 1620 | 2214 | 32.92 | |
| 3 | CONCRETO FORTIN | 12/1/2022 | 02/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1614 | 1620 | 2200 | 32.00 | |
| 4 | CONCRETO FORTIN + 2% + 2% + 2% | 12/1/2022 | 12/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1612 | 1620 | 2424 | 36.40 | 31.62 |
| 5 | CONCRETO FORTIN + 2% + 2% + 2% | 12/1/2022 | 12/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1614 | 1620 | 2420 | 36.41 | |
| 6 | CONCRETO FORTIN + 2% + 2% + 2% | 12/1/2022 | 12/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1611 | 1620 | 2418 | 36.30 | |
| 7 | CONCRETO FORTIN + 4% + 2% + 2% | 12/1/2022 | 12/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1611 | 1620 | 2380 | 35.30 | 30.36 |
| 8 | CONCRETO FORTIN + 4% + 2% + 2% | 12/1/2022 | 12/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1615 | 1620 | 2397 | 35.60 | |
| 9 | CONCRETO FORTIN + 4% + 2% + 2% | 12/1/2022 | 12/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1615 | 1620 | 2384 | 35.60 | |
| 10 | CONCRETO FORTIN + 2% + 2% + 2% | 12/1/2022 | 02/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1615 | 1620 | 2364 | 35.10 | 30.54 |
| 11 | CONCRETO FORTIN + 2% + 2% + 2% | 12/1/2022 | 02/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1615 | 1620 | 2364 | 35.00 | |
| 12 | CONCRETO FORTIN + 2% + 2% + 2% | 12/1/2022 | 02/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1614 | 1620 | 2354 | 34.70 | |
| 13 | CONCRETO FORTIN + 4% + 2% + 2% | 21/1/2022 | 02/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1617 | 1620 | 2212 | 32.00 | 29.38 |
| 14 | CONCRETO FORTIN + 4% + 2% + 2% | 21/1/2022 | 02/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1614 | 1620 | 2200 | 31.91 | |
| 15 | CONCRETO FORTIN + 4% + 2% + 2% | 21/1/2022 | 12/12/2021 | 28 | 400 | 400 | 1614 | 1620 | 2180 | 31.60 | |

$$R = \frac{P}{b \cdot d^2}$$

donde:

- R = Resistencia a la flexión en kg/cm²
- P = Carga máxima aplicada en kg
- L = Luz entre apoyos en cm
- b = Ancho de la viga en cm
- d = Altura de la viga en cm

Observaciones:

* Los ensayos se realizaron en las mesas vigas, las dimensiones de cada una de ellas son: 400x400x1620 mm.

* No se realizó ensayo de resistencia a la flexión en vigas de concreto armado con agregados pesados (20% + 2% + 2%).

* Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de ensayos de materiales de construcción de JAMP INGENIEROS S.R.L. con el propósito de determinar las propiedades mecánicas de los materiales de construcción de concreto armado con agregados pesados (20% + 2% + 2%).



CERTIFICADOS DE CALIBRACION

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-19451-2022

PROFORMA | 13853A

Fecha de emisión : 2022 - 10 - 10

Página | 1 de 2

SOLICITANTE: JAMP INGENIEROS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
 Dirección : Cal. Huancayo Nro. 508 P.J. Huancón Junín-Huancayo-Huancón

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA DE CONCRETO
 Marca : PYS
 Modelo : STYE-2000
 N° Serie : 301115
 Intervalo de indicación : 2000 kN
 Resolución : 0,01 kN
 Procedencia : NO INDICA
 Código de Identificación : NO INDICA
 Ubicación : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2022 - 10 - 05
LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JAMP INGENIEROS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación indirecta tomando como referencia la norma ISO 7500-1:2018 Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticas

CONDICIONES AMBIENTALES

| MAGNITUD | INICIAL | FINAL |
|------------------|---------|--------|
| TEMPERATURA | 17,3°C | 17,7°C |
| HUMEDAD RELATIVA | 42,4% | 45,3% |

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 da una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

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 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.



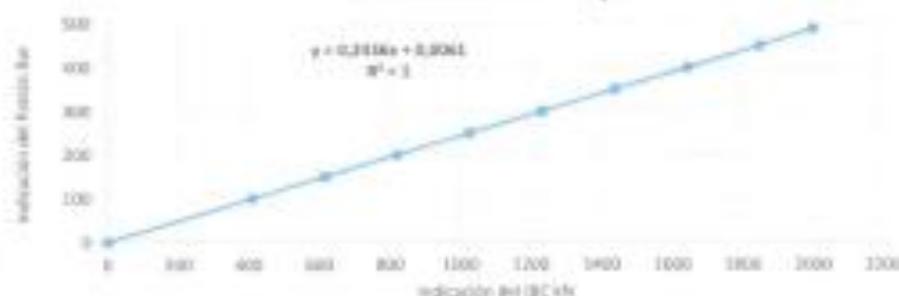
 Lic. Nicolás Ramos Paez
 Gerente Técnico
 C.F.P. N° 0316


Certificado | TC-19451-2022
 Página | 2 de 3
TRAZABILIDAD

| Patrón de Referencia | Patrón de Trabajo | Certificado de Calibración |
|------------------------------------|---|-----------------------------|
| Patrón de Referencia del DM-INACAL | Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,25 | LFP-C-064-2022 Mayo 2022 |

RESULTADOS DE MEDICIÓN

| Indicación del Equipo | Lectura del equipo Patrón | Error | Incertidumbre |
|-----------------------|---------------------------|--------|---------------|
| (kN) | (kN) | (kN) | (kN) |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,51 |
| 410,30 | 410,56 | -0,26 | 0,51 |
| 615,77 | 616,06 | -0,29 | 0,51 |
| 820,38 | 820,75 | -0,37 | 0,51 |
| 820,74 | 821,16 | -0,42 | 0,51 |
| 1026,50 | 1026,45 | 0,05 | 0,51 |
| 1232,60 | 1231,85 | 0,65 | 0,51 |
| 1438,00 | 1437,24 | 0,76 | 0,51 |
| 1644,40 | 1642,94 | 1,46 | 0,51 |
| 1849,50 | 1847,40 | 2,10 | 0,51 |
| 2000,00 | 2003,63 | -3,63 | 0,51 |

Relación del Ensayo**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.

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%.



Balanza 30000g



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración

TC - 19452 - 2022

Proforma : 19853A Fecha de emisión : 2022-10-12
Solicitante : JAMP INGENIEROS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección : Cal. Huancayo Nro. 52N P.J. Huancan Junín-Huancayo-Huancan

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
N° de Serie : 833847037T
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 50 g
Procedencia : CHINA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Variación de $\pm T$ Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2022-10-05

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, generando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Lugar de calibración
Instalaciones de JAMP INGENIEROS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda el uso de 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 pueden 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 Paez
Gerente Técnico
CIP: 8316



Certificado de Calibración
 TC - 19452 - 2022

Trazabilidad

| Trazabilidad | Patrón de trabajo | Certificado de calibración |
|-------------------------------------|--|-----------------------------|
| Patrones de Referencia de KOSSOMET | Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1 | PE22-C-0628 Junio 2022 |
| Patrones de Referencia de DM-INACAL | Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1 | LM-C-210-2022 Julio 2022 |
| Patrones de Referencia de DM-INACAL | Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1 | LM-C-211-2022 Julio 2022 |
| Patrones de Referencia de DM-INACAL | Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1 | LM-C-212-2022 Julio 2022 |

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

| | | | |
|------------------|----------|------------|----------|
| Ajuste de Cero | Tiene | Esfera | No Tiene |
| Oscilación Libre | Tiene | Cursor | No Tiene |
| Plataforma | Tiene | Nivelación | Tiene |
| Sistema de Traba | No Tiene | | |

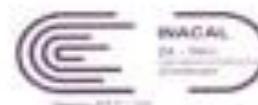
Ensayo de repetibilidad

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 16,3 °C | 17,1 °C |
| Humedad Relativa | 47 % | 45 % |

| Medición N° | Carga (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | Medición N° | Carga (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) |
|---|-----------|--------|--------|-------|---|-----------|--------|--------|-------|
| 1 | 15 000 | 14 999 | 0,5 | -1,0 | 1 | 30 000 | 30 000 | 0,7 | -0,2 |
| 2 | | 14 999 | 0,5 | -1,0 | 2 | | 30 000 | 0,7 | -0,2 |
| 3 | | 14 999 | 0,5 | -1,0 | 3 | | 30 000 | 0,7 | -0,2 |
| 4 | | 15 000 | 0,4 | 0,1 | 4 | | 30 000 | 0,7 | -0,2 |
| 5 | | 15 000 | 0,4 | 0,1 | 5 | | 30 000 | 0,8 | -0,3 |
| 6 | | 15 000 | 0,4 | 0,1 | 6 | | 30 000 | 0,7 | -0,2 |
| 7 | | 14 999 | 0,5 | -1,0 | 7 | | 30 000 | 0,7 | -0,2 |
| 8 | | 14 999 | 0,5 | -1,0 | 8 | | 30 000 | 0,6 | -0,1 |
| 9 | | 14 999 | 0,5 | -1,0 | 9 | | 30 000 | 0,7 | -0,2 |
| 10 | | 14 999 | 0,5 | -1,0 | 10 | | 30 000 | 0,7 | -0,2 |
| E _{máx} - E _{mín} (g) | | | | 1,1 | E _{máx} - E _{mín} (g) | | | | 0,2 |
| error máximo permitido (g) | | | | 2,0 | error máximo permitido (g) | | | | 3,0 |



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - CIA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración TC - 19455 - 2022

Profesora : 13553A Fecha de emisión : 2022-10-12

Solicitante : JAMP INGENIEROS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección : Cal. Huancayo Nro. S/N P.J. Huancan Junin-Huancayo-Huancan

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : SPJ402
N° de Serie : 8225349020
Capacidad Máxima : 400 g
Resolución : 0.01 g
División de Verificación : 0.01 g
Clase de Exactitud : E
Capacidad Mínima : 0.2 g
Procedencia : O-IMA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2022-10-05

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 JAMP INGENIEROS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

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 patrón según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II - Cuarta Edición - Abril 2018. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el fin señalado 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.

Dr. Nicolás Ramos Pizarro
Gerente Técnico
CIP: 8016



Certificado de Calibración
 TC - 19455 - 2022

Trazabilidad

| Trazabilidad | Patrón de trabajo | Certificado de calibración |
|-------------------------------------|--|-----------------------------|
| Patrones de Referencia de KOBSONMET | Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1 | PE22-C-0628 Junio 2022 |
| Patrones de Referencia de DM-INACAL | Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1 | LM-C-210-2022 Julio 2022 |
| Patrones de Referencia de DM-INACAL | Peso 10 kg Clase de Exactitud F1 | LM-C-211-2022 Julio 2022 |
| Patrones de Referencia de DM-INACAL | Peso 20 kg Clase de Exactitud F1 | LM-C-212-2022 Julio 2022 |

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

| | | | |
|------------------|----------|------------|----------|
| Ajuste de Cero | Tiene | Escola | No Tiene |
| Oscilación Libre | Tiene | Cursor | No Tiene |
| Plataforma | Tiene | Nivelación | Tiene |
| Sistema de Traba | No Tiene | | |

Ensayo de repetibilidad

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 17,1 °C | 17,3 °C |
| Humedad Relativa | 41 % | 44 % |

| Medición N° | Carga (g) | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Medición N° | Carga (g) | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) |
|------------------------------|-----------|--------|---------|--------|------------------------------|-----------|--------|---------|--------|
| 1 | 300,00 | 200,00 | 5 | 0 | 1 | 400,00 | 400,01 | 5 | 10 |
| 2 | | 200,00 | 5 | 0 | 2 | | 400,01 | 4 | 11 |
| 3 | | 200,00 | 3 | 2 | 3 | | 400,01 | 4 | 11 |
| 4 | | 200,00 | 6 | -1 | 4 | | 400,01 | 4 | 11 |
| 5 | | 200,00 | 6 | -1 | 5 | | 400,01 | 4 | 11 |
| 6 | | 200,00 | 6 | -1 | 6 | | 400,01 | 4 | 11 |
| 7 | | 200,00 | 6 | -1 | 7 | | 400,00 | 3 | 2 |
| 8 | | 200,00 | 6 | -1 | 8 | | 400,00 | 6 | -1 |
| 9 | | 200,00 | 6 | -1 | 9 | | 400,00 | 5 | 2 |
| 10 | | 200,00 | 7 | -2 | 10 | | 400,00 | 5 | 8 |
| Error - Error (mg) | | | | 4 | Error - Error (mg) | | | | 12 |
| error máximo permitido (2mg) | | | | 20 | error máximo permitido (2mg) | | | | 30 |



Certificado de Calibración
 TC - 10455 - 2022


Ensayo de excentricidad

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 17,3 °C | 17,4 °C |
| Humedad Relativa | 40 % | 43 % |

| N° | Determinación de Error Eo | | | | Determinación de Error Corregido Ec | | | | | e.m.p. (mg) |
|----|---------------------------|-------|---------|---------|-------------------------------------|--------|---------|--------|---------|----------------|
| | Carga (g) | I (g) | ΔL (mg) | Eo (mg) | Carga (g) | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | |
| 1 | 0,10 | 0,10 | 4 | 1 | 150,00 | 150,00 | 5 | 0 | -1 | 20 |
| 2 | | 0,10 | 4 | 1 | | 150,00 | 5 | 0 | -1 | |
| 3 | | 0,10 | 4 | 1 | | 150,01 | 6 | 0 | 6 | |
| 4 | | 0,10 | 4 | 1 | | 149,99 | 4 | -8 | -10 | |
| 5 | | 0,10 | 5 | 2 | | 150,00 | 4 | 1 | -1 | |

Ensayo de pesaje

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 17,2 °C | 17,8 °C |
| Humedad Relativa | 41 % | 44 % |

| Carga (g) | Crecientes | | | | Decrecientes | | | | e.m.p. (mg) |
|-----------|------------|---------|--------|---------|--------------|---------|--------|---------|----------------|
| | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | |
| 0,10 | 0,10 | 4 | 1 | | | | | | |
| 0,20 | 0,20 | 4 | 1 | 0 | 0,20 | 5 | 0 | -1 | 10 |
| 20,00 | 20,00 | 5 | 0 | -1 | 20,01 | 4 | 11 | 10 | 10 |
| 50,00 | 50,00 | 5 | 0 | -1 | 49,99 | 3 | -6 | -6 | 10 |
| 80,00 | 79,99 | 3 | -6 | -4 | 79,99 | 3 | -6 | -6 | 20 |
| 100,00 | 119,99 | 4 | -9 | -10 | 119,99 | 6 | -11 | -12 | 20 |
| 150,00 | 159,99 | 4 | -9 | -10 | 159,99 | 4 | 1 | 0 | 30 |
| 200,00 | 200,00 | 5 | 0 | -1 | 200,00 | 4 | 1 | 0 | 30 |
| 300,00 | 300,00 | 5 | 0 | -1 | 300,00 | 5 | 0 | -1 | 30 |
| 350,00 | 350,00 | 5 | 0 | -1 | 350,00 | 5 | 0 | -1 | 30 |
| 400,00 | 400,00 | 5 | 0 | -1 | 400,00 | 5 | 0 | -1 | 30 |

Dado:

I : Indicación de la balanza

ΔL : Carga adicional

Eo : Error en cero

R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)

E : Error del instrumento

Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R + 3,57 \times 10^{-3} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} : U_{95} = 2 \times \sqrt{3,72 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 8,47 \times 10^{-10} \times R^2}$$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
 La indicación de la balanza fue de 399,85 g para una carga de valor nominal 400 g.

Incertidumbre

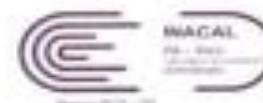
La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente al 95%.

Fin del documento

Balanza 6000g



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
(INACAL) - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración

TC - 19456 - 2022

Proforma : 13253A Fecha de emisión : 2022-10-12

Solicitante : JAMP INGENIEROS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección : Cal. Huancayo No. 514 P.J. Huancan Junin-Huancayo-Huancan

Instrumento de medición : **Balanza**

Tipo : Electrónica

Marca : OHAUS

Modelo : SE6001P

N° de Serie : B832AT6268

Capacidad Máxima : 6000 g

Resolución : 0,1 g

División de Verificación : 1 g

Clase de Exactitud : II

Capacidad Mínima : 20 g

Procedencia : U.S.A.

Identificación : No indica

Ubicación : Laboratorio

Variación de ΔT Local : 7 °C

Fecha de Calibración : 2022-10-05

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 e 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.

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.

Lugar de calibración
Instalaciones de JAMP INGENIEROS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA.

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-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesar de Funcionamiento No Autorrástico Clase II y III". Primera Edición - Mayo 2018. DM - INACAL.

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.

Lidia Ríos Paucar
Gerente Técnico
CPF: 0316



Certificado de Calibración
 TC - 19456 - 2022

Trazabilidad

| Trazabilidad | Patrón de trabajo | Certificado de calibración |
|--|--|----------------------------------|
| Patrones de Referencia de LOJUSTO S.A.C. | Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud M1 | E031-L-0468-2022-1 Marzo 2022 |
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2 | TC-06229-2022 Abril 2022 |
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2 | TC-06242-2022 Abril 2022 |
| Patrones de Referencia de TEST & CONTROL | Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2 | TC-06243-2022 Abril 2022 |

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

| | | | |
|--------------------|------------|------------|------------|
| Ajuste de Cero | Siempre | Escala | No Siempre |
| Oscilación Libre | Siempre | Cursor | No Siempre |
| Plataforma | Siempre | Nivelación | Siempre |
| Sistema de Trabajo | No Siempre | | |

Ensayo de repetibilidad

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 16,8 °C | 16,9 °C |
| Humedad Relativa | 44 % | 44 % |

| Medición N° | Carga (g) | I (g) | ΔI (g) | E (g) | Medición N° | Carga (g) | I (g) | ΔI (g) | E (g) |
|------------------|-----------|---------|--------|-------|------------------|-----------|---------|--------|-------|
| 1 | 3000 | 2 999,9 | 0,02 | -0,07 | 1 | 6000 | 6 000,2 | 0,07 | 0,16 |
| 2 | | 2 999,9 | 0,02 | -0,07 | 2 | | 6 000,2 | 0,08 | 0,17 |
| 3 | | 2 999,9 | 0,03 | -0,06 | 3 | | 6 000,2 | 0,07 | 0,16 |
| 4 | | 2 999,9 | 0,03 | -0,06 | 4 | | 6 000,2 | 0,07 | 0,16 |
| 5 | | 2 999,9 | 0,03 | -0,06 | 5 | | 6 000,2 | 0,08 | 0,17 |
| 6 | | 2 999,9 | 0,03 | -0,06 | 6 | | 6 000,2 | 0,07 | 0,16 |
| 7 | | 2 999,9 | 0,02 | -0,07 | 7 | | 6 000,2 | 0,07 | 0,16 |
| 8 | | 2 999,9 | 0,03 | -0,06 | 8 | | 6 000,2 | 0,08 | 0,17 |
| 9 | | 2 999,9 | 0,03 | -0,06 | 9 | | 6 000,2 | 0,08 | 0,17 |
| 10 | | 2 999,9 | 0,03 | -0,06 | 10 | | 6 000,2 | 0,07 | 0,16 |
| Emax - Emin (g) | | | | 0,01 | Emax - Emin (g) | | | | 0,01 |
| e.m.p. ± (g) | | | | 3 | e.m.p. ± (g) | | | | 3 |

Certificado de Calibración
 TC - 19456 - 2022

| | |
|---|---|
| 2 | 5 |
| | 1 |
| 3 | 4 |

Ensayo de exactitud

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 16,9 °C | 16,9 °C |
| Humedad Relativa | 44 % | 44 % |

| N° | Determinación de E ₀ | | | | Determinación del Error Corregido E _c | | | | | s.m.p. ± (g) |
|----|---------------------------------|-------|--------|--------------------|--|---------|--------|-------|--------------------|-----------------|
| | Carga (g) | I (g) | ΔL (g) | E ₀ (g) | Carga (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | |
| 1 | 10 | 10,0 | 0,04 | 0,01 | 2000 | 1 999,9 | 0,02 | -0,07 | -0,06 | 2 |
| 2 | | 10,0 | 0,06 | -0,01 | | 1 999,8 | 0,02 | -0,17 | -0,16 | |
| 3 | | 10,0 | 0,07 | -0,02 | | 1 999,9 | 0,02 | -0,07 | -0,05 | |
| 4 | | 10,0 | 0,06 | -0,01 | | 2 000,0 | 0,07 | -0,02 | -0,01 | |
| 5 | | 10,0 | 0,04 | 0,01 | | 1 999,9 | 0,03 | -0,06 | -0,09 | |

Ensayo de pesaje

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 16,8 °C | 16,8 °C |
| Humedad Relativa | 44 % | 44 % |

| Carga (g) | Carga Creciente | | | | Carga Decreciente | | | | s.m.p. ± (g) |
|-----------|-----------------|--------|-------|--------------------|-------------------|--------|-------|--------------------|-----------------|
| | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | I (g) | ΔL (g) | E (g) | E _c (g) | |
| 10,00 | 10,0 | 0,07 | -0,02 | | | | | | |
| 20,00 | 20,0 | 0,07 | -0,02 | 0,00 | 20,0 | 0,06 | -0,01 | 0,01 | 1 |
| 500,01 | 500,0 | 0,07 | -0,03 | -0,01 | 499,9 | 0,02 | -0,36 | -0,36 | 1 |
| 1 000,06 | 999,9 | 0,01 | -0,12 | -0,10 | 999,9 | 0,03 | -0,14 | -0,12 | 2 |
| 1 500,07 | 1 499,9 | 0,03 | -0,15 | -0,13 | 1 499,9 | 0,06 | -0,16 | -0,16 | 2 |
| 2 000,03 | 1 999,9 | 0,02 | -0,10 | -0,08 | 1 999,9 | 0,05 | -0,13 | -0,11 | 3 |
| 2 500,04 | 2 499,9 | 0,03 | -0,12 | -0,10 | 2 499,9 | 0,03 | -0,12 | -0,10 | 3 |
| 3 000,09 | 3 000,0 | 0,06 | -0,10 | -0,08 | 3 000,0 | 0,03 | -0,07 | -0,05 | 3 |
| 4 000,04 | 4 000,1 | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 4 000,1 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 3 |
| 4 999,07 | 5 000,1 | 0,02 | 0,16 | 0,19 | 5 000,1 | 0,04 | 0,14 | 0,14 | 3 |
| 6 000,03 | 6 000,2 | 0,04 | 0,14 | 0,16 | 6 000,2 | 0,05 | 0,17 | 0,19 | 3 |

Donde:

 I : Indicación de la balanza
 s.m.p. : Error máximo permitido

 ΔL : Carga incrementada
 E : Error ensotado

 E₀ : Error en cero
 E_c : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

| | | |
|-------------------------|---|--|
| Lectura Corregida | = | $R + 1,46 \times 10^{-4} \times R$ |
| Incertidumbre Expandida | = | $2 \times \sqrt{1,80 \times 10^{-11} \text{ g}^2 + 8,42 \times 10^{-10} \times R^2}$ |

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 6 300,2 g para una carga de valor nominal 6000 g.

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 Calibración
TC - 19458 - 2022

Programa : 13953A

Fecha de Emisión : 2022-10-12

Solicitante : JAMP INGENIEROS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección : CAL. HUANCAYO NRO. 526 P.J. HUANCAN JUNÍN-HUANCAYO-HUANCAN

Equipo : Homo
Marca : PYS
Modelo : STHX-2A
Número de Serie : 100340
Identificación : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Circulación del aire : Ventilación natural
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2022-10-05

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.

Instrumento de Medición del Equipo

| | Tipo | Alcance | Resolución |
|-------------------|---------|------------------|------------|
| Termómetro | DIGITAL | -100 °C a 300 °C | 0,1 °C |
| Selector | DIGITAL | -100 °C a 300 °C | 0,1 °C |

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.

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.

Lugar de calibración

Instalaciones de JAMP INGENIEROS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA.

Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termométrico" publicada por el SNM INDECOPI.

Condiciones de calibración

| | Temperatura | Humedad | Tensión |
|----------------|-------------|---------|---------|
| Inicial | 16,9 °C | 46 %hr | 221 V |
| Final | 17,1 °C | 47 %hr | 221 V |

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.

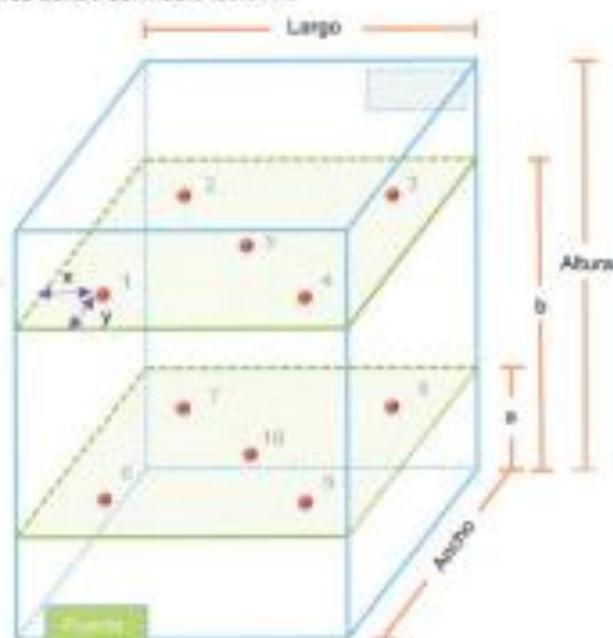


 Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 CFP: 0316

Certificado : TC - 19458 - 2022

Trazabilidad

| Trazabilidad | Patrones de Trabajo | Certificado de Calibración |
|--------------------------------|---|------------------------------|
| Patrones de Referencia del SAT | Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,18 °C. | LT-0849-2021 Octubre 2021 |

Ubicación de los sensores dentro del medio isoterma

Largo : 54,5 cm
 Ancho : 45,0 cm
 Altura : 54,5 cm

Plano inferior (a) : 4,0 cm
 Plano superior (b) : 47,0 cm

x : 6,0 cm
 y : 5,0 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.
 El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

Nomenclatura de abreviaturas

| | | | |
|--------|---|--------|--|
| t | : Instante de tiempo en minutos. | T.PROM | : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración. |
| I | : Indicación del termómetro del equipo. | Tprom | : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado. |
| T. MÁX | : Temperatura máxima por sensor | DTT | : Desviación de temperatura en el tiempo. |
| T. MÍN | : Temperatura mínima por sensor | | |
| T. max | : Temperatura máxima para un instante dado. | | |
| T. min | : Temperatura mínima para un instante dado. | | |

PGC-16-r11/Octubre 2021/Rev.01

Página : 2 de 6

Certificado : TC - 19456 - 2022

Resultados de medición (1er punto de calibración)

| Temperatura de Trabajo | Posición del Controlador/ Selector | Tiempo de Calentamiento Estabilización | Porcentaje de carga | Descripción de la carga |
|------------------------|------------------------------------|--|---------------------|-------------------------|
| 110 °C ± 5 °C | 110 °C | 150 min | 60% | MUESTRAS DE ARENA |

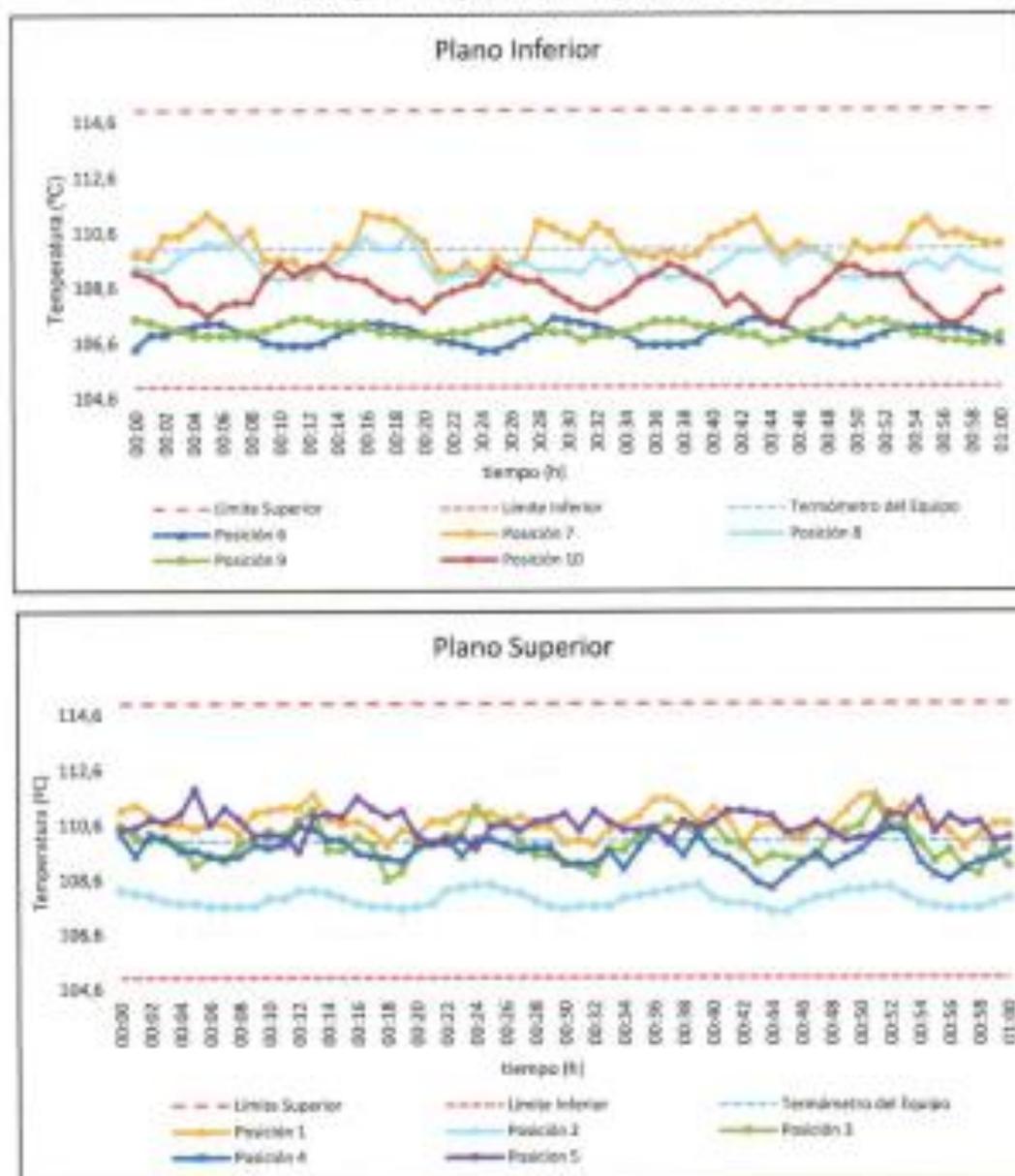
| t (h) | i (°C) | Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C) | | | | | | | | | | T _{prom} (°C) | T _{máx} (°C) |
|----------|-----------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|--------------------------|
| | | Nivel Superior | | | | | Nivel Inferior | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 00:00 | 110,0 | 111,2 | 108,2 | 110,6 | 110,3 | 110,4 | 108,4 | 109,8 | 109,3 | 107,5 | 109,1 | 109,3 | 4,7 |
| 00:01 | 110,0 | 111,3 | 108,1 | 110,2 | 109,5 | 110,5 | 108,9 | 109,7 | 109,2 | 107,4 | 108,9 | 109,2 | 4,4 |
| 00:02 | 110,0 | 111,0 | 108,0 | 110,1 | 110,3 | 110,6 | 108,9 | 110,5 | 109,2 | 107,2 | 108,6 | 109,2 | 4,0 |
| 00:03 | 110,0 | 110,7 | 107,8 | 110,2 | 110,1 | 110,7 | 107,1 | 110,5 | 109,7 | 107,1 | 108,0 | 109,2 | 3,7 |
| 00:04 | 110,0 | 110,7 | 107,7 | 109,9 | 109,7 | 111,0 | 107,2 | 110,9 | 110,0 | 106,9 | 107,9 | 109,2 | 4,1 |
| 00:05 | 110,0 | 110,5 | 107,7 | 109,1 | 109,7 | 111,9 | 107,3 | 111,3 | 110,2 | 106,9 | 107,6 | 109,2 | 5,0 |
| 00:06 | 110,0 | 110,7 | 107,6 | 109,5 | 109,5 | 110,6 | 107,3 | 110,9 | 110,1 | 106,9 | 107,9 | 109,1 | 4,0 |
| 00:07 | 110,0 | 110,7 | 107,6 | 109,3 | 109,4 | 111,2 | 107,0 | 110,3 | 110,4 | 106,9 | 108,0 | 109,1 | 4,3 |
| 00:08 | 110,0 | 110,3 | 107,6 | 109,9 | 109,5 | 110,6 | 108,9 | 110,7 | 109,7 | 107,0 | 108,0 | 109,0 | 3,9 |
| 00:09 | 110,0 | 111,1 | 107,6 | 110,2 | 109,9 | 110,2 | 108,6 | 108,6 | 109,0 | 107,1 | 108,9 | 109,0 | 4,4 |
| 00:10 | 110,0 | 111,2 | 107,9 | 110,4 | 109,8 | 110,2 | 108,5 | 109,6 | 109,9 | 107,3 | 109,4 | 109,1 | 4,6 |
| 00:11 | 110,0 | 111,2 | 107,8 | 110,2 | 109,9 | 110,2 | 108,5 | 108,6 | 109,0 | 107,5 | 109,0 | 109,1 | 4,7 |
| 00:12 | 110,0 | 111,2 | 108,2 | 110,6 | 110,6 | 109,6 | 108,5 | 109,0 | 109,1 | 107,5 | 109,3 | 109,2 | 4,7 |
| 00:13 | 110,0 | 111,7 | 108,2 | 111,2 | 110,5 | 110,9 | 108,8 | 108,4 | 109,4 | 107,3 | 109,4 | 109,0 | 5,1 |
| 00:14 | 110,0 | 110,9 | 108,1 | 109,7 | 110,1 | 111,0 | 108,9 | 110,1 | 109,5 | 107,3 | 109,0 | 109,2 | 4,1 |
| 00:15 | 110,0 | 110,7 | 107,9 | 108,7 | 110,1 | 110,9 | 107,1 | 110,0 | 109,9 | 107,3 | 108,9 | 109,2 | 3,8 |
| 00:16 | 110,0 | 110,8 | 107,7 | 110,2 | 109,6 | 111,6 | 107,3 | 111,3 | 110,4 | 107,2 | 108,8 | 108,5 | 4,4 |
| 00:17 | 110,0 | 110,5 | 107,6 | 109,9 | 109,5 | 111,2 | 107,3 | 111,2 | 110,0 | 107,0 | 108,4 | 109,2 | 4,2 |
| 00:18 | 110,0 | 109,9 | 107,6 | 108,6 | 109,4 | 110,9 | 107,2 | 111,1 | 110,0 | 107,0 | 108,1 | 109,0 | 4,1 |
| 00:19 | 110,0 | 110,5 | 107,6 | 109,9 | 109,3 | 111,1 | 107,1 | 110,7 | 110,8 | 106,9 | 108,1 | 109,1 | 4,2 |
| 00:20 | 110,0 | 110,3 | 107,6 | 109,9 | 109,6 | 110,2 | 108,9 | 110,5 | 109,5 | 106,9 | 107,7 | 108,9 | 3,4 |
| 00:21 | 110,0 | 110,8 | 107,7 | 109,9 | 110,0 | 109,9 | 108,7 | 109,2 | 109,8 | 106,9 | 108,2 | 109,8 | 4,0 |
| 00:22 | 110,0 | 110,8 | 108,2 | 110,2 | 110,2 | 109,9 | 108,6 | 109,1 | 109,0 | 107,0 | 108,4 | 109,9 | 4,1 |
| 00:23 | 110,0 | 111,1 | 108,3 | 110,3 | 109,5 | 110,1 | 108,5 | 109,5 | 109,1 | 107,0 | 108,6 | 109,0 | 4,5 |
| 00:24 | 110,0 | 111,1 | 108,4 | 111,3 | 110,1 | 109,7 | 108,3 | 109,1 | 108,9 | 107,2 | 108,7 | 109,1 | 4,9 |
| 00:25 | 110,0 | 111,1 | 108,4 | 110,6 | 110,1 | 110,5 | 108,3 | 109,7 | 108,7 | 107,3 | 109,3 | 109,2 | 4,7 |
| 00:26 | 110,0 | 110,7 | 108,2 | 110,8 | 109,9 | 110,6 | 108,5 | 109,4 | 109,3 | 107,4 | 109,0 | 109,2 | 4,2 |
| 00:27 | 110,0 | 111,0 | 108,1 | 110,0 | 109,7 | 110,4 | 108,8 | 109,6 | 109,5 | 107,5 | 108,9 | 109,1 | 4,1 |
| 00:28 | 110,0 | 110,6 | 107,8 | 109,5 | 109,8 | 110,7 | 107,0 | 111,0 | 109,2 | 107,1 | 108,8 | 109,1 | 3,9 |
| 00:29 | 110,0 | 110,6 | 107,8 | 109,5 | 109,8 | 110,8 | 107,5 | 110,8 | 109,2 | 107,0 | 108,4 | 109,1 | 3,9 |
| 00:30 | 110,0 | 110,0 | 107,5 | 109,2 | 109,2 | 111,0 | 107,4 | 110,5 | 109,2 | 107,0 | 108,1 | 108,9 | 4,0 |

Certificado : TC - 19458 - 2022

| t (h) | I (°C) | Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C) | | | | | | | | | | T _{prom} (°C) | T _{máx} T _{mín} (°C) |
|-------------------------|-----------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|--|
| | | Nivel Superior | | | | | Nivel Inferior | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 00:31 | 110,0 | 110,1 | 107,6 | 108,1 | 109,2 | 110,4 | 107,3 | 110,3 | 109,1 | 106,7 | 107,8 | 106,8 | 3,8 |
| 00:32 | 110,0 | 109,9 | 107,6 | 108,8 | 109,2 | 111,1 | 107,2 | 110,9 | 108,7 | 106,9 | 107,7 | 106,9 | 4,2 |
| 00:33 | 110,0 | 110,5 | 107,6 | 108,7 | 109,7 | 110,7 | 107,6 | 110,6 | 109,4 | 106,9 | 108,0 | 108,0 | 3,9 |
| 00:34 | 110,0 | 110,7 | 107,9 | 108,7 | 108,0 | 110,4 | 106,9 | 108,8 | 108,7 | 107,0 | 108,3 | 106,9 | 3,7 |
| 00:35 | 110,0 | 111,0 | 108,0 | 110,3 | 109,8 | 110,4 | 106,5 | 109,8 | 108,9 | 107,2 | 108,8 | 106,1 | 4,4 |
| 00:36 | 110,0 | 111,6 | 108,1 | 110,4 | 110,5 | 110,5 | 106,5 | 108,7 | 108,2 | 107,4 | 109,0 | 108,3 | 5,0 |
| 00:37 | 110,0 | 111,5 | 108,2 | 110,8 | 110,1 | 109,9 | 106,5 | 109,9 | 108,9 | 107,4 | 109,4 | 106,3 | 5,0 |
| 00:38 | 110,0 | 111,2 | 108,3 | 110,6 | 109,5 | 110,7 | 106,5 | 108,7 | 108,0 | 107,4 | 109,2 | 109,2 | 4,7 |
| 00:39 | 110,0 | 110,7 | 108,4 | 110,2 | 110,3 | 110,5 | 106,6 | 109,8 | 108,5 | 107,2 | 108,9 | 106,1 | 4,0 |
| 00:40 | 110,0 | 111,2 | 107,9 | 110,7 | 109,6 | 110,7 | 107,0 | 110,4 | 108,1 | 107,2 | 108,6 | 109,2 | 4,2 |
| 00:41 | 110,0 | 110,9 | 107,7 | 110,0 | 109,4 | 111,1 | 107,0 | 110,6 | 108,5 | 107,1 | 107,9 | 109,1 | 4,1 |
| 00:42 | 110,0 | 108,8 | 107,7 | 108,9 | 109,0 | 111,1 | 107,3 | 110,9 | 108,9 | 106,9 | 108,2 | 109,1 | 4,2 |
| 00:43 | 110,0 | 110,6 | 107,6 | 109,2 | 108,5 | 111,0 | 107,5 | 111,1 | 108,9 | 106,9 | 107,8 | 109,0 | 4,2 |
| 00:44 | 110,0 | 110,7 | 107,4 | 109,5 | 108,3 | 110,9 | 107,3 | 110,3 | 110,0 | 108,8 | 107,4 | 108,8 | 4,3 |
| 00:45 | 110,0 | 110,3 | 107,4 | 108,4 | 108,8 | 110,3 | 107,2 | 108,8 | 108,4 | 106,7 | 107,4 | 106,7 | 3,7 |
| 00:46 | 110,0 | 110,1 | 107,7 | 109,3 | 109,2 | 110,4 | 108,9 | 110,2 | 109,8 | 108,9 | 108,0 | 108,8 | 3,6 |
| 00:47 | 110,0 | 110,7 | 107,9 | 108,4 | 109,6 | 110,7 | 108,7 | 110,0 | 108,9 | 107,0 | 108,3 | 109,0 | 4,0 |
| 00:48 | 110,0 | 110,6 | 108,0 | 110,3 | 109,1 | 110,3 | 108,6 | 109,7 | 109,7 | 107,1 | 108,8 | 109,0 | 3,9 |
| 00:49 | 110,0 | 111,2 | 108,2 | 110,4 | 109,4 | 110,0 | 106,5 | 109,3 | 108,9 | 107,5 | 109,3 | 109,1 | 4,6 |
| 00:50 | 110,0 | 111,6 | 108,2 | 110,6 | 109,7 | 110,1 | 106,5 | 110,2 | 108,9 | 107,2 | 109,3 | 109,2 | 5,1 |
| 00:51 | 110,0 | 111,7 | 108,3 | 111,5 | 110,2 | 110,2 | 108,7 | 109,9 | 108,9 | 107,4 | 109,0 | 109,4 | 5,0 |
| 00:52 | 110,0 | 110,9 | 108,3 | 110,5 | 110,5 | 111,0 | 108,9 | 110,0 | 108,9 | 107,4 | 109,0 | 109,3 | 4,1 |
| 00:53 | 110,0 | 111,3 | 108,0 | 110,7 | 110,4 | 110,9 | 107,1 | 110,0 | 108,9 | 107,2 | 109,0 | 108,5 | 4,2 |
| 00:54 | 110,0 | 110,9 | 107,7 | 110,0 | 109,3 | 111,5 | 107,1 | 110,8 | 109,4 | 108,9 | 108,2 | 109,2 | 4,6 |
| 00:55 | 110,0 | 110,7 | 107,6 | 109,3 | 108,8 | 110,3 | 107,1 | 111,1 | 109,5 | 108,9 | 107,8 | 108,9 | 4,2 |
| 00:56 | 110,0 | 110,4 | 107,5 | 108,7 | 108,6 | 110,9 | 107,1 | 110,5 | 108,2 | 108,7 | 107,4 | 108,6 | 4,2 |
| 00:57 | 110,0 | 109,8 | 107,5 | 109,0 | 109,0 | 110,6 | 107,1 | 110,6 | 108,7 | 108,7 | 107,3 | 108,7 | 4,0 |
| 00:58 | 110,0 | 110,3 | 107,5 | 108,8 | 109,3 | 110,7 | 107,0 | 110,4 | 109,4 | 108,6 | 107,7 | 108,8 | 4,1 |
| 00:59 | 110,0 | 110,7 | 107,7 | 108,8 | 109,4 | 110,0 | 108,8 | 110,2 | 109,2 | 108,0 | 108,2 | 108,9 | 4,1 |
| 01:00 | 110,0 | 110,7 | 107,9 | 109,1 | 109,7 | 110,1 | 108,6 | 110,2 | 109,1 | 108,9 | 108,4 | 108,9 | 4,0 |
| T_{PROM} | 110,0 | 110,7 | 107,9 | 109,9 | 109,6 | 110,6 | 108,9 | 110,1 | 109,4 | 107,0 | 108,5 | 109,1 | |
| T_{MAX} | 110,0 | 111,7 | 108,4 | 111,5 | 110,8 | 111,9 | 107,5 | 111,3 | 110,8 | 107,5 | 109,4 | | |
| T_{MIN} | 110,0 | 109,8 | 107,4 | 108,6 | 108,3 | 108,6 | 108,3 | 108,0 | 108,7 | 106,8 | 107,3 | | |
| DTT | 0,9 | 2,0 | 1,9 | 2,9 | 2,3 | 2,3 | 1,2 | 2,3 | 1,9 | 0,9 | 2,2 | | |

Resumen de resultados

| Parámetro | Valor (°C) | Incertidumbre Expandida (°C) |
|---|------------|------------------------------|
| Temperatura Máxima Medida | 111,9 | 0,4 |
| Temperatura Mínima Medida | 106,3 | 0,4 |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 3,8 | 0,4 |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo | 2,9 | 0,1 |
| Estabilidad Medida (s) | 1,4 | 0,55 |
| Uniformidad Medida | 5,1 | 0,4 |

Gráfica de para la temperatura de trabajo de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 

[*] **Declaración de los límites especificados de temperatura.**

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isotermo:
 - Cumple con los límites especificados de temperatura.

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

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

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

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,03 °C.
 La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isotermo:



Observaciones

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

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