



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto con residuo
cerámico y ceniza de cáscara de arroz.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Meza Espinoza, Hamilton (ORCID: 0000-0002-6309-2075)

ASESORA:

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (ORCID: 0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de análisis a mi esposa Ericka, progenitores Manuel y María por el apoyo que me brindan en mis estudios, así mismo a mi catedrático que me ha brindado su apoyo permitiendo que mi educación sea de manera eficiente.

Meza Espinoza Hamilton

AGRADECIMIENTO

Doy las gracias primeramente a Dios, a la casa de estudio U.C.V. por permitirme a convertirme en un profesional en el ámbito de la ingeniería, a los profesores por compartir sus conocimientos en este proceso integral de formación.

Agradezco profundamente a mi esposa Ericka a mis hijos Xiomara, Thiago por ser motor y motivo, mis padres y en especial a mi hermano Antonio.

Meza Espinoza Hamilton

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-------------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS | v |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS | vi |
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | ix |
| I.- INTRODUCCIÓN | 1 |
| II.- MARCO TEÓRICO | 4 |
| III.- METODOLOGÍA | 16 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación: | 16 |
| 3.2. Variables y Operacionalización: | 16 |
| 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis: | 17 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: | 18 |
| 3.5. Procedimientos: | 18 |
| 3.6. Método de análisis de datos: | 20 |
| 3.7. Aspectos éticos: | 20 |
| IV.- RESULTADOS | 21 |
| V.- DISCUSIÓN | 47 |
| VI.- CONCLUSIONES | 48 |
| VII. RECOMENDACIONES | 49 |
| REFERENCIAS | 50 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| <i>Tabla 1: Distribución del agregado conforme al volumen mediante granulometría</i> | 7 |
| <i>Tabla 2: Asentamiento de la mezcla del hormigón</i> | 12 |
| <i>Tabla 3: Relación agua/cemento a la resistencia a la compresión del concreto</i> | 12 |
| <i>Tabla 4: Proporción de aire alcanzado</i> | 13 |
| <i>Tabla 5: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto</i> | 13 |
| <i>Tabla 6: Concreto respecto a la resistencia</i> | 14 |
| <i>Tabla 7: Rendimiento de resistencia a la compresión de un concreto</i> | 15 |
| <i>Tabla 8: Cantidad de probetas de prueba de fuerza a compresión</i> | 17 |
| <i>Tabla 9: Número de prismas de concreto de flexión</i> | 17 |
| <i>Tabla 10: Técnica e instrumento de datos</i> | 18 |
| <i>Tabla 11: Días de curado y % de remplazo de cerámico y CCA</i> | 20 |
| <i>Tabla 12: Análisis de granulometría del agregado fino</i> | 21 |
| <i>Tabla 13: Análisis de granulometría de agregado grueso</i> | 22 |
| <i>Tabla 14: Análisis de granulometría de residuo cerámico</i> | 24 |
| <i>Tabla 15: Propiedades Físicas de los agregados</i> | 26 |
| <i>Tabla 16: Contenido de humedad de los agregados</i> | 26 |
| <i>Tabla 17: Contenido de densidad relativa y absorción de los agregados</i> | 27 |
| <i>Tabla 18: Contenido de Densidad relativa y absorción del agregado fino</i> | 27 |
| <i>Tabla 19: Peso unitario suelto de los agregados</i> | 28 |
| <i>Tabla 20: Peso unitario compactado</i> | 29 |
| <i>Tabla 21: Parámetros del diseño de concreto con diferentes porcentajes</i> | 30 |
| <i>Tabla 22: Cálculo de volumen de agregados de diferentes porcentajes</i> | 30 |
| <i>Tabla 23: Propiedades Físicas de los Agregados</i> | 30 |
| <i>Tabla 24: Proporción de agregados secos</i> | 31 |
| <i>Tabla 25: Peso húmedo de los agregados-corrección por humedad</i> | 32 |
| <i>Tabla 26: Agua efectiva corregida por humedad y absorción</i> | 32 |
| <i>Tabla 27: Proporción de volumen en obra</i> | 32 |
| <i>Tabla 28: Diseño de mezcla del concreto convencional, con concreto cerámico y ceniza de arroz para 1 metro cubico</i> | 33 |
| <i>Tabla 29: Tanda de prueba mínima de Peso húmedo por volumen de concreto</i> | 33 |
| <i>Tabla 30: Resistencia a la compresión de los diferentes diseños de concreto</i> | 35 |
| <i>Tabla 31: Modelo de 2do Orden a la resistencia a la compresión</i> | 38 |
| <i>Tabla 32: Resistencia a la compresión de los diferentes porcentajes de reemplazo de agregado grueso reciclado cerámico</i> | 38 |
| <i>Tabla 33: Prueba de ANOVA para el modelo de regresión de la resistencia a la compresión</i> | 40 |
| <i>Tabla 34: Interpretación de la resistencia a la compresión</i> | 41 |
| <i>Tabla 35: Resistencia de la flexión de los diferentes diseños de concreto</i> | 42 |
| <i>Tabla 37: : Resistencia a la flexión de los diferentes porcentajes de reemplazo de agregado grueso reciclado cerámica</i> | 44 |
| <i>Tabla 38: Prueba ANOVA para el modelo de regresión de la resistencia a la flexión</i> | 45 |
| <i>Tabla 39: : Interpretación que acepta la hipótesis alternativa para resistencia a la flexión.</i> | 46 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1: Ceniza de cascarilla de arroz</i> | 6 |
| <i>Figura 2: Cemento Portland</i> | 6 |
| <i>Figura 3: Ensayo de la resistencia a la compresión</i> | 14 |
| <i>Figura 4: Ensayo de resistencia a la flexión</i> | 15 |
| <i>Figura 5: Análisis granulométrico del agregado fino, por H. Meza, 2021</i> | 22 |
| <i>Figura 6: Análisis granulométrico del agregado grueso, por H. Meza, 2021</i> | 23 |
| <i>Figura 7: Análisis granulométrico de residuo cerámico, por H Meza, 2021</i> | 25 |
| <i>Figura 8: Curva de resistencia a la compresión de los diferentes diseños del concreto con respecto al tiempo, por Meza, 2021</i> | 37 |
| <i>Figura 9: Modelo segundo orden de la resistencia a la compresión en función al tiempo, por Meza, 2021</i> | 38 |
| <i>Figura 10: Resistencia a la compresión promedio de los diferentes porcentajes de residuo cerámica por H Meza, 2021</i> | 39 |
| <i>Figura 11: Modelo de regresión de segundo orden</i> | 40 |
| <i>Figura 12: Curva de resistencia a la flexión del diseño del concreto con respecto al tiempo, por H Meza, 2021</i> | 42 |
| <i>Figura 13: Contorno de superficie de respuesta dimensional de rendimiento de modelo del segundo orden a la resistencia a la flexión, por H Meza, 2021</i> | 43 |
| <i>Figura 14: Modelo de 2do Orden de resistencia a la flexión</i> | 43 |
| <i>Figura 15: Modelo de segundo orden la resistencia a la flexión en función del tiempo, por H Meza, 2021.</i> | 44 |
| <i>Figura 16: Resistencia a la flexión promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de residuo cerámica por H Meza, 2021</i> | 45 |

RESUMEN

El presente estudio de nombre Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cascara de arroz, posee como objetivo evaluar la resistencia a compresión, flexión y tiempo de fraguado del mortero con residuos cerámicos y ceniza de arroz, esta exploración experimental toma como variable independiente al “Concreto con residuo cerámico y ceniza de arroz”, de este modo contemplar el grado de simulación a la variable dependiente “Propiedades Mecánicas”. La prueba fue referente a 48 probetas cilíndricas de concreto y 8 prismas, con un reemplazo de material al 0%, 30%, 40% y 50% de residuo de porcelana al agregado grueso. y 10 % de Ceniza de arroz al cemento; en la acumulación de datos se emplearon técnicas e instrumentos, y guía de observación; en conclusión, el reemplazo de 30% por material cerámico ganó fuerza la compresión de 225 kg/cm², a los 28 día de curado, vale manifestar que es propicio para edificaciones no estructurales ya que no alcanzo superar al diseño patrón.

Palabras clave: concreto, cerámica, compresión, flexión, ceniza.

ABSTRACT

The present study called Evaluation of the mechanical properties of concrete with ceramic residue and rice husk ash, aims to evaluate the resistance to compression, bending and setting time of mortar with ceramic residues and rice ash, this experimental exploration takes as independent variable to "Concrete with ceramic residue and rice ash", thus considering the degree of simulation of the dependent variable "Mechanical Properties". The test was related to 48 cylindrical concrete specimens and 8 prisms, with a material replacement of 0%, 30%, 40% and 50% of porcelain residue to the coarse aggregate. and 10% of rice ash to cement; techniques and instruments and an observation guide were used in the accumulation of data; In conclusion, the replacement of 30% by ceramic material gained compression strength of 225 kg / cm², at 28 days of curing, it is worth stating that it is conducive to non-structural buildings since it did not exceed the standard design.

Keywords: concrete, ceramic, compression, bending, ash.

I.- INTRODUCCIÓN

En el mundo hasta la fecha se elimina 2,100 millones de TN de residuos. Aproximadamente 1400 millones de toneladas de residuo cerámico se producen anualmente en la fabricación de cerámica solo en la unión europea.

Las cualidades del hormigón ecológico con desecho de ceniza de arroz según ASTM 618 a temperaturas debajo de 400°C es altamente puzolanico no inferior a 70%, lo cual nos da resultado el beneficio de la resistencia en el concreto.

El aprovechamiento de los desechos de la obra nos posibilita disminuir los costos en la construcción, la cerámica tiene gran importancia que se emplea en nuevos elementos de la construcción, conforme a los registros en este año la utilización sumara a un 70% orientado en los residuos de los proyectos.

El marco macroeconómico multianual, indica que se encuentra una brecha de US\$ 69 mil millones, en infraestructura en los principales sectores de Perú. Esto equivale al 35% del PBI. Esto indica que, con los presupuestos destinados actualmente, estas brechas se disminuirán en un promedio de 14 años. Además, la infraestructura contribuye sustancialmente en el desarrollo regional en el Perú también, esta carencia de infraestructura puede ser aprovechada como oportunidad estratégica para la inversión privada.

La N.T.P 400.050 determina que los elementos que no son necesario de actividades de proyecto como los escombros, cerámicos, concreto excedente al transitar por una inspección de calidad logra constituir parte de la formulación del concreto y ser reusables y productivo.

A fin de la protección ambiental, es indispensable desarrollar nuevos productos con residuos cerámicas para reciclarlos y utilizarlos en proyectos de construcción. Las propiedades puzolanas de los desechos cerámicos han sido eficaz por estudios debido a que favorecen a las cualidades mecánicas y durabilidad del concreto.

La agroindustria del arroz aporta en la economía en la selva peruana, por lo cual confronta una inoportuna distribución de desechos provenientes de su actividad, contaminando el ecosistema y desperdiciar las notablemente sus atributos que adquiere este componente en la empresa.

Los residuos cerámicos son voluminosos y crean problemas para la segregación de los vertederos a nivel nacional actualmente los residuos industriales son elegidos debido a su consistencia puzolanas y estrictas políticas ambientales. A su vez, es útil porque reducen los costos, el consumo de energía, mejora la armonía ecológica e impulsa al uso más cuidadoso del medio ambiente.

En la presente investigación se planteó la siguiente incógnita ¿Cuál es la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cascara de arroz adicionando 0% 30%, 40%,50%?

Teóricamente se justifica que la apuesta por nuevas sugerencias de investigación sobre opciones sostenibles que implica a todos los sectores de la sociedad para dar un actual enfoque a las soluciones planteadas hasta el momento como concreto ecológico, una posibilidad para la industria de las obras.

Ambientalmente justificamos que la utilización de productos ecológicos en el concreto para edificaciones es viable ya que permite el cuidado al medio ambiente y es un producto sustentable y sostenible para nuestro ecosistema.

La justificación social de la construcción en la actualidad, tiene elevado niveles de productividad de concreto, dando como consecuencia un elevado uso de sustancia a nivel del universo; 17.5 Mil millones de TN de conglomerado. La alta demanda de concreto daña al medio ambiente local, nacional y global.

En el proyecto se ha formulado el objetivo general, evaluar las propiedades mecánicas del concreto con residuos cerámicos y ceniza de cáscara de arroz. Para lo siguiente se ha formulado 3 objetivos específicos a) Determinar la resistencia a la compresión del concreto incorporando material cerámico reciclado al 0%,30%,40% y 50% y ceniza de cáscara de arroz al 10 %. b) Analizar el tiempo de fraguado óptimo en el concreto, incorporando material cerámico reciclado al 0%,30%,40% y 50% y ceniza de cáscara de arroz al 10 %. C) Evaluar la resistencia a la flexión del concreto con residuo cerámico al 0%,30%,40%,50 y ceniza de arroz a 10% a los 28 días.

En la hipótesis general podemos decir, añadiendo los residuos cerámicos y ceniza de cáscara de arroz en la mezcla de concreto, influye positivamente en las propiedades mecánicas.

II.- MARCO TEÓRICO

Akeen, Mutiu (2017) en su artículo científico ProQuest titulado *Composición química y características físicas de la ceniza de arroz con cemento mezclado*. Cuyo objetivo es el aprovechamiento de subproductos agrícolas en la producción de cemento. En este análisis, se mezcló cemento con ceniza de cascara de arroz reemplazando 5%, 7%, 11.25%, 15%, 20.25% y 25%, el diseño metodológico se especificó usando un analizador de fluorescencia de rayos X. Las propiedades físicas de los cementos mezclados con ceniza de arroz que se examinaron su finura, solidez, consistencia, tiempos de secado y fuerza a la presión al tiempo de curado de 2, 7, 28, 56 y 90. Teniendo la siguiente conclusión que el cemento mezclado originado con niveles más bajos de sustitución de ceniza de arroz cumple con las especificaciones según ASTM C 618 se respeta con un reemplazo de residuo de cáscara de arroz de hasta el 15%. Se recomienda utilizar ceniza de arroz, es un material apropiado para su uso como puzolana más del 70%.

Salman, Sandeep, Trilok (2018) establece que su artículo ScienceDirect titulado *Evaluación de la resistencia del hormigón de agregados cerámicos de porcelana fina a ataque de sulfato*. Cuyo objetivo es comprobar las características mecánicas y de resistencia al efecto del concreto, añadiendo cerámico. El diseño estratégico de trabajo se disponía de tres mezclas de concreto de distintas relaciones de agua, aglutinante con sustituciones (0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%) de agregado cerámico y agregado fino. En conclusión, la fuerza a compresión del concreto que incluye a 40% de agregado cerámico es óptimo. Conduciendo a una mayor dureza mecánica.

Rodríguez (2016) en su Tesis titulado *Resistencia de un concreto con sustitución del agregado pétreo en 25% y 50% por material cerámico reciclado*. Cuyo objetivo es examinar el componente cerámico deteriorado en las distintas mezclas, En conclusión, el rendimiento alcanza a las 28 d. el hormigón patrón tiene una fuerza de 212.38kg/cm²; el concreto sustituyendo el agregado pétreo al 25 % a los 28 días estima una resistencia de tensión de 189.00kg/ cm²; entretanto el concreto con remplazo del conglomerado al 50 % por cerámico a los 28 días tiene una fuerza de 182.60kg/ cm². Igualmente, para futuras

recomendaciones se debe evaluar otras investigaciones con diseño de menos porcentaje de cerámico reciclado 25%.

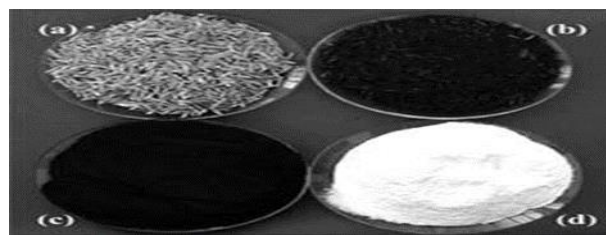
Castillo (2018) en su Tesis titulado. *Sustitución de 50% y 75% de agregado grueso por desperdicio de baldosas cerámicos en la resistencia a la comprensión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$* . Cuyo objetivo es analizar el efecto de la resistencia del hormigón patrón en tiempo de curado 7, 14 y 28 si obedece los indicadores de la resistencia 148;190 y 241 kg/cm^2 , concerniente al concreto 50% (110,145 Kg/cm^2) y 75%(104,138), los resultados para las fechas de curados 7 y 14 no son los indicados para la resistencia, entre tanto a los 28 días de curado el concreto 50% y 75% alcanzaron optimas ganancias obedeciendo los indicadores de dureza a 237 Kg/cm^2 y 219 kg/cm^2 , los mejores resultados del concreto fueron con 50%, en conclusión los productos fueron bajos al concreto patrón. Se concreta que el concreto con 50% produjo un excelente logro al concreto.

Masías (2018) menciona en su investigación de tesis. *Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso*. Cuyo planteamiento es contar experimentalmente las propiedades del hormigón nuevo y endurecido. El método usado es según las directrices American Concrete Institute en correlación a/c es de 0.54. el remplazo agregado voluminoso de 5%, 10% y 20% en una capacidad de 1" hasta el colador # 8. Analizando la consistencia, el P.U y volumen de aire en el hormigón fresco la comprensión del concreto, tracción, flexión y la filtración en el hormigón endurecido a los 28 días. Los resultados muestran al momento de cambiar el agregado adicionado incrementa las resistencias. Al concluir se observa un distinto comportamiento que posee máximo dureza y capacidad de filtración, como en el hormigón fresco como endurecido.

El Cerámico es un material beneficioso para diversos componentes, especialmente por arcilla, y se fabrican en aspecto de partículas y al supeditarlo a cocción soporta cambio fisicoquímico obteniendo resistencia pétreo. Se alcanza al cocer materiales, como la arcilla, juntamente con aditivos de pigmentos y cocido en microondas.

Los elementos puzolánicos, es un silíceo (SiO_2) y aluminoso que favorece a la reacción química del residuo de ceniza logra como resultado la ignición del residuo de arroz, es un componente en la fabricación de cementos y concreto. La Ceniza de Arroz a una temperatura de 400°C , logra una incineración del 93% de Óxido de Sílice, consigue un grandioso porcentaje de sílice amorfa reactiva con el hidróxido $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y favorece a las reacciones del cemento, de tal forma que se convierta en $(\text{CA}_2\text{O}_4\text{Si})$ hidratado y aumenta en las cualidades mecánicas del hormigón.

Figura 1: Ceniza de cascarilla de arroz



Fuente: Green Earth Aerogels, 2018

Cemento es un aglomerante constituido por agregado de caliza, arcilla calcinadas y luego triturado, la cual fortalece su cualidad.

Figura 2: Cemento Portland



Fuente: UNAD, 2018

Concreto es un material con propiedades, la cual tiene una composición en relación de cemento, piedra, arena, agua y otros elementos que pueden ser aditivos, esta mezcla se consolida progresivamente con forme pasan los días.

Niño (2015) Decide de tal manera que el conglomerado refinado es indicado de 0,075mm a 4,76mm.

Tabla 1: Distribución del agregado conforme al volumen mediante granulometría

| Tamaño (mm) | Mayor a 50 | Entre 50 y 19 | Entre 19 y 4.75(N°4) | Entre 4.75(N°4) y 2.36(N°8) | Entre 2.36(N°8) y 0.42 | Entre 0.42 y 0.075(N°200) | Entre 0.075(N°200) y 0.002 | Menor a 0.002 |
|--------------|---------------------------------------|---------------|----------------------|--|------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|
| Denominación | piedra | Grava | Gravilla | Arena gruesa | Arena media | Arena fina | Limo | Arcilla |
| | Agregado grueso | | | Agregado fino | | | Fracción muy fina | |
| | Material bueno para producir hormigón | | | Material perfecto para producir hormigón | | | Material no recomendable | |

Fuente: Niño y Hernández (2015).

Se aplicará estas fórmulas o ecuaciones.

Conforme al M.F se realizará con la fórmula 1. ASTM C 125 y NTP 400.011.

$$MF = \frac{\%ACUMULADO}{\%RETENIDO} (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100) \quad (1)$$

Consiguiente:

$$MF: 2.3 \leq MF \leq 3.1$$

Para obtener la carga del material que pasa por la zaranda N°200 por vía húmeda se considera según NTP 400.018.

$$A = 100 \frac{(B - C)}{B} \quad (2)$$

Para disponer el % de humedad con la ecuación 3 de acorde a ASTM C566.

$$H = \frac{(W - D)}{D} X100 \quad (3)$$

D = peso de la muestra seca, g; W = peso de la muestra húmeda original, g.
H: Contenido de Humedad (%)

Para conseguir el SSD, OD y % de Absorción se emplea esta fórmula, Conforme al ASTM C 127.

$$\frac{\text{DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA)}}{\text{(OD)}} = A/(B - C) \quad (4)$$

$$\frac{\text{DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA)}}{\text{(SSD)}} = B/(B - C) \quad (5)$$

$$\frac{\text{DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA)}}{\text{(A - C)}} = A/(A - C) \quad (6)$$

$$\text{ABSORCIÓN (\%)} = 100(B - A)/A \quad (7)$$

A: Masa de la muestra secada al horno

B: Masa de la muestra SSS

C: Masa de la muestra SSS sumergida

Para adquirir la absorción del A.F y Densidad relativa, se realiza mediante la ecuación, de acorde a la Norma ASTM C128.

$$\frac{\text{DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA)}}{\text{(OD)}} = D/(B + A - C) \quad (8)$$

$$\frac{\text{DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA)}}{\text{(SSS)}} = A/(B + A - C) \quad (9)$$

$$\frac{\text{DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA)}}{\text{(B + D - C)}} = D/(B + D - C) \quad (10)$$

$$\text{ABSORCIÓN (\%)} = 100((A - D)/D) \quad (11)$$

- A: Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)
- B: Masa Frasco + agua
- C: Masa Frasco + agua + muestra SSS
- D: Masa del Mat. Seco

los cálculos de P.U.S y P.U.C se explica mediante este método, Conforme a la Norma ASTM 29.

$$\% \text{ VACIOS} = \left(1 - \frac{M}{SX62.3}\right) X100 \quad (12)$$

$$\frac{\text{MASA DE MUESTRA SUELTA O CONSOLIDADA (kg)}}{\text{DENSIDAD APARENTE SUELTA O CONSOLIDADA (KG/M}^3)} = \frac{\text{MASA DE LA MUESTRA SUELTA O CONSOLIDADA (KG)}}{\text{VOLMUEN DE MOLDE M}^3} \quad (13)$$

$$= \left[\left(\frac{\text{MASA DE MOLDE} + \text{MUESTRA SUELTA O CONSOLIDADA (kg)}}{\text{DENSIDAD APARENTE SUELTA O CONSOLIDADA (KG/M}^3)} \right) - \frac{\text{MASA DEL MOLDE (kg)}}{\text{DENSIDAD APARENTE SUELTA O CONSOLIDADA (KG/M}^3)} \right] \quad (14)$$

$$\frac{\text{PESO UNITARIO SUELTA O COMPACTADO (KG/M}^3)}{\text{DENSIDAD APARENTE SUELTA O CONSOLIDADA (KG/M}^3)} = \frac{\text{PESO UNITARIO SUELTA O COMPACTADA I} + \text{PESO UNITARIO SUELTA O COMPACTADA II}}{2} \quad (15)$$

$$\text{Estimar para densidad de agua: } 998-1000 \text{ kg/m}^3. \quad (16)$$

Estimar para densidad de agua: 998-1000 kg/m3.

$$\% \text{ VACIOS} = \frac{100 \left[\left(\frac{\text{DENSIDAD RELATIVA} \times \text{DENSIDAD AGUA REFERENCIA (KG/M}^3)}{\text{DENSIDAD APARENTE SUELTA O CONSOLIDADA (KG/M}^3)} \right) - \frac{\text{DENSIDAD APARENTE SUELTA O CONSOLIDADA (KG/M}^3)}{\text{DENSIDAD RELATIVA} \times \text{DENSIDAD AGUA REFERENCIA (KG/M}^3)} \right]}{\text{DENSIDAD RELATIVA} \times \text{DENSIDAD AGUA REFERENCIA (KG/M}^3)} \quad (16)$$

La relación a/c de la propiedad mecánica pudieran ser perjudicial al hormigón, Se fija con esta ecuación.

$$Y = RA/C = (0,61 - 1.37 \times 10^{-3})(X - 255) \quad (17)$$

X: Resistencia requerida

La proporción de bolsas de cemento se realiza con la ecuación, Según ACI 211.

$$\text{FACTOR CEMENTO} = \frac{\text{VOLUMEN DE AGUA}}{\text{RELACION } \frac{A}{C}} \quad (18)$$

El método ACI 211 indica el cálculo de volumen de agregados mediante la ecuación.

$$\text{PESO DEL AGREGADO GRUESO SECO (KG)} = \left[\frac{\text{VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO SECO COMPACTADO (M}^3\text{)} \times \text{PESO UNITARIO SECO COMPACTADO (} \frac{\text{KG}}{\text{CM}^3}\text{)}}{\text{GRUESO SECO COMPACTADO (M}^3\text{)}} \right] \quad (19)$$

$$\frac{\text{AGREGADO GRUESO TOTAL (\%)}}{\text{AGREGADO GRUESO (\%)}} = \frac{\text{AGREGADO GRUESO (\%)}}{\text{(PIEDRA CHANCADA N°67)}} + \frac{\% \text{AGREGADO GRUESO RECICLADO (CERAMICA TTRITURADA) (\%)}}{\text{(CERAMICA TTRITURADA) (\%)}} \quad (20)$$

$$\frac{\text{PESO DE LA PIEDRA CHANCADA SECO}}{\text{PESO DEL AGREGADO GRUESO SECO INICIAL (KG)}} = \frac{(\text{PESO DEL AGREGADO GRUESO SECO INICIAL (KG)}) (\% \text{PIEDRA CHANCADA})}{\text{AGREGADO GRUESO TOTAL (\%)}} \quad (21)$$

$$\frac{\text{VOLUMEN ABSOLUTO AGREGADO GRUESO (m}^3\text{)}}{\text{PESO DEL MATERIAL GRUESO SECO}} = \frac{\text{PESO DEL MATERIAL GRUESO SECO}}{\text{PESO ESPECIFICO MATERIAL GRUESO}} \quad (22)$$

$$\frac{\text{VOLUMEN ABSOLUTO TOTAL AGREGADOS (m}^3\text{)}}{\text{VOLUMEN DE PASTA (m}^3\text{)}} = 1 - \text{VOLUMEN DE PASTA (m}^3\text{)} \quad (23)$$

$$\frac{\text{VOLUMEN ABSOLUTO A.R.C (M}^3\text{)}}{\text{VOLUMEN ABSOLUTO TOTAL AGREGADOS}} = \left(\frac{\text{VOLUMEN ABSOLUTO AGREGADO GRUESO}}{\text{VOLUMEN ABSOLUTO TOTAL AGREGADOS}} - \frac{\text{VOLUMEN ABSOLUTO AGREGADO FINO}}{\text{VOLUMEN ABSOLUTO TOTAL AGREGADOS}} \right) \quad (24)$$

Para estimar el % del volumen absoluto y total de agregados de acuerdo a ACI 211.

$$\frac{\% \text{AGREGADO GRUESO}}{\text{VOLUMEN ABSOLUTO A. GRUESO (M}^3\text{)}} = \frac{\text{V. ABSOLUTO A. GRUESO (M}^3\text{)} \times 100}{\text{VOLUMEN TOTAL AGREGADOS (M}^3\text{)}} \quad (25)$$

$$\frac{\text{PESO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO SECO (kg)}}{\text{VOLUMEN ABSOLUTO (M}^3\text{)}} = \frac{\text{VOLUMEN ABSOLUTO (M}^3\text{)}}{\text{PESO ESPECIFICO (} \frac{\text{KG}}{\text{M}^3}\text{)}} \quad (26)$$

El peso de los agregados, con la humedad se realiza con la siguiente formula según Método ACI 211.

A.G:

$$\frac{\text{PESO HUMEDO DEL AGREGADO GRUESO (KG)}}{\text{PESO AGREGADO GRUESO SECO (KG)}} = \frac{\text{PESO AGREGADO GRUESO SECO (KG)}}{\text{PESO AGREGADO GRUESO SECO (KG)}} (1 + \%H) \quad (27)$$

A.R.C:

$$\text{PESO HUMEDO A.R.C(KG)} = \frac{\text{PESO DEL A.R.C SECO(KG)}}{\text{A.R.C(KG)}}(1 + \% \text{HUMEDAD}) \quad (28)$$

A.F:

$$\text{PESO HUMEDO DEL AGREGADO FINO(KG)} = \frac{\text{PESO DEL AGREGADO FINO SECO(KG)}}{\text{FINO SECO(KG)}}(1 + \% \text{H}) \quad (29)$$

$$\text{AGUA EFECTIVA(L)} = \text{AGUA(L)} \pm \frac{\text{APORTE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS(L)}}{\text{DE LOS AGREGADOS(L)}} \quad (30)$$

$$\text{APORTE HUMEDAD AGREGADOS (L)} = \sum \left[\frac{\text{PESO DE AGREGADOS SECOS(KG)}}{\text{AGREGADOS SECOS(KG)}} \left[\frac{\text{HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS, \%H}}{\text{DE LOS AGREGADOS, \%H}} - \% \text{A} \right] \right] \quad (31)$$

La valoración de la proporción de agregado, cemento, y agua se ejecuta con la siguiente fórmula según ACI 211.

La proporción de Cemento

$$\text{CEM} = \frac{\text{CEMENTO(KG)}}{\text{CEMENTO(KG)}} \quad (32)$$

agregados

considerar $\text{m}^3 = 35.31 \text{P}^3$

$$\text{A. G} = \frac{\text{PESO HUMEDO AGREGADO GRUESO (KG)}}{\left(\frac{\text{CANT TOTAL}}{\text{BOLSAS CEMENTO}} \right) \times \left(\text{P. U. SUELTO A. G} \frac{\text{KG}}{\text{M}^3} \right)} \quad (33)$$

$$\text{A. G. R} = \frac{\text{PESO HUMEDO A. G. R (KG)} \times (35.31)}{\left(\frac{\text{CANT TOTAL}}{\text{BOLSAS CEMENTO}} \right) \times \left(\text{P. U. SUELTO A. G. R} \frac{\text{KG}}{\text{M}^3} \right)} \quad (34)$$

$$\text{A. F} = \frac{\text{PESO HUMEDO AGREGADO FINO(KG)}}{\left(\frac{\text{CANT TOTAL}}{\text{BOLSAS CEMENTO}} \right) \times \left(\frac{\text{PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO}}{\text{SUELTO AGREGADO FINO}} \frac{\text{KG}}{\text{M}^3} \right)} \quad (35)$$

Agua (L)

$$AGUA(L) = \frac{AGUA\ EFECTIVA\ CORRIGIDA(L)}{(CANTIDAD\ TOTAL\ (BOLSAS\ CEMENTO))} \quad (36)$$

ASTM C94 (2020) Menciona para asentamiento para la combinación del hormigón.

Tabla 2: Asentamiento de la mezcla del hormigón

| Especificaciones | | Tolerancia |
|------------------------|------------------------|--------------------------|
| Asentamiento nominal | 2"(50mm) y menos | ±1/2"(15mm) |
| | 2" a 4"(50 mm a 100mm) | ±1" (25mm) |
| | 4"(100mm) | ± 1 1/2"(40mm) |
| Asentamiento Maximo | 3" (75 mm) o menos | En exeso 0" (0 mm) |
| | | En defecto 1 1/2" (40mm) |
| | 3"(75 mm) | En exceso 0 " (0 mm) |
| | | En defecto 2 1/2" (65mm) |
| Tiempo de conservación | | 30´ para llegada a obra |

Fuente: ASTM C94

Tabla 3: Relación agua/cemento a la resistencia a la comprensión del concreto

| Resistencia a compresión a 28 días | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Mpa (kg/cm2) | Concreto sin aire | Concreto con aire |
| 40(408) | 0.42 | |
| 35(357) | 0.47 | 0.39 |
| 30(306) | 0.54 | 0.45 |
| 25(255) | 0.61 | 0.52 |
| 20(204) | 0.69 | 0.60 |
| 15(153) | 0.79 | 0.70 |

Fuente: ACI 211

ACI 211 menciona la proporción de aire alcanzado al ejecutar la combinación, no posee ni limitación con el TMN logrando un aire en proporción.

Tabla 4: Proporción de aire alcanzado

| Tamaño TMN | Aire alcanzado |
|-------------------|-----------------------|
| 3/8" | 3.0% |
| 1/2" | 2.5% |
| 3/4" | 2.0% |
| 1" | 1.5% |
| 1 1/2" | 1.0% |
| 2" | 0.5% |
| 3" | 0.3% |
| 6" | 0.2% |

Fuente: ACI 211

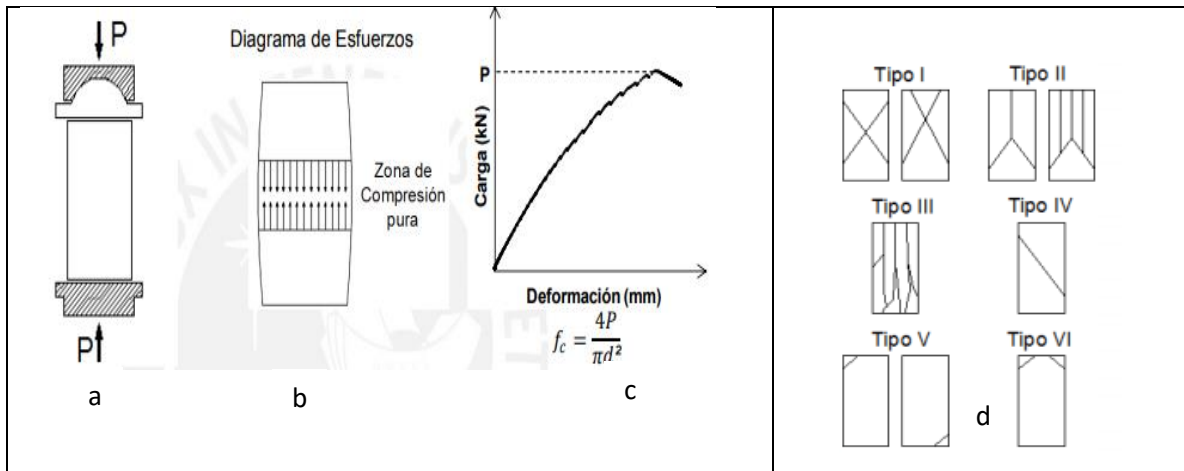
Tabla 5: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

| Dimensión Máximo Nominal del agregado grueso | | Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino | | | |
|--|--------|---|------|------|------|
| | | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 9.5 mm | 3/8" | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 12.5 mm | 1/2" | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 19 mm | 3/4" | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 25 mm | 1" | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 37.5 mm | 1 1/2" | 0.75 | 0.73 | 0.71 | 0.69 |
| 50 mm | 2" | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 75 mm | 3" | 0.82 | 0.80 | 0.78 | 0.76 |
| 150 mm | 6" | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Fuente: Comité ACI

La norma ASTM C 39, (2018) indica el ensayo es proponer a una resistencia máxima de la probeta.

Figura 3: Ensayo de la resistencia a la compresión



Fuente: ASTM C39

Se estimó mediante la siguiente formula:

$$R_c = \frac{P}{\frac{\pi D^2}{4}} \quad (37)$$

Dónde:

R_c: Resistencia de rotura a la compresión (kg/cm²)

P: Carga o fuerza máxima de rotura durante ensayo (kg)

d: Diámetro promedio de la sección transversal del espécimen, cm

Tabla 6: Concreto respecto a la resistencia

| Concreto | Resistencia (Mpa) |
|-------------------|-------------------|
| Normal | ≤ 42 |
| Alta Resistencia | > 42 y ≤ 100 |
| Ultra Resistencia | > 100 |

Fuente: Sotil (2015)

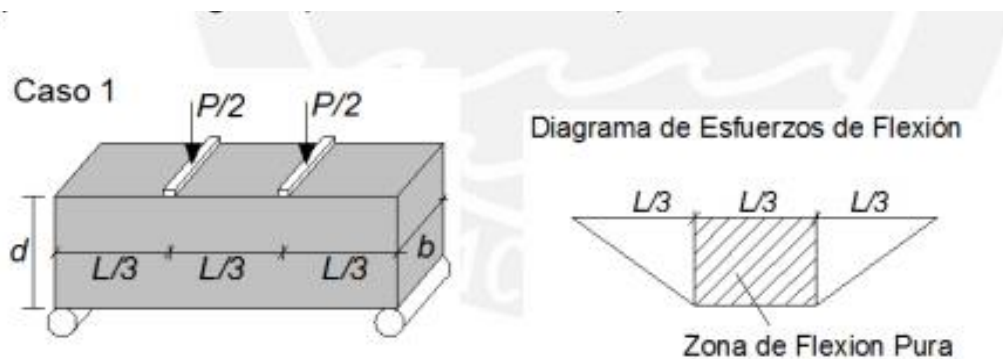
Tabla 7: Rendimiento de resistencia a la compresión de un concreto

| Días | % de resistencia |
|---------|--|
| 1 días | 25-35 % |
| 2 días | 42-53 % |
| 7 días | 70-85 % |
| 14 días | 85-95 % |
| 28 días | 100-120% |
| 60 días | Aumenta de 10 y 15 la fuerza a los 28 días |

Fuente: Norma ASTM C39

La resistencia a la flexión es decretar el modelo de quiebre, el esfuerzo a la presión, la grieta de la demostración, la viga quedara con rotura en tres tercios a razón de la acción aprovechada. La probabilidad de soportar la compresión esta en 10% - 20%.

Figura 4: Ensayo de resistencia a la flexión



Fuente: ASTM C78

se aplica esta fórmula.

$$MR = \frac{P \times L}{BH^2} \quad (38)$$

$$MR = \frac{3PL}{2BH^2} \quad (39)$$

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación

Es Básica en general (laboratorios), investiga constantemente a ayudar a incrementar el conocimiento científico, estableciendo nuevas teorías o transformando las ya existentes.

Nivel de investigación

La Investigación es de nivel explicativa, explora el porqué de formar mediante las relaciones causa-efecto, mediante prueba de suposición. Los resultados y conclusiones establecen el nivel más extenso del estudio.

Diseño de investigación

Éste estudio es de diseño empírico puro, experimental emplea uno o más variables independientes y dependiente.

Enfoque de investigación

Será de forma cuantitativa, la investigación estará desarrollado en etapas secuencialmente, si no realizamos una de estas etapas nuestra investigación podría verse afectada.

3.2. Variables y Operacionalización:

Variable Dependiente

- Propiedades Mecánicas:

Variable Independiente:

- Concreto con residuo cerámico y ceniza de cascara de arroz

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:

Población:

Carrasco. (2017, p. 237) indica que la población es el integro componente que pertenece al mismo recinto de la investigación.

Mi población será el concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz.

Muestra:

Hernández, Sampieri. (2019) “el cual es un subconjunto de la población, que te agrade, sobre la cual se reúnen antecedentes pertinentes”.

Mi muestra será la cantidad de probetas realizadas a los 7, 14, 21,28 días en total 48 probetas y cantidad de prismas de concreto a los 28 días total 8 prismas.

Tabla 8: Cantidad de probetas de prueba de fuerza a compresión

| N° días | 0% | 30% | 40% | 50% | TOTAL |
|---------|----|-----|-----|-----|-------|
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 14 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 21 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 28 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| TOTAL | | | | | 48 |

Fuente: Propio del Alumno

Tabla 9: Número de prismas de concreto de flexión

| N° días | 0% | 30% | 40% | 50% | TOTAL |
|---------|----|-----|-----|-----|-------|
| 28 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| TOTAL | | | | | 8 |

Fuente: Propio del Alumno

Muestreo:

Rotura de 3 probetas por cada tratamiento y rotura de 2 prismas por cada tratamiento.

Unidad de análisis:

Serán las probetas de concreto donde se medirán el esfuerzo a la comprensión y flexión.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Según Carrasco (2017) recomienda que la “técnica son métodos constituyes al grupo de reglas o norma científicas que acceden al investigador optar el tipo de instrumento de investigación”.

Para esta formación se utilizará como método síntesis la observación y tendremos como técnica e instrumento en tabla qué a continuación se muestra.

Tabla 10: Técnica e instrumento de datos

| Técnica | Instrumento |
|--|---------------------|
| Observación participante y/o no participante | Guía de observación |

Fuente: propia del alumno

3.5. Procedimientos:

Mediante la técnica de observación se pudo apreciar los resultados de cada análisis, los cuales fueron transcritos en el guía de observación para un mejor control y pasar al siguiente proceso que sería de analizar e interpretar los resultados finales de la recolección de datos, con ello se corroborará las hipótesis de tesis planteadas.

Primero: Se realizó la búsqueda de cerámicas, encontrando 7 bolsas en desmontes de casas de remodelación ubicados en Villa el Salvador –LIMA. El residuo de ceniza de arroz se obtuvo la cantidad de 11 kilos de una piladora que se ubica en Aucayacú - Huánuco.

Segundo: Para pasar a la siguiente etapa nos colocamos EPP (careta y guantes), la cerámica obtenida se procedió a chancar con la ayuda de un combo en partículas pequeñas de diferentes tamaños.

Tercero: Se trasladó los materiales al laboratorio tales como; cerámica molida 7 bolsas cada uno de 40 kilos, un saco de 11 kilos de ceniza de arroz, agregado fino (arena gruesa): 11 bolsas x 40 kg agregado grueso (piedra chancada): 5 bolsas x 40 kg c/u y cemento 2 bolsas.

Cuarto: En este paso realizamos los ensayos de la propiedad física de como: Granulometría, prueba estándar para densidad relativa, P.U.S, P.U.C, Humedad.

Quinto: Aquí en esta etapa empezamos realizar el diseño del mortero. Nuestro patrón muestra y las demás muestras con diferentes sustituciones 0%,30, 40,50% de residuo cerámico al agregado grueso y 10% de ceniza de arroz al cemento y adicionados en probetas.











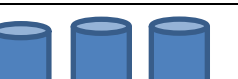




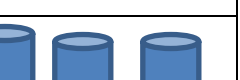
Sexto: Una vez obtenida las muestras éstas se llevan a una tina de agua, dando inicio al proceso de curado por 28 días.

Séptimo: Las muestras para analizar para los ensayos a comprensión de probetas de concreto serán retiradas del proceso de curado a los 7, 14, 21 y28 días.

Octavo: Para el análisis de Flexión de prisma de concreto se efectuará a los 28 días.

Noveno: Una vez obtenido los resultados estos serán llevados para su procesamiento de datos e interpretación.

Tabla 11: Días de curado y % de remplazo de cerámico y CCA

| Descripción | | Patrón muestra | Cerámico al 30% reemplazo al hormigón y C.C.A al 10 % al cemento. | Cerámico al 40%, reemplazo al hormigón y C.C.A al 10 % al cemento. | cerámico al 50, % reemplazo al hormigón y C.C.A 10 % al cemento |
|-------------|----|---|---|--|---|
| Curado | 7 |  |  |  |  |
| | 14 |  |  |  |  |
| | 21 |  |  |  |  |
| | 28 |  |  |  |  |

Fuente: propia del alumno

3.6. Método de análisis de datos:

En éste método utilizare los siguientes programas;

- Software Word 2016 procesamiento computarizado.
- Software Excel 2016 para el procesamiento computarizado de datos y
- Software Mathcad 15, nos interpretara mostrando en cuadros estadísticos los resultados.

3.7. Aspectos éticos:

Para la búsqueda el investigador ejecutara con los valores de conducta profesional, acatando la autenticidad del producto, teniendo en cuenta el código de ética de la UCV.

Así mismo, los datos alcanzados no han sido utilizados y tampoco tomados de otro proyecto, de manera que se dé un adecuado uso para futuras investigaciones. Respetando Art. 3, Ley Del Derecho de Autor D.L. N° 822, 2003.

IV.- RESULTADOS

4.1 Características físicas de los agregados (ASTM C 136)

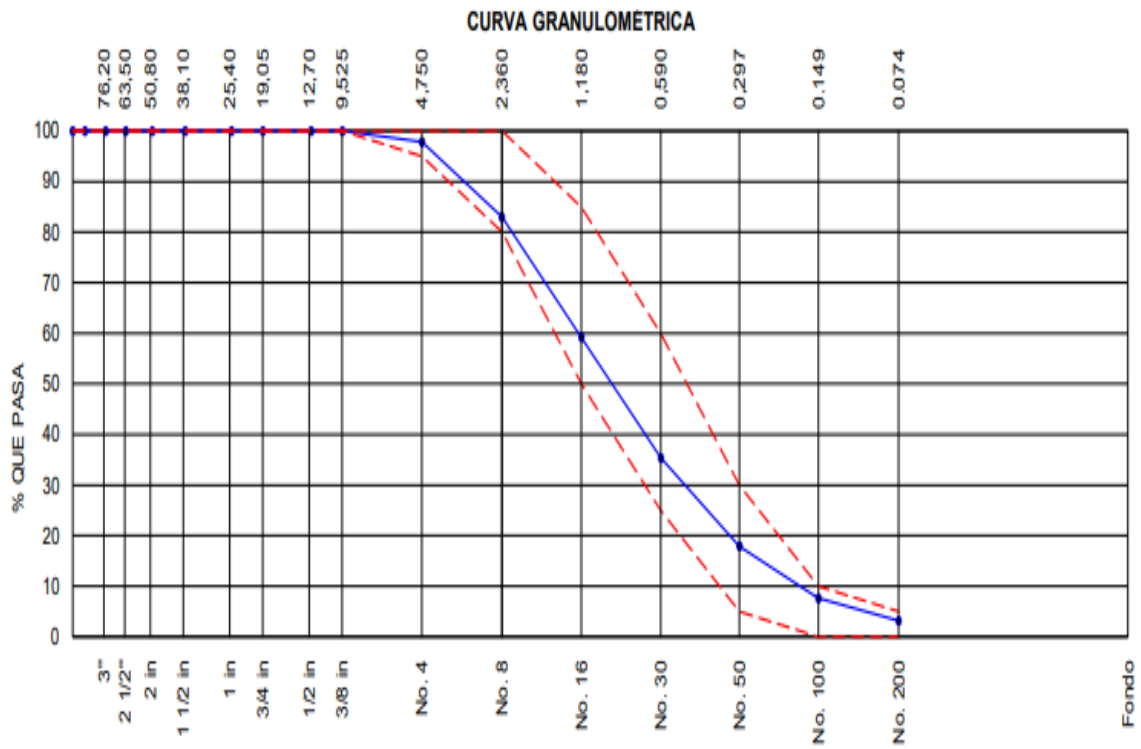
Tabla 12: Análisis de granulometría del agregado fino

| A. FINO ASTM C33 | | | | | | | |
|--|--------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------|--------|
| ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro | | Peso Retenido g | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que Pasa | ESPECIFICACIÓN | |
| Nombre | Mm | | | | | Mín. | Máx. |
| 4 IN' | 100.00 MM | 00.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3 1/2 IN | 90.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3 IN | 75.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 2 1/2 IN | 63.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 2 IN | 50.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1 1/2 IN | 37.50 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1 IN | 25.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4 IN | 19.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1/2 IN | 12.50 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/8 IN | 9.50 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| N°. 4 | 4.75 MM | 10.6 | 2.19 | 2.19 | 97.81 | 95.00 | 100.00 |
| N°. 8 | 2.36 MM | 71.6 | 14.86 | 17.05 | 82.95 | 80.00 | 100.00 |
| N°. 16 | 1.18 MM | 114.2 | 23.72 | 40.77 | 59.23 | 50.00 | 85.00 |
| N°. 30 | 600 µM | 115.2 | 23.90 | 64.67 | 35.33 | 25.00 | 60.00 |
| N°. 50 | 300 µM | 83.9 | 17.41 | 82.08 | 17.92 | 5.00 | 30.00 |
| N°. 100 | 150 µM | 49.6 | 10.30 | 92.38 | 7.62 | 0.00 | 10.00 |
| N°. 200 | 75 µM | 21.4 | 4.44 | 96.82 | 3.18 | 0.00 | 5.00 |
| < N°. 200 | < NO. 200 | 15.3 | 3.18 | 100.00 | 0.00 | - | - |

Fuentes: Propio del alumno

Se adquiere el resultado de MF de 2.99 se halla dentro del M.F de $2.3 \leq a \leq 3.1$ y se determina con la formula N°1, el tamaño A.F es 4.75mm cumple Según tabla 01.

Figura 5: Análisis granulométrico del agregado fino, por H. Meza, 2021



En la figura se visualiza que el A.F tiene un tamaño de 4.75mm se encuentra dentro de los parámetros, ver tabla 01 por ende es apto para la incorporación en el concreto.

Tabla 13: Análisis de granulometría de agregado grueso

A. GRUESO ASTM C33 - HUSO # 67

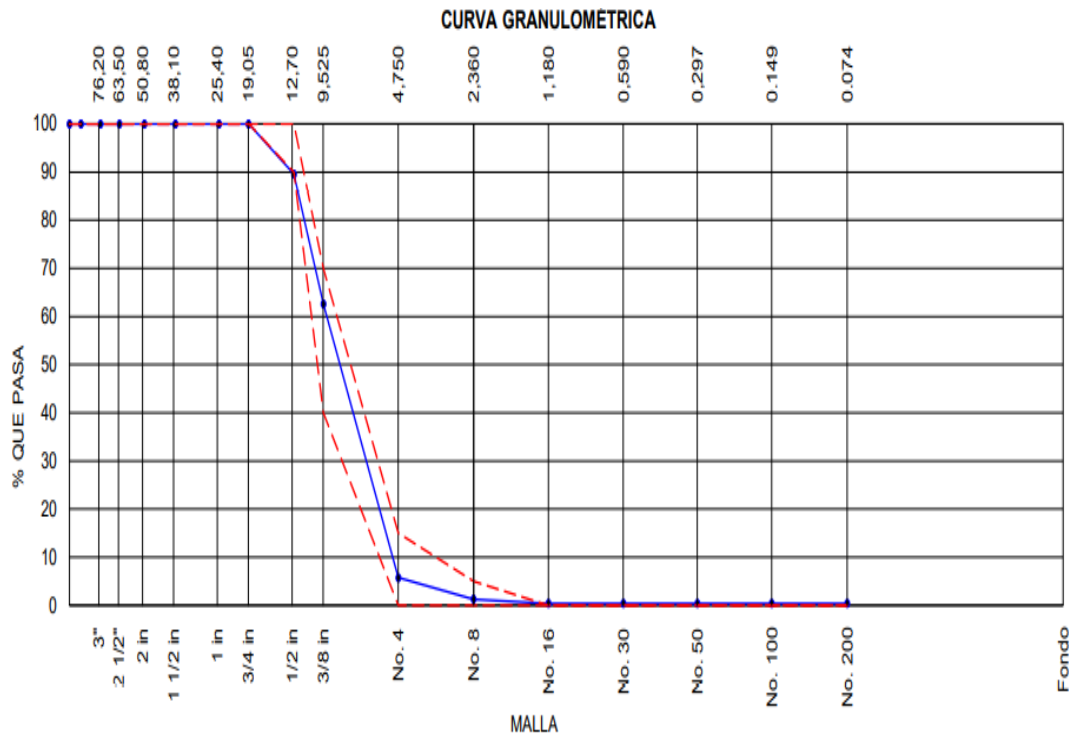
| ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro | | Peso Retenido g | % Parcial Retenido | % Acumulad o Retenido | % Acumulad o que Pasa | ESPECIFICACIÓN | |
|--|-----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|--------|
| Nombre | Mm | | | | | Mín. | Max |
| 4 IN' | 100.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3 1/2 IN | 90.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3 IN | 75.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 2 1/2 IN | 63.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

| | | | | | | | |
|-------------|-----------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 2 IN | 50.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1 1/2 IN | 37.50 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1 IN | 25.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4 IN | 19.00 MM | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1/2 IN | 12.50 MM | 151.2 | 10.45 | 10.45 | 89.55 | 90.00 | 70.00 |
| 3/8 IN | 9.50 MM | 390.0 | 26.94 | 37.39 | 62.61 | 40.00 | 15.00 |
| N°. 4 | 4.75 MM | 823.0 | 56.86 | 94.25 | 5.75 | 0.00 | 5.00 |
| N°. 8 | 2.36 MM | 65.3 | 4.51 | 98.76 | 1.24 | 0.00 | 0.00 |
| N°. 16 | 1.18 MM | 12.6 | 0.87 | 99.63 | 0.37 | 0.00 | 0.00 |
| N°. 30 | 600 µM | 0.0 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| N°. 50 | 300 µM | 0.0 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| N°. 100 | 150 µM | 0.0 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| N°. 200 | 75 µM | 0.0 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| < N°. 200 | < NO. 200 | 5.4 | 0.37 | 100.00 | 0.00 | - | - |

Fuente: Elaboración propia

Se adquiere su TMN es 1/2" o 12.5 mm y su TM es 3/4" su HUSO es 67, MF es 6.29 es óptimo para producir concreto ver tabla 1.

Figura 6: Análisis granulométrico del agregado grueso, por H. Meza, 2021



la curva granulométrica del A.G se encuentra dentro de los parámetros, alcanza un TMN de 19mm (3/4") según tabla 01 es eficaz para la utilizar en el concreto.

Tabla 14: Análisis de granulometría de residuo cerámico

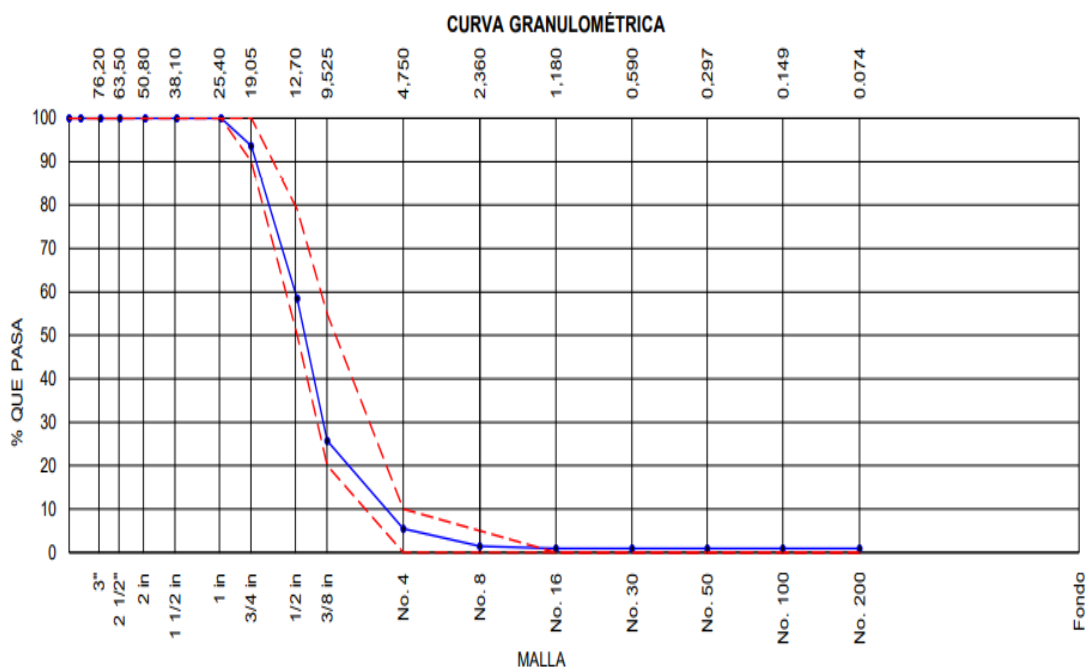
| R. Cerámico ASTM C33 | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------|
| ABERTURA DE TAMICES | | Peso Retenido g | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que Pasa | ESPECIFICACIÓN | |
| Nombre | Mm | | | | | Mín. | Máx. |
| 4 IN' | 100.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3 1/2 IN | 90.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3 IN | 75.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 2 1/2 IN | 63.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 2 IN | 50.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1 1/2 IN | 37.50 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1 IN | 25.00 MM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4 IN | 19.00 MM | 89.1 | 6.40 | 6.40 | 93.60 | 90.00 | 100.00 |

| | | | | | | | |
|-----------|-----------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 1/2 IN | 12.50 MM | 490.0 | 35.18 | 41.57 | 58.43 | 50.00 | 79.00 |
| 3/8 IN | 9.50 MM | 455.6 | 32.71 | 74.28 | 25.72 | 20.00 | 55.00 |
| N°. 4 | 4.75 MM | 282.4 | 20.27 | 94.55 | 5.45 | 0.00 | 10.00 |
| N°. 8 | 2.36 MM | 56.3 | 4.04 | 98.60 | 1.40 | 0.00 | 5.00 |
| N°. 16 | 1.18 MM | 6.8 | 0.48 | 98.08 | 0.92 | 0.00 | 0.00 |
| N°. 30 | 600 µM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| N°. 50 | 300 µM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| N°. 100 | 150 µM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| N°. 200 | 75 µM | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| < N°. 200 | < NO. 200 | 12.8 | 0.92 | 100.00 | 0.00 | - | - |

Fuente: Elaboración propia

Se adquiere su T.M.N de 3/4" (19.0 mm) y su T.M es 1", HUSO 67, M.F es 6.64, es óptimo para elaborar concreto cumple según tabla N°1.

Figura 7: Análisis granulométrico de residuo cerámico, por H Meza, 2021



La figura evidencia que la curvatura granulométrica del cerámico está dentro de las condiciones permisibles, se alcanza un TMN de 3/4" (19.0 mm) según tabla 01.

Tabla 15: Propiedades Físicas de los agregados

| Propiedades Físicas | A.F | A.G | A.R.C |
|---------------------------------|-------|-------|-------|
| Peso. Especif. de Masa Seco | 2.664 | 2.613 | 2.064 |
| Peso. Especif. de Masa SSS | 2.716 | 2.641 | 2.183 |
| Peso. Especif. de Masa Aparente | 2.810 | 2.689 | 2.344 |
| Peso. Unitario Compactado | 1758 | 1585 | 1172 |
| Peso. Unitario Suelto | 1550 | 1444 | 1012 |
| Absorción% | 1.9 | 1.1 | 5.8 |
| Humedad % | 1.4 | 0.8 | 1.6 |
| T.M | – | 3/4in | 1 in |
| T.M.N | – | ½ in | ¾ in |
| M.F | 2.99 | 6.29 | 6.64 |

Fuente: propio del alumno

Tabla 16: Contenido de humedad de los agregados

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
|----------------------|--------------------------------------|---------|----------|----------|
| ITEM | DESCRIPCION | A.F | A.G | A.R.C |
| 1 | Masa del Recipiente | 133.0 g | 146.8 g | 341.4 g |
| 2 | Masa del Recipiente + muestra húmeda | 646.4 g | 1610.3 g | 1784.8 g |
| 3 | Masa del Recipiente + muestra seca | 639.6 g | 1599.2 g | 1762.6 g |
| 4 | CONTENIDO DE HUMEDAD | 1.4% | 0.8% | 1.6% |

Fuente: propio del alumno

Según fórmula 3. el % del contenido de Humedad del A.F es 1.4%, A.G es 0.8%, A.R.C es 1.6%.

Ensayo normalizado para densidad relativa y absorción de los agregados

Tabla 17: Contenido de densidad relativa y absorción de los agregados

| DATOS / N° DE PRUEBA | | A.G | A.R.C |
|--|-------------------------------------|---------|---------|
| A | Masa de la muestra seca en el horno | 1839.15 | 1648.39 |
| B | Masa de la muestra al aire SSS | 1859.2 | 1743.9 |
| C | Masa de la muestra SSS sumergida | 1155.25 | 945.20 |
| RESULTADOS | | | |
| Densidad Relativa (Gravedad específica)(OD) | | 2.613 | 2.064 |
| Densidad Relativa (Gravedad específica)(SSD) | | 2.641 | 2.183 |
| Densidad Relativa Aparente (Gravedad específica) | | 2.689 | 2.344 |
| Absorción (%) | | 1.1 | 5.8 |

Fuente: Propio del alumno

Para este resultado de A.G y A.R.C su (OD) es 2.61; 2.06 y su (SSD) es 2.64; 2.18, la densidad relativa aparente se obtuvo 2.69; 2.34 y la cantidad de absorción es 1.1; 5.8 de fluido que retiene en los poros del material, se calculó con la fórmula 4, 5,6 y 7.

Tabla 18: Contenido de Densidad relativa y absorción del agregado fino

| ITEM | DATOS DE ENSAYO | |
|--|----------------------------------|--------|
| A | Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS) | 500.09 |
| B | Masa Frasco + agua | 664.22 |
| C | Masa Frasco + agua + muestra SSS | 980.18 |
| D | Masa del Mat. Seco | 490.57 |
| RESULTADOS | | |
| Gravedad específica OD = $D/(B+A-C)$ | | 2.664 |
| Gravedad específica SSS = $A/(B+A-C)$ | | 2.716 |
| Densidad relativa (Gravedad específica aparente) = $D/(B+D-C)$ | | 2.810 |
| % Absorción = $100*((A-D)/D)$ | | 1.9 |

Fuente: Propio del alumno

Para este resultado su (OD) es 2.66 su (SSS) es 2.71 y la densidad relativa aparente fino es 2.81, su absorción es 1.9 de líquido que retiene en los poros del material, según formulas 8, 9,10 y 11.

Peso unitario suelto de los agregados (ASTM C29)

Tabla 19: Peso unitario suelto de los agregados

| PESO SUELTA | | | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | A.F | | A.G | | A.R.C | |
| Peso del molde (kg) | 1.626 | 1.626 | 1.626 | 1.626 | 1.626 | 1.626 |
| Volumen de molde (m3) | 0.002809 | 0.002809 | 0.002809 | 0.002809 | 0.002809 | 0.002809 |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 5.981 | 5.981 | 5.679 | 5.685 | 4.467 | 4.471 |
| Peso de muestra suelta (kg) | 4.355 | 4.355 | 4.053 | 4.059 | 2.841 | 2.845 |
| Peso unitario Suelto (kg/m3) | 1550 | 1550 | 1443 | 1445 | 1011 | 1013 |
| RENDIMIENTO | | | | | | |
| Peso unitario suelto | | 1550 | | 1444 | | 1012 |
| Densidad relativa = OD | | 2.664 | | 2.613 | | 2.064 |
| % de Vacíos - Suelta | | 41.07 | | 44.6 | | 50.9 |

Fuente: propia del alumno

para el material fino es 1444 ,1550 para el material grueso,1012 para el A.R.C su peso unitario suelto se realizó con la ecuación 15, los % de vacíos suelto es 41.07, 44.6 y 50.9 se efectuó con la fórmula 16.

Tabla 20: Peso unitario compactado

| PESO COMPACTADO | | | | | | |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | A.F | | A.G | | A.R.C | |
| Peso del molde (kg) | 1.626 | 1.626 | 1.626 | 1.626 | 1.626 | 1.626 |
| Volumen de molde (m ³) | 0.002809 | 0.002809 | 0.002809 | 0.002809 | 0.002809 | 0.002809 |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 6.567 | 6.561 | 6.075 | 6.084 | 4.917 | 4.918 |
| Peso de muestra Suelta (kg) | 4.941 | 4.935 | 4.449 | 4.458 | 3.291 | 3.292 |
| P.U.C (kg/m ³) | 1759 | 1757 | 1584 | 1584 | 1172 | 1172 |
| RENDIMIENTO | | | | | | |
| P.U.C | | 1758 | | 1585 | | 1172 |
| Densidad Relativa: OD | | 2.664 | | 2.613 | | 2.064 |
| % de Vacíos -consolidada | | 33.9 | | 39.2 | | 43.1 |

Fuente: propio del alumno

P.U.C es 1758 para el A.F, 1585 para el A.G ,1172 para el material agregado de residuo cerámico, se realizó con la ecuación 15 y los % de vacíos compactado es 33.9, 39.2 y 43.1 se calculó con la ecuación 16.

4.2 Diseño de Mezcla del concreto normalizado con $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con el Método ACI 211

Con las cifras conseguidas de las propiedades físicas, se realizó 4 diseños de concreto de diferentes porcentajes agregados grueso cerámico.

Tabla 21: Parámetros del diseño de concreto con diferentes porcentajes

-
1. Resistencia a la compresión requerida: $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$
 2. Relación agua cemento: $r_{a/c} = 0.57$
 3. Determinación del volumen de agua: Agua = 228 l
 4. Cantidad de aire atrapado: Aire = 2.50%
 5. Calculo de la cantidad de cemento: Cemento = 403 kg = 9.5 bolsas m^3
 6. Adición de C.C.A = 10% w/w cemento
-

Fuente propio del alumno

Resultados de parámetros según tabla 2,3,4

Tabla 22: Cálculo de volumen de agregados de diferentes porcentajes

| INSUMO | PESO ESPECÍFICO (kg/m^3) | VOLUMEN ABSOLUTO (m^3) | | | |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | | DPM-0% 40% | DRC+CCA-30% | DRC+CCA- DRC+CCA-50% | DRC+CCA-50% |
| Cemento sol tipo 1 | 3120 | 0.1291 | 0.1341 | 0.1341 | 0.1341 |
| Agua | 1000 | 0.2280 | 0.2280 | 0.2280 | 0.2280 |
| Aire atrapado \approx 2.5% | ----- | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 | 0.0250 |
| Agregado grueso | 2613 | 0.3221 | 0.2255 | 0.1933 | 0.1610 |
| Agregado fino | 2664 | 0.2958 | 0.2908 | 0.2908 | 0.2908 |
| A.R.C | 2064 | 0.0000 | 0.0966 | 0.1288 | 0.1610 |
| Volumen de pasta | | 0.3821 | 0.3871 | 0.3871 | 0.3871 |
| Volumen de agregados | | 0.6179 | 0.6129 | 0.6129 | 0.6129 |

Fuente: Propio del alumno

Tabla 23: Propiedades Físicas de los Agregados

| | HUMEDAD | ABSORCIÓN | MÓD. FINEZA | P.U.S | P.U.C | TMN |
|-------|---------|-----------|----------------|-------|-------|--------|
| A.G | 0.8% | 1.1% | 6.29 | 1444 | 1585 | 1/2 in |
| A.F | 1.4% | 1.9% | 2.99 | 1550 | 1758 | |
| A.R.C | 1.6% | 5.8% | 6.64 | 1012 | 1172 | 3/4 in |

Fuente: Elaboración propia

El M.F es 2.99 la T.M.N 12.5 mm interpolando, resultando el volumen agregado grueso seco compactado de 0,53 m³. El peso agregado grueso seco es 842 kg se calculó con la ecuación N°19 además la sustitución del agregado grueso total es 52.1%, con esto calculamos los pesos del agregado grueso con sus respectivos porcentajes 36.8 %,31.5 % y 26.3% se calcula con la ecuación N°20, El peso del agregado grueso seco es 589.1 kg se calcula ecuación N°21 , El volumen absoluto del agregado grueso es 0.3221 m³ se calcula con la ecuación N° 22, Volumen absoluto total de agregados es 0.6179 m³ se calcula con la ecuación N°23, el volumen absoluto A.G.R al 30% es 0.0966m³ se calcula con la ecuación N° 24.

PROPORCION DE AGREGADOS SECOS

Tabla 24: Proporción de agregados secos

| DISEÑOS DE CONCRETO | | | | |
|---------------------|-------|--------|-------------------------|----------|
| DPM-0% | A.R.C | 0.00% | ≈ 0.0000 m ³ | ≈ 0 kg |
| | A.F | 47.90% | ≈ 0.2958 m ³ | ≈ 788 kg |
| | A.G | 52.10% | ≈ 0.3221 m ³ | ≈ 842 kg |
| DRC+CCA-30% | A.R.C | 36.80% | ≈ 0.0966m ³ | ≈ 199 kg |
| | A.F | 47.40% | ≈ 0.2908 m ³ | ≈ 775 kg |
| | A.G | 15.70% | ≈ 0.2255 m ³ | ≈ 589 kg |
| DRC+CCA-40% | A.R.C | 21.00% | ≈ 0.1288 m ³ | ≈ 266 kg |
| | A.F | 47.40% | ≈ 0.2908 m ³ | ≈ 775 kg |
| | A.G | 31.50% | ≈ 0.1933 m ³ | ≈ 505 kg |
| DRC+CCA-50% | A.R.C | 26.30% | ≈ 0.1610 m ³ | ≈ 332 kg |
| | A.F | 47.40% | ≈ 0.2908 m ³ | ≈ 775 kg |

| | | | | |
|--|-----|--------|-------------------------|----------|
| | A.G | 26.30% | ≈ 0.1610 m ³ | ≈ 421 kg |
|--|-----|--------|-------------------------|----------|

Fuente: Elaboración propia

El Volumen general es 0.6179m³, el % de A.G es 52.1% se realiza con la formula N° 25, El peso del A.G reciclado seco es 199 kg se calculó con la formula N°26.

PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS-CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Tabla 25: Peso húmedo de los agregados-corrección por humedad

| Agregados | DPM-0% | DRC+CCA- 30% | DRC+CCA- 40% | DRC+CCA- 50% |
|-----------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| A.G | 848 kg | 594 kg | 509 kg | 424 kg |
| A.R.C | 0 kg | 203 kg | 270 kg | 338 kg |
| A.F | 799 kg | 786 kg | 786 kg | 786 kg |

Fuente: propio del alumno

El peso húmedo del A.G es 848 kg, el A.R.C es 0kg, A.F es 799 kg se realizó con las formulas N°27, 28 y 29

AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Tabla 26: Agua efectiva corregida por humedad y absorción

| Volumen corregido | DPM-0% | DRC+CCA- 30% | DRC+CCA- 40% | DRC+CCA- 50% |
|-------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Agua | 234 L | 242 L | 245 L | 247 L |

Fuente: propio del alumno

El resultado del volumen de agua en 234, 242, 245 y 247 L se calculó con las formulas N°30, N°31.

PROPORCIÓN DE VOLUMEN EN OBRA

Tabla 27: Proporción de volumen en obra

| DISEÑO | CEM | AF | A.G | A.R.C | AGUA |
|-------------|-----|-------|-------|-------|----------|
| DPM-0% | 1 | : 1.9 | : 2.2 | : 0.0 | : 24.7 L |
| DRC+CCA-30% | 1 | : 1.9 | : 1.5 | : 0.7 | : 25.5 L |
| DRC+CCA-40% | 1 | : 1.9 | : 1.3 | : 0.9 | : 25.8 L |
| DRC+CCA-50% | 1 | : 1.9 | : 1.1 | : 1.2 | : 26.1 L |

Fuente: propio del alumno

La proporción de agua es 24.7 L, del Cemento es 1, A.G es 2.2, A.G.C es 0, A.F es 1.9 se calculó con las formulas N°32, N°33, N°34, N°35, N°36.

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO.

Tabla 28: Diseño de mezcla del concreto convencional, con concreto cerámico y ceniza de arroz para 1 metro cubico

| DISEÑO | PESO-DPM-0% | | PESO-DRC+ CCA-30% | | PESO-DRC+ CCA-40% | | PESO-DRC+ CCA-50% | |
|----------------------------|-------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
| | Seco | Húmedo | Seco | Húmedo | Seco | Húmedo | Seco | Húmedo |
| Cemento Tipo I (kg) | 403 | 403 | 362.6 | 362.6 | 362.6 | 362.6 | 362.6 | 362.6 |
| Agua(L) | 228 | 234 | 228 | 242 | 228 | 245 | 228 | 247 |
| Ceniza de cascara de arroz | ... | ... | 40.3 | 40.3 k | 40.3 | 40.3 | 40.3 | 40.3 |
| A.G (kg) | 842 | 848 | 589 | 594 | 505 | 509 | 421 | 424 |
| A. R.C(kg) | 0 | 0 | 199 | 199 | 266 | 266 | 332 | 332 |
| Agregado fino (kg) | 788 | 799 | 775 | 786 | 755 | 786 | 775 | 786 |
| P.U.T (kg) | 2285 kg | | 2224 | | 2208 | | 2192 | |

Fuente: propio del alumno

Se le integrado los pesos húmedos de cerámica de 199, 266 y 332 kg por 1m³ a nuestro diseño.

TANDA DE PRUEBA MÍNIMA PARA DIFERENTES DISEÑOS DE CONCRETO

Tabla 29: Tanda de prueba mínima de Peso húmedo por volumen de concreto

| COMPONENTE | DPM-0% | DRC+CCA- 30% | DRC+CCA- 40% | DRC+CCA- 50% |
|--------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Volumen de concreto (m3) | 0.049 | 0.049 | 0.049 | 0.049 |
| Cemento sol tipo 1(kg) | 19.7 | 17.7 | 17.769 | 17.769 |
| Ceniza de arroz | 0 | 1.974 | 1.974 | 1.974 |
| Agua (L) | 11.489 | 11.859 | 11.983 | 12.108 |
| Agregado grueso (kg) | 41.57 | 29.099 | 24.942 | 20.785 |

| | | | | |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| A.R.C (kg) | 0 | 9.77 | 13.03 | 16.29 |
| Agregado fino (kg) | 39.148 | 38.494 | 38.494 | 38.494 |
| Slump obtenido(Pulg) | 5 1/2" | 4 3/4" | 4 1/4" | 3 3/4" |

Fuente: propio del alumno

Asentamiento- Slump-Revenimiento

Se obtiene en la mezcla del mortero patrón es 5 1/2, 4 3/4 ,4 1/4, 3 3/4". Se encuentra en el parámetro tolerable que indica en el modelo ASTM C94 en diferentes diseños conforme a la tabla 2.

4.3 Evaluación del Ensayo de resistencia a la compresión

se analizó la resistencia a compresión de 4 diseños del mortero (0%,30%, 40% y 50%) en distintos tiempos de curado 07, 14, 21 y 28 días, considerando 48 especímenes, se calculó con la formula N°37, en la tabla 30.

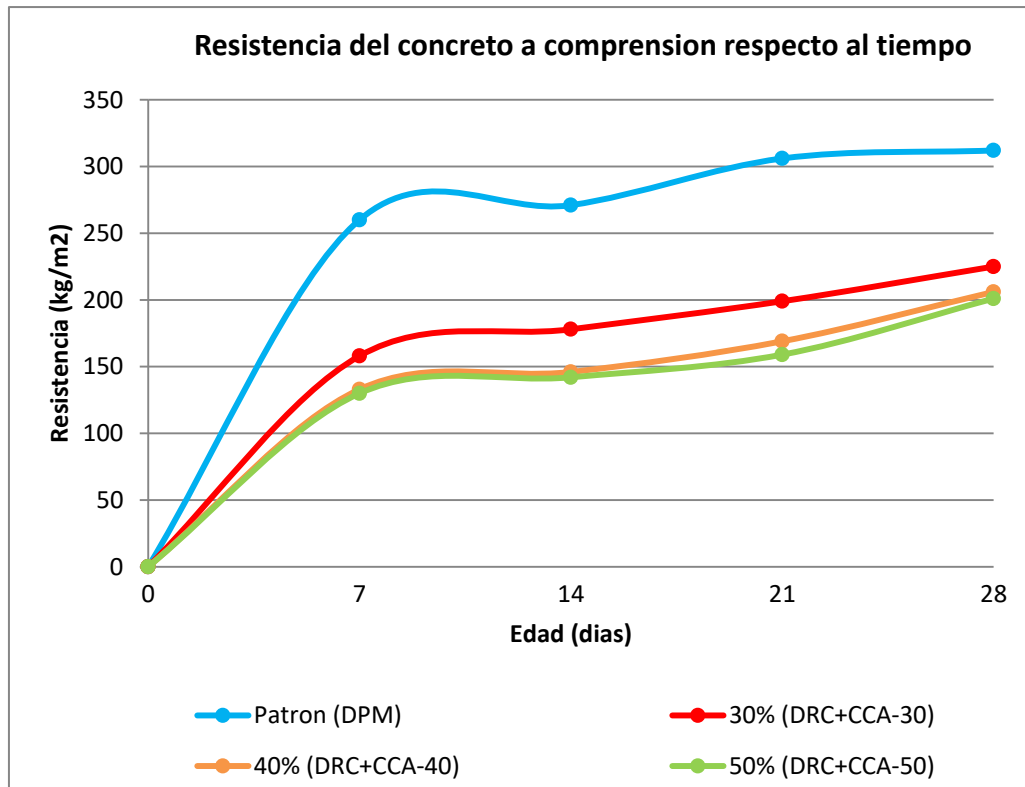
Tabla 30: Resistencia a la compresión de los diferentes diseños de concreto

| | Diseño | | | Compresion | | | | Promedio f'c (kg/cm2) |
|----|-------------|---------------|------|----------------|------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Descripcion | % Ceramica | %CCA | EDAD (DIAS) | Diametro (cm) | Fuerza maxima(Kg) | Resistencia f'c (kg/cm2) | |
| 1 | DPM | 0 | 0 | 7 | 10.13 | 20793.59 | 258 | 260.00 |
| 2 | DPM | 0 | 0 | | 10.05 | 20625.11 | 260 | |
| 3 | DPM | 0 | 0 | | 10.08 | 20908.04 | 262 | |
| 4 | DPM | 0 | 0 | 14 | 10.02 | 21527.27 | 273 | 271.33 |
| 5 | DPM | 0 | 0 | | 10.11 | 21835.45 | 272 | |
| 6 | DPM | 0 | 0 | | 10.15 | 21765.83 | 269 | |
| 7 | DPM | 0 | 0 | 21 | 10.16 | 24484.16 | 302 | 306.33 |
| 8 | DPM | 0 | 0 | | 10.10 | 24676.55 | 308 | |
| 9 | DPM | 0 | 0 | | 10.05 | 24512.16 | 309 | |
| 10 | DPM | 0 | 0 | 28 | 10.03 | 24651.73 | 312 | 312.33 |
| 11 | DPM | 0 | 0 | | 10.09 | 25187.43 | 315 | |
| 12 | DPM | 0 | 0 | | 10.16 | 25132.75 | 310 | |
| 1 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | 7 | 10.01 | 12638.16 | 159 | 158.00 |
| 2 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | | 10.04 | 12350.45 | 156 | |
| 3 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | | 10.13 | 12814.65 | 159 | |
| 4 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | 14 | 10.06 | 14068.90 | 177 | 178.00 |
| 5 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | | 10.04 | 14092.18 | 178 | |
| 6 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | | 10.10 | 14341.24 | 179 | |
| 7 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | 21 | 10.18 | 16197.18 | 199 | 199.00 |
| 8 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | | 10.02 | 15770.89 | 200 | |
| 9 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | | 10.22 | 16242.69 | 198 | |
| 10 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | 28 | 10.03 | 17777.69 | 225 | 225.00 |
| 11 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | | 10.15 | 18124.71 | 224 | |
| 12 | DCR+CCA-30 | 30 | 10 | | 10.13 | 18214.54 | 226 | |
| 1 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | 7 | 10.06 | 10730.52 | 135 | 133.00 |
| 2 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | | 10.18 | 10906.65 | 134 | |
| 3 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | | 10.13 | 10477.39 | 130 | |

| | | | | | | | | |
|----|------------|----|----|----|-------|----------|-----|--------|
| 4 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | 14 | 10.08 | 11571.24 | 145 | 146.00 |
| 5 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | | 10.06 | 11604.85 | 146 | |
| 6 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | | 10.11 | 11800.78 | 147 | |
| 7 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | 21 | 10.07 | 13539.38 | 170 | 169.00 |
| 8 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | | 10.04 | 13379.66 | 169 | |
| 9 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | | 10.14 | 13566.76 | 168 | |
| 10 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | 28 | 10.13 | 16763.83 | 208 | 206.33 |
| 11 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | | 10.08 | 16359.34 | 205 | |
| 12 | DCR+CCA-40 | 40 | 10 | | 10.06 | 16373.97 | 206 | |
| 1 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | 7 | 10.11 | 10275.51 | 128 | 129.67 |
| 2 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | | 10.18 | 10581.08 | 130 | |
| 3 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | | 10.19 | 10683.43 | 131 | |
| 4 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | 14 | 10.21 | 11462.26 | 140 | 141.67 |
| 5 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | | 10.22 | 11566.76 | 141 | |
| 6 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | | 10.18 | 11720.58 | 144 | |
| 7 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | 21 | 10.09 | 12793.61 | 160 | 159.00 |
| 8 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | | 10.04 | 12587.96 | 159 | |
| 9 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | | 10.1 | 12583.66 | 158 | |
| 10 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | 28 | 10.09 | 15992.02 | 200 | 201.33 |
| 11 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | | 10.11 | 16135.75 | 201 | |
| 12 | DCR+CCA-50 | 50 | 10 | | 10.16 | 16457.90 | 203 | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Curva de resistencia a la compresión de los diferentes diseños del concreto con respecto al tiempo, por Meza, 2021



Se analiza en la figura una conducta elevada del concreto patrón, pero los otros 3 diseños son inferiores, sin embargo, se consigue mayor resistencia a los 30% a los 28 días con una resistencia a la compresión de 225 kg/cm².

Resistencia a la compresión con el Modelo de segundo orden

$$y_m := 256.553 + 0.303 \cdot x_1 - 467.991 \cdot x_2 + 0.071 \cdot x_1^2 + 362.429 \cdot x_2^2 + 1.343 \cdot x_1 \cdot x_2$$

La gráfica del modelo se representa en tres dimensiones, similar lo mostrado en la Figura 9,11.

Tabla 31: Modelo de 2do Orden a la resistencia a la compresión

| % Residuo de Ceramica | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | | | | |
|-----------------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Patron (DPM) | 0 | 262 | 275 | 294 | 321 |
| 30% (DRC+CCA-30) | 0 | 157 | 173 | 195 | 224 |
| 40% (DRC+CCA-40) | 0 | 137 | 153 | 176 | 207 |
| 50% (DRC+CCA-50) | 0 | 123 | 141 | 165 | 196 |

Fuente: propio del alumno

Figura 9: Modelo segundo orden de la resistencia a la compresión en función al tiempo, por Meza, 2021

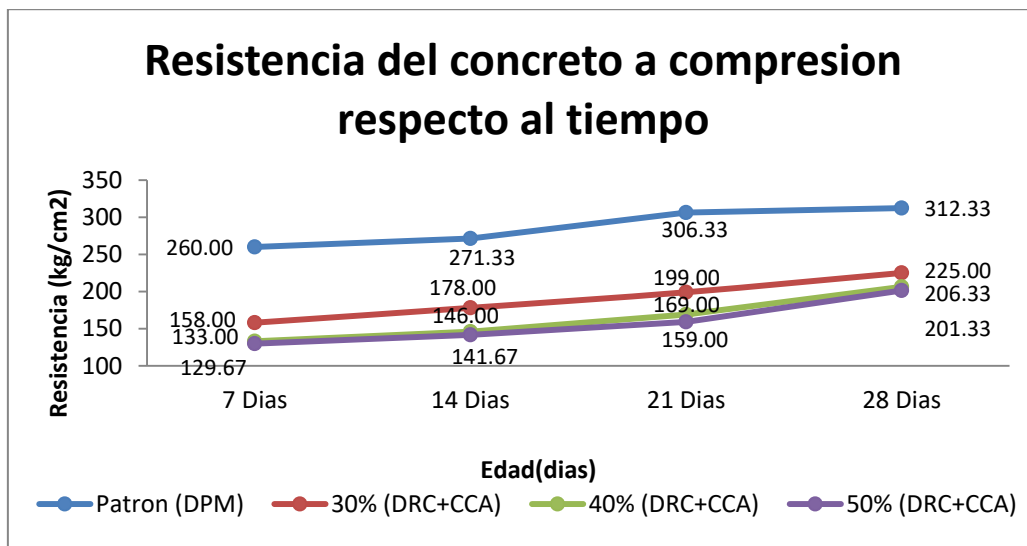
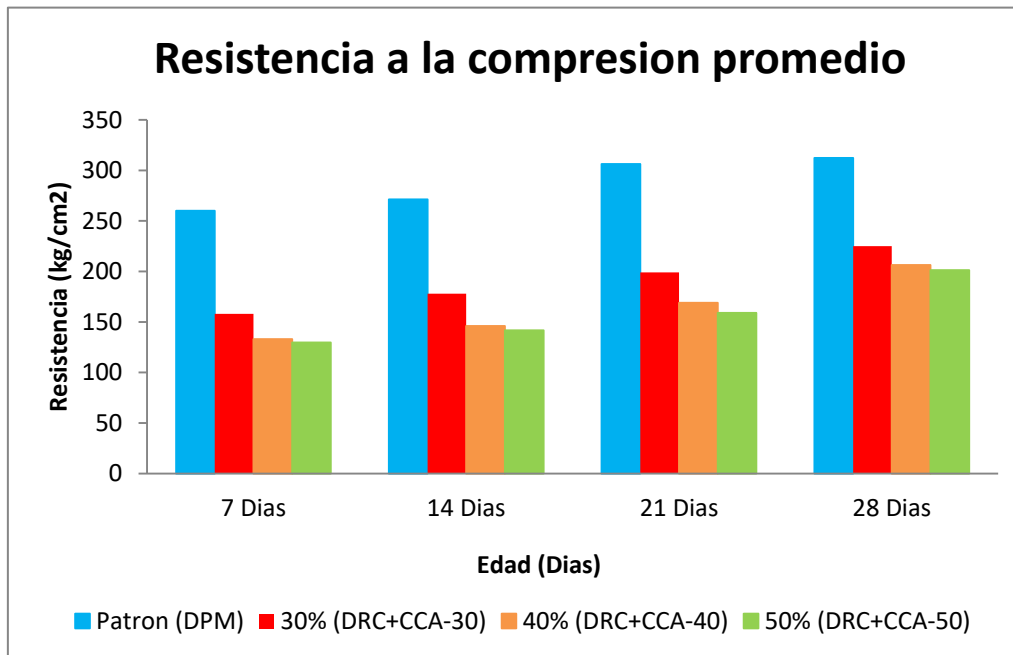


Tabla 32: Resistencia a la compresión de los diferentes porcentajes de reemplazo de agregado grueso reciclado cerámico

| % reemplazo de A.R.C | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | | | |
|----------------------|---|---------|---------|---------|
| | 7 Dias | 14 Dias | 21 Dias | 28 Dias |
| Patron (DPM) | 260.00 | 271.33 | 306.33 | 312.33 |
| 30% (DRC+CCA-30) | 158.00 | 178.00 | 199.00 | 225.00 |
| 40% (DRC+CCA-40) | 133.00 | 146.00 | 169.00 | 206.33 |
| 50% (DRC+CCA-50) | 129.67 | 141.67 | 159.00 | 201.33 |

Fuente propia del alumno

Figura 10: Resistencia a la compresión promedio de los diferentes porcentajes de residuo cerámica por H Meza, 2021



De tal forma la imagen se muestra, que a la cantidad que se va integrando el residuo porcelanato su fuerza aumenta a los 28 días, según la norma debe estar al 99% del diseño (210 kg/cm^2), según tabla 30, 32, a la edad de 28 días se presentaron enormes resultados al concreto patrón de 312 kg/cm^2 promedio, siendo el 149%, en cuanto al 30% se obtiene 225 kg/cm^2 en promedio llegando al 107 %. De igual forma al 40% de sustitución llega a 206 kg/cm^2 siendo en promedio al 98 %. El concreto con 50% alcanza a 201 kg/cm^2 en promedio. Obteniendo 96% se incrementó al máximo que cumple la resistencia requerida según estándar. Ver figura 8, 10.

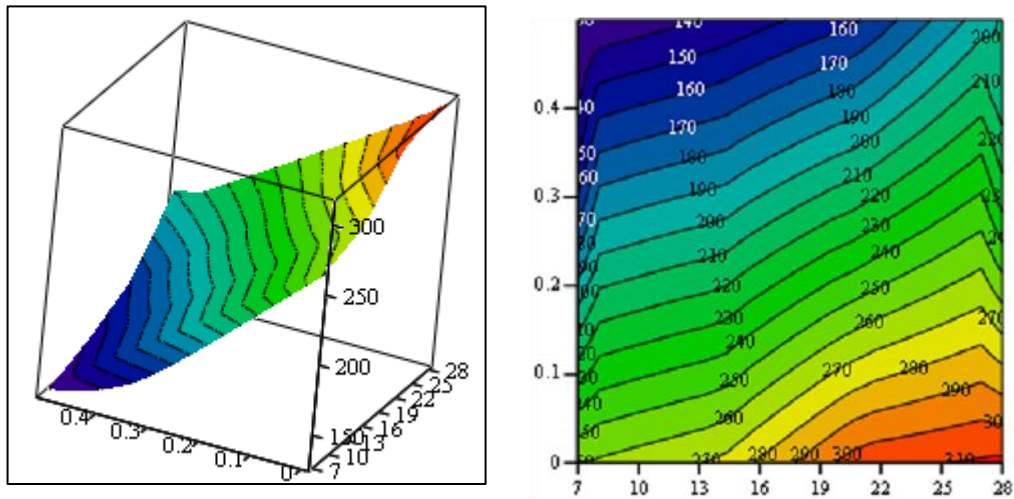
Hipótesis:

En la hipótesis general podemos decir, añadiendo cerámica y ceniza de arroz en la combinación del mortero, influye positivamente en las propiedades mecánicas.

Modelo de regresión de segundo orden

Los cálculos se elaboraron con software Mathcad para acertar el modelo de segundo orden el parámetro de beta de regresión múltiple.

Figura 11: Modelo de regresión de segundo orden



(Tiempo, Diseño , Compresion)

Calculo para el análisis de varianza

Tabla 33: Prueba de ANOVA para el modelo de regresión de la resistencia a la compresión

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Media de cuadrados | F0 | F |
|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Tiempo de fraguado | 3.026×10^4 | 3 | 1.009×10^4 | 2.866×10^3 | 2.901 |
| % cerámica | 1.302×10^5 | 3 | 4.34×10^4 | 1.233×10^4 | 2.901 |

| | | | | | |
|-------------|---------------------|----|---------|--------|-------|
| Interacción | 1.282×10^3 | 9 | 142.444 | 40.456 | 2.189 |
| SS Error | 112.667 | 32 | 3.521 | | |
| SS Total | 1.619×10^5 | 47 | | | |

Fuente: propio del alumno

Tabla 34: Interpretación de la resistencia a la compresión

| F | F0 | Se aceptan las H |
|---------------------|---------------------|--|
| QF(0.95,3,32)=2.901 | 2.866×10^3 | Tiempo de fraguado perjudica a la resistencia de la compresión |
| QF(0.95,3,32)=2.901 | 1.233×10^4 | % de cerámica perjudica a la resistencia de la compresión |
| QF(0.95,9,32)=2.901 | 40.456 | |

Fuente Elaboración propia

Las hipótesis alternas y nulas:

En la integración F0 (40.456) es superior que el valor crítico de F (2.189).

Evaluación del Ensayo de resistencia a la Flexión ASTM C78

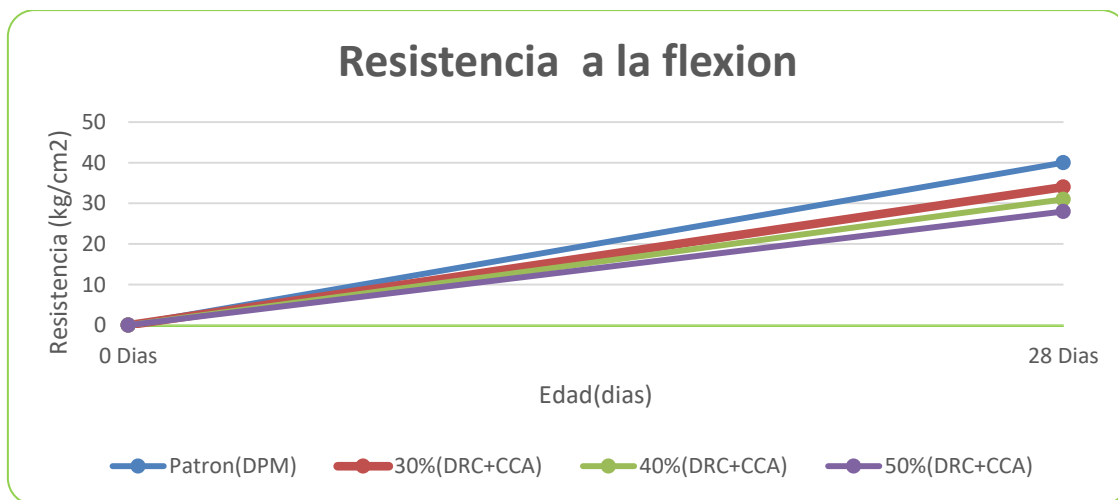
Se ejecutó los ensayos de rotura de 2 vigas (patrón, 30%, 40% y 50%) a la edad (28 días), estimando 8 muestras. Se calculó con la formula N°38,39, según tabla 35.

Tabla 35: Resistencia de la flexión de los diferentes diseños de concreto

| Diseño | | Flexion | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|----|
| Descripcion | % Ceramica | EDAD (DIAS) | Altura de la viga (cm) | Ancho viga (cm) | Carga maxima aplicada(Kg) | Modulo Rotura f'c (kg/cm2) | Promedio (kg/cm2) | |
| 1 | DPM | 0 | 28 | 15.60 | 15.50 | 3379.800 | 40.3 | 40 |
| 2 | DPM | 0 | | 15.50 | 15.40 | 3334.200 | 40.6 | |
| 3 | DRC+ CCA-30 | 30 | 28 | 15.40 | 15.00 | 2668.500 | 33.8 | 34 |
| 4 | DRC+ CCA-30 | 30 | | 15.40 | 15.00 | 2714.200 | 34.3 | |
| 5 | DRC+ CCA-40 | 40 | 28 | 15.10 | 15.00 | 2360.100 | 31.1 | 31 |
| 6 | DRC+ CCA 40 | 40 | | 15.20 | 15.00 | 2349.200 | 30.5 | |
| 7 | DRC+ CCA-50 | 50 | 28 | 15.10 | 15.00 | 2139.000 | 28.1 | 28 |
| 8 | DRC+ CCA 50 | 50 | | 15.20 | 15.00 | 2169.200 | 28.2 | |

Fuente: propia del alumno

Figura 12: Curva de resistencia a la flexión del diseño del concreto con respecto al tiempo, por H Meza, 2021



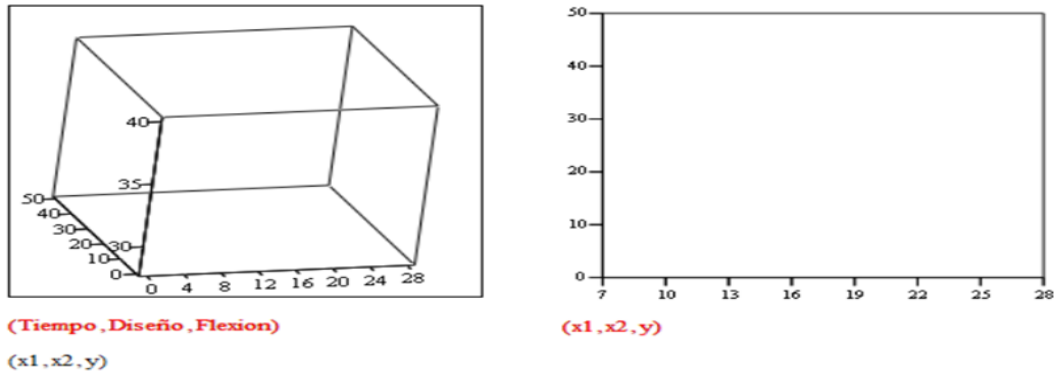
Fuente: Propio del alumno

Se analiza en la figura una conducta ascendente del diseño con relación al tiempo del diseño, pero disminuye a los 3 diseños obtenidos a los 28 días siendo 34 kg/cm2 logra el porcentaje de 16% superando al 10% según norma.

Modelo de segundo orden la Resistencia a la flexión.

$$y_1(x_1, x_2) := 2.952 \times 10^{16} - 1.137 \times 10^{15} \cdot x_1 + 64 \cdot x_2 - 1.013 \times 10^{12} \cdot x_1^2 - 192 \cdot x_2^2 - 2.174 \times 10^{-14} \cdot x_1 \cdot x_2$$

Figura 13: Contorno de superficie de respuesta dimensional de rendimiento de modelo del segundo orden a la resistencia a la flexión, por H Meza, 2021



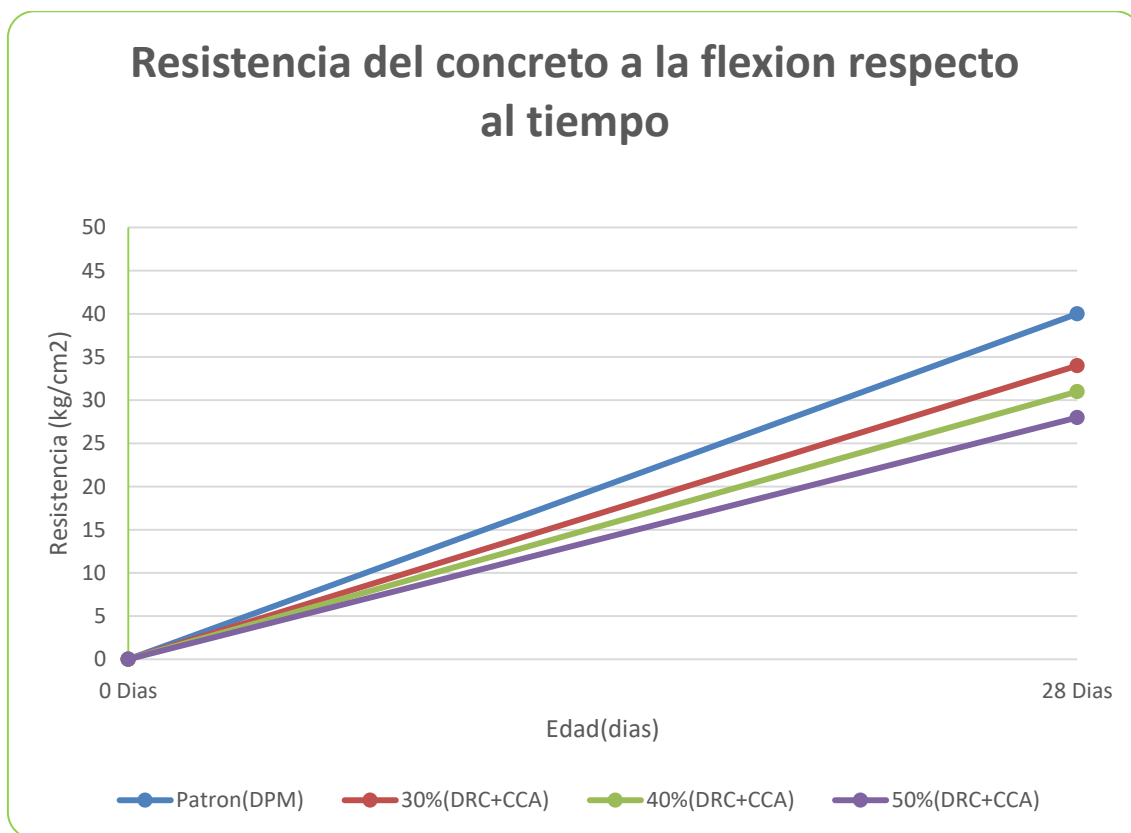
Fuente: propio del alumno

Figura 14: Modelo de 2do Orden de resistencia a la flexión

| % reemplazo de A.R.C | Resistencia a la flexión | |
|----------------------|--------------------------|---------|
| | 0 Dias | 28 Dias |
| Patron (DPM) | 0 | 40 |
| 30% (DRC+CCA) | 0 | 34 |
| 40% (DRC+CCA) | 0 | 31 |
| 50% (DRC+CCA) | 0 | 28 |

Fuente: propio del alumno

Figura 15: Modelo de segundo orden la resistencia a la flexión en función del tiempo, por H Meza, 2021.



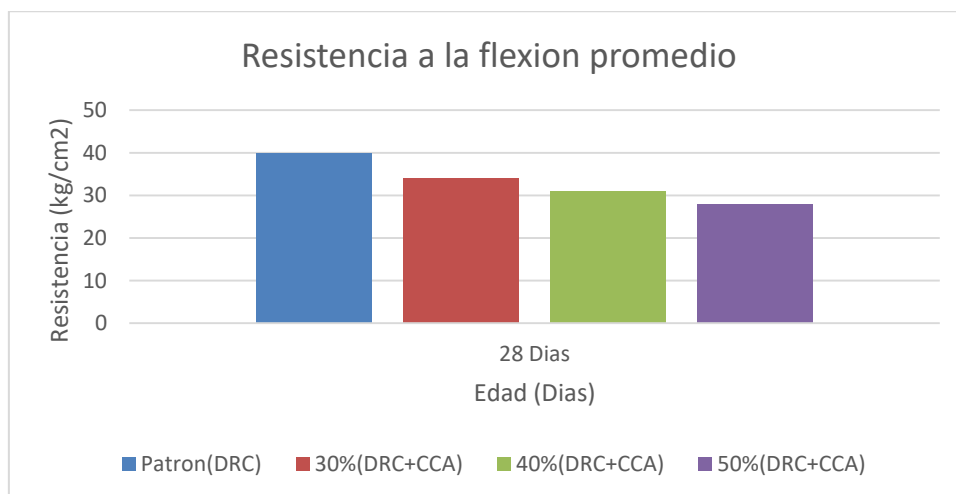
Fuente: Propio del alumno

Tabla 36: : Resistencia a la flexión de los diferentes porcentajes de reemplazo de agregado grueso reciclado cerámica

| % reemplazo de A.R.C | Resistencia (kg/cm ²) | |
|----------------------|-----------------------------------|---------|
| | 0 Días | 28 Días |
| Patrón (DPM) | 0 | 40 |
| 30%(DRC+CCA) | 0 | 34 |
| 40%(DRC+CCA) | 0 | 31 |
| 50%(DRC+CCA) | 0 | 28 |

Fuente: propio del alumno

Figura 16: Resistencia a la flexión promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de residuo cerámica por H Meza, 2021



Fuente: Propio del alumno

Según tabla 35, se observa, a medida que se va añadiendo el residuo cerámico contribuye al incremento de la resistencia a la flexión a los 28 días. a esta misma edad se muestra mayores resultados, el diseño patrón resulta de 40 kg/cm² que supera al 30% este mismo porcentaje obtiene el módulo de rotura de 34 kg/cm² en promedio a 16 %. El hormigón con 40% es de 31 kg/cm² en promedio al 15 %. La sustitución al 50 % es de 28 kg/cm² en promedio de 13 %. El porcentaje representativo es 16 % consiguiendo mejor relevancia, Ver figura 12 y 16.

Calculo de análisis de varianza (ANOVA)

Tabla 37: Prueba ANOVA para el modelo de regresión de la resistencia a la flexión

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Media de cuadrados | F0 | F |
|---------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|
| Tiempo de fraguado | 359.614 | 1 | 359.614 | 0.436 | 0.436 |
| % cerámica | 2.008 × 10 ³ | 3 | 669.333 | 0.812 | 0.812 |
| Interacción | 1.771(10) ³ | 3 | -590.333 | 0.716 | 0.716 |
| SS Error | 824.09 | 1 | 824.09 | | |

SS Total 1.421×10^3 8

Fuente: propio del alumno

Tabla 38: : Interpretación que acepta la hipótesis alternativa para resistencia a la flexión.

| F | F0 | Se aceptan las H1 |
|---------------------|-----------|---|
| QF(0.95,1,14)=7.709 | 0.436 | Tiempo de fraguado afecta a la resistencia de flexión |
| QF(0.95,3,4)= 6.591 | 0.812 | Porcentaje de cerámica afecta a la resistencia de flexión |
| QF(0.95,3,4)=6.591 | -0.716 | Efecto combinado |

Fuente: Propio del alumno

Las hipótesis nulas y alterna son:

El tiempo de curado el, % de porcelana su FO es superior al F distribución Fisher su FO es (-0.716) es menor que F crítico entonces no afecta la resistencia a flexión.

V.- DISCUSIÓN

- El concreto experimental de 30% de sustitución de Residuo Cerámica y 10 % de Ceniza de Arroz, tuvo un esfuerzo a la compresión y flexión de 225 kg/cm^2 , 34 kg/cm^2 que es a 16%, frente al mortero experimental de 40% de 206.33 kg/cm^2 , 31 kg/cm^2 que es a 15 % y por último el 50% fue de 201.33 kg/cm^2 , 28 kg/cm^2 que es a 13 % a los 28 días. en comparación con el concreto patrón 312 kg/cm^2 , 40 kg/cm^2 que es a 19 % es menor. Los cuales fueron diferentes a los obtenidos por Rodríguez (2016) que muestra el rendimiento alcanzado a los veintiocho 28 días , el hormigón patrón a una fuerza de 212.38 kg/cm^2 ; el concreto sustituyendo al 25 % una resistencia de tensión de 189.00 kg/cm^2 y el remplazo del conglomerado pétreo en 50 % por el cerámico una fuerza de 182.60 kg/cm^2 . Podemos mencionar que el rendimiento obtenido en cuanto a la flexión del patrón como los porcentajes de sustitución en diferentes concentraciones (30 %, 40, y 50 %) se encuentran dentro de los límites que soportar la compresión del 10% - 20% conforme al módulo de rotura mencionado por Portland Cement Association (2014). También se puede mencionar que el concreto es significativo para proyectos de asfalto en cuanto a la resistencia a la flexión de acuerdo a Devenny y Khalaf (1999).
- En nuestro proyecto se empleó ceniza de arroz que sustituyó un 10 % al cemento teniendo como referencia a Akeen, Mutiu (2017) cemento mezclado originado con niveles más bajos de remplazo de ceniza de arroz cumple con las especificaciones según ASTM C 618 se respeta con un reemplazo de residuo de hasta el 15% ya que es un material apropiado para su uso como puzolana más del 70%.

VI.- CONCLUSIONES

1.- De tal modo se finaliza que el diseño del hormigón, incorporando residuo cerámico en proporciones de 30%, 40% y 50% no desarrolla significativamente la resistencia a la compresión relacionando al concreto patrón. Con el diseño de 30% se logra el máximo valor promedio con 225.0 kg/cm^2 siendo 20% el incremento. Igualmente, el concreto patrón logra mayor valor con 312.3 kg/cm^2 . Por lo tanto, los porcentajes de incorporación al 30% es superior, este concreto es apto para usar en edificaciones no estructurales debido a que el porcentaje de absorción del cerámico es mayor 7.35 y piedra chancada es 0.95.

2.- En cuanto al tiempo de curado a los 28 días, se muestra mayor rendimiento en las propiedades mecánicas, se puede determinar que el patrón muestra de los ensayos de compresión y flexión se obtuvo 312 kg/cm^2 , 40 kg/cm^2 y que se encuentra dentro de los parámetros reglamentados, superando las resistencias 225 kg/cm^2 , 34 kg/cm^2 de los tres diseños de concreto de 30%, 40% y 50%. De desecho cerámico y Ceniza de arroz.

3.- Por lo tanto en la integración de 199 kg, 266 kg, 332 kg de porcelana trituradas por 1 m^3 en los distintos proporciones de reemplazo mostrados para un diseño con 30%, 40% y 50% Agregado de residuo de porcelana aumento de modo eficiente, siendo el diseño de 30% el que tuvo un mejor comportamiento.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ considerando los resultados obtenidos el diseño de sustitución al 30% no es óptimo para diseño estructural, se sugiere estudios a porcentajes menores.
- ❖ En cuanto a la ceniza de arroz se utilizó un 10 % de sustitución al cemento, se recomienda que se evalúe diferentes temperaturas calcinación y la evaluación de puzolana de estos para su mayor aporte en la resistencia.
- ❖ La aplicación del mortero reemplazando en un 30% por residuo cerámico en un diseño de mezcla efectivo para elementos no estructurales como parapetos, alfaizers, sardineles, falso piso, bancos de concreto, pavimento etc.
- ❖ Recomendamos tener consideración la relación a los % de absorción obtenidos como residuo cerámico 5.8% y Agregado Natural 1.1%, esto indica que las baldosas cerámicas son un material de alta porosidad.

REFERENCIAS

1. Nourbakhsh, M.S. M.R. Shams, M. Jahanshahi. *“Evaluación de propiedades de hormigones auto consolidables que contienen cemento de ceniza de cáscara de arroz”* Irán, (2020).
2. A.Sivakumar & V.M.sounthararajan, *“Evaluación del comportamiento de las fibras de acero en hormigones sustituidos por cenizas de cascarilla de arroz”*. India, (2015).
3. ZH Shui, R. Yu, YX Chen, P. Duan, JT Ma C, XP Wang *“Mejora de la resistencia a la carbonatación del hormigón a partir de una estructura modificada en capas dobles de hidróxido”*. China, (2018).
4. Salman Siddique, Sandeep Shrivastava, Sandeep Chaudhary. *“Evaluación de la resistencia del hormigón con agregado cerámico de porcelana fina al ataque de sulfatos”*. India, (2018).
5. Swaroop Gharde. Balasubramanian. Kandasubramanian. *“Metodologías de reciclaje mecánico y químico para plástico reforzado con fibra”*. India, 2019.
6. SALMAN S, Sandeep S, Sandeep C. *“Evaluación de la Resistencia del hormigón con agregado cerámico de porcelana fina al ataque de sulfatos”*. India, (2018).
7. Akeem A. Raheem, Mutiu A. Kareem. *“Composición química y características físicas de la ceniza de cascarilla de arroz Cemento mixto”*. Nigeria, (2017).
8. SALMAN S, Sandeep S, Sandeep C, Trilok G. *“Resistencia al impacto del hormigón que contiene agregado cerámico de porcelana fina”*. India, (2018).
9. VALENTINI P, Kazmierczak C. *“Evaluation of the adhesion of ceramic tiles applied as facade cladding”*. Brasil, (2016).
10. Bartosz Zegardło, Maciej Szela, Paweł. *“Hormigón resistente al desconchado elaborado con áridos reciclados a partir de restos de cerámica Sanitarios: efecto de la humedad y la porosidad en los procesos destructivos que ocurren en condiciones de incendio”*. Polonia, (2016).

11. J. Sathish P, Selvakumar." *Cement strength modified with rice husk*". India, (2018).
12. Rizwan Ahmad Khan, Rahul Sharma. "*Características de resistencia y durabilidad del hormigón armado con ceniza de cáscara de arroz*". India, (2018).
13. Benamar Balegh, Hamid Sellaf, Hadjmostefa. "*Effect of ceramic wasting on mechanical and geotechnical properties of treated tuff by cement*". Angelia, (2020).
14. ki.Bong, Seung Jun Kwin. "*Análisis de los efectos de la ceniza de arroz sobre la hidratación de materiales cementosos*". Corea, (2015).
15. MOHSEN S, Ramin K, Hosein G, Iman A. "*Evaluación experimental de residuos cerámicos como relleno en mezclas asfálticas en caliente*" Singapur, (2020).
16. J.safary, Mirzaei. "*efecto de la ceniza de arroz y la fibra macro sintética sobre las propiedades del hormigón autocompactante*". Irán, (2018).
17. Liu, Y, Ren J, Li, ZX, Gao Q., Zhao, SL." *Resistance to carbonation of reinforced concrete under load bending*". China, (2019).
18. Mehran nasiri, majid lottalian. "*uso de cenizas de cascarilla de arroz para la estabilización de materiales de subbase en proyectos de construcción y reparación de caminos forestales*". África, (2019).
19. Zhenqiang Han, Aimin Sha, Zheng Tong." *Estudio sobre el contenido óptimo de ceniza de cascarilla de arroz añadida en ligante asfáltico y su modificación con bioaceite*". China, (2016).
20. Zahra Asadi, Z.Somayeh Bakhtiari, Hakime Abbaslou. "*Synthesis characterization and evaluation of biomass biochar from agricultural residues for use in construction materials*". Iran, (2017).
21. Hasan ,Sahan Are, Ertug Aydin. "*Utilización de residuos industriales y agrícolas en hormigón de construcción*". Turquía, (2018).
22. Arunabh Pandey, Brind Kumar. "*Amplia investigación sobre la aplicación de micro-sílice y arroz ceniza de paja en pavimento rígido*". India ,2020.

23. Lingling Hu, Zhen He, Shipeng Zhang. *“Uso sostenible de cenizas de cascarilla de arroz en materiales a base de cemento: medioambiental”*. China, (2020).
24. Guoyang Lúa, Zepeng Fanb, Zengqing Sund, Pengfei Liub, Zhen Lengd, Dawei Wanga, Markus Oeserb. *“Mejora de la resistencia al pulido del mortero de cemento mediante el uso de cerámica reciclada”* China, (2020).
25. Pablo Cardoso Jacoby a, Fernando Pelisser. *“Efecto puzolánico de residuos de pulido de porcelana en cemento Portland”*. Brasil, (2020).
26. Rodríguez Castro Reiner Adolfo. *Resistencia de un concreto con sustitución del agregado pétreo en 25% y 50% por material cerámico reciclado*. Perú (2016)
27. SALMAN, Siddique. SANDEEP, Shrivastava. SANDEZ, Chaudhary. TRILOK, Gupta. *Evaluó las Propiedades de resistencia y/o al impacto del concreto que incluye agregado cerámico de porcelana fina al ataque del sulfato*. India (2018).
28. Castillo Milla Jesús. *El esfuerzo de tensión del concreto contando con el agregado natural en un 50% y 75% por residuos de baldosas cerámicas para una ingeniería de mezclas $f'c=210\text{kg/cm}^2$* Perú (2018).
29. Devenny, A., & Khalaf, F. M. (1999). Uso de ladrillo triturado como agregado grueso en hormigón. *Masonry International*, 12(3), 81-84.
30. Masías Mogollón Kimberly. *Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso*. Perú (2018)

ANEXOS

ANEXO 1: Declaratoria de autenticidad (autores)



Vicerrectorado de
Investigación

ANEXO 1

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR (E/S)

Yo Meza Espinoza Hamilton, alumno(s) de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Filial Lima este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado "Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cascara de arroz", son:

1. De mi autoría.
2. El presente Trabajo de Investigación / Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Investigación / Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación / Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

10/12/2021

.....
Meza Espinoza Hamilton

DNI: 41763960


ANEXO 2: Declaratoria de autenticidad (asesor)

ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables

| Variable Dependiente | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensión | Indicador | Escala de medición |
|-----------------------|---|--|--|------------------------|--------------------|
| Propiedades Mecánicas | Son fundamental en exigencias para su apropiado funcionamiento de un concreto. Son los que describen la resistencia máxima la cual aguanta un material bajo una sobrecarga de comprensión". (Juárez E. 2015). | La resistencia a la comprensión: indica el ensayo es proponer a una resistencia máxima de la probeta esto se debe a las cualidades para establecer este parámetro. | Concreto Formulado con propiedades mecánicas | Carga máxima soportada | Nominal |
| | | La resistencia a la flexión es decretar el modelo de quiebre, el esfuerzo a la presión, la grieta de la demostración, la viga quedara con rotura en tres tercios a razón de la acción aprovechada. La probabilidad de soportar la comprensión esta en 10% - 20%. | | Deformación | |
| | | Módulo de rotura | | | |

| Variable Independiente | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensión | Indicador | Escala de medición |
|--|---|--|-------------------------|---------------------------|--------------------|
| Concreto con residuo cerámico y ceniza de cascara de arroz | Es el método de los conocimientos de la ciencia sobre sus elementos y la interacción entre ellos, para conseguir un diseño concreto fructífero que complace de manera más eficiente los requerimientos del proyecto constructivo (Pasquel, 1998). | Es aprovechado como material de estudio para la preparación del concreto; de manera confirma su utilidad como reemplazo agregado grueso. | Características físicas | Densidad relativa | Nominal |
| | | | | Absorción | |
| Gravedad específica | | | | | |
| Peso unitario y compactado | | | | | |
| Granulometría | | | | | |
| | | | Dosificación | Sustitución en porcentaje | Nominal |

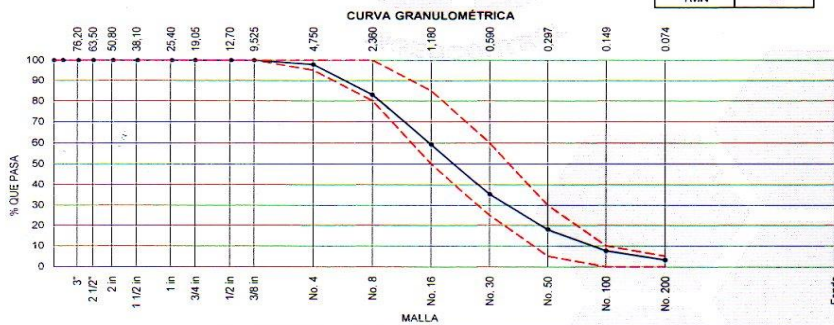
ANEXO 4: Instrumento de recolección de datos

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-03 |
| | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 07-05-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|
| Proyecto | : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz | Registro N°: | L21-058-03 |
| Solicitante | : Hamilton Meza Espinoza | Muestreado por : | Solicitante |
| Cliente | : Hamilton Meza Espinoza | Ensayado por : | R. Leyva |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | Fecha de Ensayo : | 9/09/2021 |
| Material | : Agregado Fino | Turno : | Diurno |
| Código de Muestra | : --- | | |
| Procedencia | : --- | | |
| N° de Muestra | : --- | | |
| Progresiva | : --- | | |

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # ARENA GRUESA

| ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro | | Peso Retenido g | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que Pasa | ESPECIFICACIÓN | |
|--|-----------|--------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------|
| Nombre | mm | | | | | Mínimo | Máximo |
| 4 in' | 100.00 mm | | | | | | |
| 3 1/2 in | 90.00 mm | | | | | | |
| 3 in | 75.00 mm | | | | | | |
| 2 1/2 in | 63.00 mm | | | | | | |
| 2 in | 50.00 mm | | | | | | |
| 1 1/2 in | 37.50 mm | | | | | | |
| 1 in | 25.00 mm | | | | | | |
| 3/4 in | 19.00 mm | | | | | | |
| 1/2 in | 12.50 mm | | | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/8 in | 9.50 mm | | | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| No. 4 | 4.75 mm | 10.6 | 2.19 | 2.19 | 97.81 | 95.00 | 100.00 |
| No. 8 | 2.36 mm | 71.6 | 14.86 | 17.05 | 82.95 | 80.00 | 100.00 |
| No. 16 | 1.18 mm | 114.2 | 23.72 | 40.77 | 59.23 | 50.00 | 85.00 |
| No. 30 | 600 µm | 115.1 | 23.90 | 64.67 | 35.33 | 25.00 | 80.00 |
| No. 50 | 300 µm | 83.9 | 17.41 | 82.08 | 17.92 | 5.00 | 30.00 |
| No. 100 | 150 µm | 49.6 | 10.30 | 92.38 | 7.62 | 0.00 | 10.00 |
| No. 200 | 75 µm | 21.4 | 4.44 | 96.82 | 3.18 | 0.00 | 5.00 |
| < No. 200 | < No. 200 | 15.3 | 3.18 | 100.00 | 0.00 | - | - |
| | | | | | | MF | 2.99 |
| | | | | | | TMN | -- |



| | | |
|--|--|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | INGEOCONTROL SAC | AUTORIZADO POR |
| | REVISADO POR Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico |



INFORME

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C136

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-63 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 07-05-2018 |
| Página | 1 de 1 |

Proyecto : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz Registro N°: L21-058-02

Solicitante : Hamilton Meza Espinoza Muestreado por : Solicitante

Cliente : Hamilton Meza Espinoza Ensayado por : R. Leyva

Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo : 9/09/2021

Material : Agregado Grueso Turno : Diurno

Código de Muestra : ---

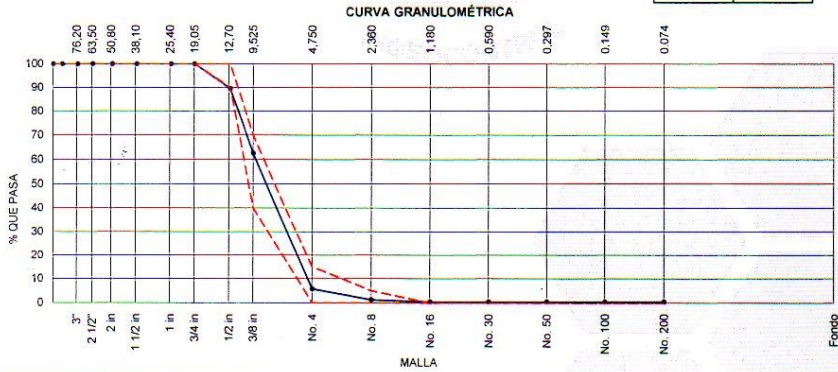
Procedencia : ---

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 7

| ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro | | Peso Retenido g | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que Pasa | ESPECIFICACIÓN | |
|--|-----------|--------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------|
| Nombre | mm | | | | | Mínimo | Máximo |
| 4 in' | 100.00 mm | | | | | | |
| 3 1/2 in | 90.00 mm | | | | | | |
| 3 in | 75.00 mm | | | | | | |
| 2 1/2 in | 63.00 mm | | | | | | |
| 2 in | 50.00 mm | | | | | | |
| 1 1/2 in | 37.50 mm | | | | | | |
| 1 in | 25.00 mm | | | | | 100.00 | 100.00 |
| 3/4 in | 19.00 mm | | | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1/2 in | 12.50 mm | 151.2 | 10.45 | 10.45 | 89.55 | 90.00 | 100.00 |
| 3/8 in | 9.50 mm | 390.0 | 26.94 | 37.39 | 62.61 | 40.00 | 70.00 |
| No. 4 | 4.75 mm | 823.0 | 56.86 | 94.25 | 5.75 | 0.00 | 15.00 |
| No. 8 | 2.36 mm | 65.3 | 4.51 | 98.76 | 1.24 | 0.00 | 5.00 |
| No. 16 | 1.18 mm | 12.6 | 0.87 | 99.63 | 0.37 | 0.00 | 0.00 |
| No. 30 | 600 µm | | | | | 0.00 | 0.00 |
| No. 50 | 300 µm | | | | | 0.00 | 0.00 |
| No. 100 | 150 µm | | | | | 0.00 | 0.00 |
| No. 200 | 75 µm | | | | | 0.00 | 0.00 |
| < No. 200 | < No. 200 | 5.4 | 0.37 | 100.00 | 0.00 | - | - |
| | | | | | | MF | 6.29 |
| | | | | | | TMN | 1/2 in |



| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|--|---|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>Luis A. Melgar Angeles</i></p> <p>Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p> | <p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>Arnaldo Perez Coscco</i></p> <p>Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |



INFORME

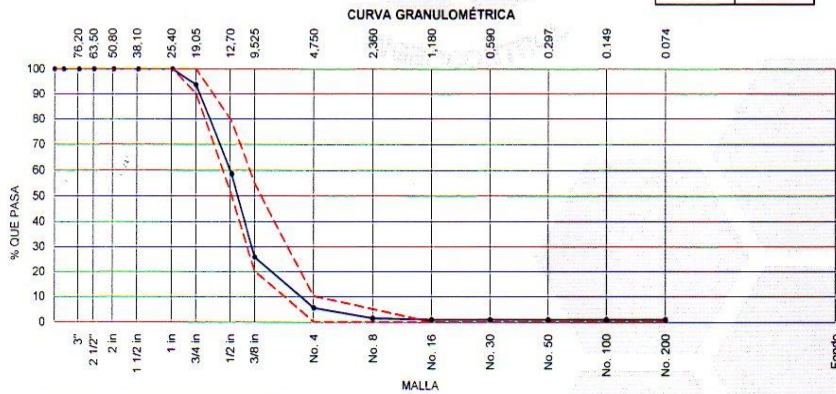
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C136

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-63 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 07-05-2018 |
| Página | 1 de 1 |


Proyecto : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz Registro N°: L21-058-04
 Solicitante : Hamilton Meza Espinoza Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Hamilton Meza Espinoza Ensayado por : R. Leyva
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo : 9/09/2021
 Material : Residuo Cerámico Turno : Diurno
 Código de Muestra : ---
 Procedencia : ---
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 67

| ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro | | Peso Retenido g | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que Pasa | ESPECIFICACIÓN | |
|--|-----------|--------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------|
| Nombre | mm | | | | | Mínimo | Máximo |
| 4 in' | 100.00 mm | | | | | | |
| 3 1/2 in | 90.00 mm | | | | | | |
| 3 in | 75.00 mm | | | | | | |
| 2 1/2 in | 63.00 mm | | | | | | |
| 2 in | 50.00 mm | | | | | | |
| 1 1/2 in | 37.50 mm | | | | | | |
| 1 in | 25.00 mm | | | | | 100.00 | 100.00 |
| 3/4 in | 19.00 mm | 89.1 | 6.40 | 6.40 | 93.60 | 90.00 | 100.00 |
| 1/2 in | 12.50 mm | 490.0 | 35.18 | 41.57 | 58.43 | 50.00 | 79.00 |
| 3/8 in | 9.50 mm | 455.6 | 32.71 | 74.28 | 25.72 | 20.00 | 55.00 |
| No. 4 | 4.75 mm | 282.4 | 20.27 | 94.55 | 5.45 | 0.00 | 10.00 |
| No. 8 | 2.36 mm | 56.3 | 4.04 | 98.60 | 1.40 | 0.00 | 5.00 |
| No. 16 | 1.18 mm | 6.8 | 0.48 | 99.08 | 0.92 | 0.00 | 0.00 |
| No. 30 | 600 µm | | | | | 0.00 | 0.00 |
| No. 50 | 300 µm | | | | | 0.00 | 0.00 |
| No. 100 | 150 µm | | | | | 0.00 | 0.00 |
| No. 200 | 75 µm | | | | | 0.00 | 0.00 |
| < No. 200 | < No. 200 | 12.8 | 0.92 | 100.00 | 0.00 | - | - |
| | | | | | | MF | 6.64 |
| | | | | | | TMN | 3/4 in |



| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|---|--|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>[Firma]</i></p> <p>Luis A. Mejgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p> | <p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>[Firma]</i></p> <p>Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |

| | | | |
|---|---|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-87 |
| | DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

Proyecto : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz Registro N°: L21-058-06
 Solicitante : Hamilton Meza Espinoza Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Hamilton Meza Espinoza Ensayado por : R. Leyva
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo : 9/09/2021
 Material : Agregado Fino Turno : Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : ---
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

| IDENTIFICACIÓN | | 1 | 2 | |
|--|----------------------------------|--------|--------|--------------|
| A | Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS) | 500.10 | 500.08 | |
| B | Masa Frasco + agua | 863.94 | 864.49 | |
| C | Masa Frasco + agua + muestra SSS | 979.54 | 980.81 | |
| D | Masa del Mat. Seco | 490.76 | 490.37 | |
| Gravedad específica OD = D/(B+A-C) | | 2.860 | 2.869 | 2.864 |
| Gravedad específica SSS = A/(B+A-C) | | 2.711 | 2.721 | 2.716 |
| Densidad relativa (Gravedad específica aparente) = D/(B+D-C) | | 2.802 | 2.817 | 2.810 |
| % Absorción = 100*((A-D)/D) | | 1.9 | 2.0 | 1.9 |

| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|---|--|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p> | <p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |



| INFORME | | Código | AE-FO-78 |
|--|--|---------|------------|
| MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15 | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|
| Proyecto | : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz | Registro N°: | L21-058-07 |
| Solicitante | : Hamilton Meza Espinoza | Muestreado por : | Solicitante |
| Cliente | : Hamilton Meza Espinoza | Ensayado por : | R. Leyva |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | Fecha de Ensayo : | 9/09/2021 |
| Material | : Residuo Cerámico | Turno : | Diurno |
| Tipo de muestra | : --- | | |
| Procedencia | : --- | | |
| N° de Muestra | : --- | | |
| Progresiva | : --- | | |

| DATOS | | A | B |
|-------|------------------------------------|---------|---------|
| 1 | Masa de la muestra sss | 1745.90 | 1741.90 |
| 2 | Masa de la muestra sss sumergida | 946.90 | 943.51 |
| 3 | Masa de la muestra secada al horno | 1650.88 | 1645.91 |

| RESULTADOS | 1 | 2 | PROMEDIO |
|--|-------|-------|--------------|
| Gravedad específica de masa | 2.066 | 2.062 | 2.064 |
| Gravedad específica SSS | 2.185 | 2.182 | 2.183 |
| Densidad relativa (Gravedad específica aparente) | 2.345 | 2.343 | 2.344 |
| Absorción (%) | 5.8 | 5.8 | 5.8 |

| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|---|---|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma: Luis A. Mélgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma: Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico |




| INFORME | | Código | AE-FO-78 |
|---|--|---------|------------|
| MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15 | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|
| Proyecto | : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz | Registro N°: | L21-058-05 |
| Solicitante | : Hamilton Meza Espinoza | Muestreado por : | Solicitante |
| Ciente | : Hamilton Meza Espinoza | Ensayado por : | R. Leyva |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | Fecha de Ensayo : | 9/09/2021 |
| Material | : Agregado grueso | Turno : | Diurno |
| Tipo de muestra | : --- | | |
| Procedencia | : --- | | |
| N° de Muestra | : --- | | |
| Progresiva | : --- | | |

| DATOS | | A | B |
|-------|------------------------------------|---------|---------|
| 1 | Masa de la muestra sss | 1856.10 | 1862.30 |
| 2 | Masa de la muestra sss sumergida | 1153.20 | 1157.30 |
| 3 | Masa de la muestra secada al horno | 1836.10 | 1842.20 |

| RESULTADOS | 1 | 2 | PROMEDIO |
|--|-------|-------|--------------|
| Gravedad específica de masa | 2.612 | 2.613 | 2.613 |
| Gravedad específica SSS | 2.641 | 2.642 | 2.641 |
| Densidad relativa (Gravedad específica aparente) | 2.689 | 2.690 | 2.689 |
| Absorción (%) | 1.1 | 1.1 | 1.1 |

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|---|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD. Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma: Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma: Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 |

| | | | |
|---|---|----------------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-101 |
| | DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|------------------------------|--|--------------------------|-------------|
| Proyecto | : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz | Registro N°: | L21-058-09 |
| Solicitante | : Hamilton Meza Espinoza | Muestreado por : | Solicitante |
| Cliente | : Hamilton Meza Espinoza | Ensayado por : | R. Leyva |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | Fecha de Ensayo : | 9/09/2021 |
| Material | : Agregado Fino | Turno : | Diurno |
| Código de Muestra | : --- | | |
| Procedencia | : --- | | |
| N° de Muestra | : --- | | |
| Progresiva | : --- | | |

PESO UNITARIO SUELTO


| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Peso de molde (kg) | 1.626 | 1.626 | |
| Volumen de molde (m3) | 0.002809 | 0.002809 | |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 5.981 | 5.981 | |
| Peso de muestra suelta (kg) | 4.355 | 4.355 | |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3) | 1550 | 1550 | 1550 |

PESO UNITARIO COMPACTADO

| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Peso de molde (kg) | 1.626 | 1.626 | |
| Volumen de molde (m3) | 0.002809 | 0.002809 | |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 6.567 | 6.561 | |
| Peso de muestra suelta (kg) | 4.941 | 4.935 | |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3) | 1759 | 1757 | 1758 |

INGEOCONTROL SAC

| | | |
|--|---|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| | Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

| | | | |
|---|---|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-101 |
| | DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

Proyecto : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz **Registro N°:** L21-058-08
Solicitante : Hamilton Meza Espinoza **Muestreado por** : Solicitante
Cliente : Hamilton Meza Espinoza **Ensayado por** : R. Leyva
Ubicación de Proyecto : Lima **Fecha de Ensayo** : 9/09/2021
Material : Agregado Grueso **Turno** : Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : ---
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

PESO UNITARIO SUELTO


| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Peso de molde (kg) | 1.626 | 1.626 | |
| Volumen de molde (m ³) | 0.002809 | 0.002809 | |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 5.679 | 5.685 | |
| Peso de muestra suelta (kg) | 4.053 | 4.059 | |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³) | 1443 | 1445 | 1444 |

PESO UNITARIO COMPACTADO

| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Peso de molde (kg) | 1.626 | 1.626 | |
| Volumen de molde (m ³) | 0.002809 | 0.002809 | |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 6.075 | 6.084 | |
| Peso de muestra suelta (kg) | 4.449 | 4.458 | |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³) | 1584 | 1587 | 1585 |

INGEOCONTROL SAC

| | | |
|---|---|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| | Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGENIOCONTROL | Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

| | | | |
|---|---|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-101 |
| | DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

Proyecto : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz **Registro N°:** L21-058-10
Solicitante : Hamilton Meza Espinoza **Muestreado por :** Solicitante
Cliente : Hamilton Meza Espinoza **Ensayado por :** R. Leyva
Ubicación de Proyecto : Lima **Fecha de Ensayo :** 9/09/2021
Material : Residuo Cerámico **Turno :** Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : ---
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---


PESO UNITARIO SUELTO

| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|
| Peso de molde (kg) | 1.626 | 1.626 | |
| Volumen de molde (m3) | 0.002809 | 0.002809 | |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 4.467 | 4.471 | |
| Peso de muestra suelta (kg) | 2.841 | 2.845 | |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3) | 1011 | 1013 | |

PESO UNITARIO COMPACTADO

| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|
| Peso de molde (kg) | 1.626 | 1.626 | |
| Volumen de molde (m3) | 0.002809 | 0.002809 | |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 4.917 | 4.918 | |
| Peso de muestra suelta (kg) | 3.291 | 3.292 | |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3) | 1172 | 1172 | |

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|--|---|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL </p> | <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico </p> |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-87 |
| | CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|--|-------------------|-------------|
| Proyecto | : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz | Registro N°: | L21-058-01 |
| Solicitante | : Hamilton Meza Espinoza | Muestreado por : | Solicitante |
| Cliente | : Hamilton Meza Espinoza | Ensayado por : | R. Leyva |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | Fecha de Ensayo : | 9/09/2021 |
| Material | : Agregado Fino / Agregado Grueso / Residuo Cerámico | Turno : | Diurno |

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

| ITEM | DESCRIPCION | UND. | DATOS | CANTERA |
|------|--------------------------------------|------|--------|----------|
| 1 | Masa del Recipiente | g | 146.8 | Trapiche |
| 2 | Masa del Recipiente + muestra húmeda | g | 1610.3 | |
| 3 | Masa del Recipiente + muestra seca | g | 1599.2 | |
| 4 | CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 0.8 | |


CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

| ITEM | DESCRIPCION | UND. | DATOS | CANTERA |
|------|--------------------------------------|------|-------|----------|
| 1 | Masa del Recipiente | g | 133.0 | Trapiche |
| 2 | Masa del Recipiente + muestra húmeda | g | 646.4 | |
| 3 | Masa del Recipiente + muestra seca | g | 639.6 | |
| 4 | CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 1.4 | |

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL RESIDUO CERÁMICO

| ITEM | DESCRIPCION | UND. | DATOS | CANTERA |
|------|--------------------------------------|------|--------|----------|
| 1 | Masa del Recipiente | g | 341.4 | Trapiche |
| 2 | Masa del Recipiente + muestra húmeda | g | 1784.8 | |
| 3 | Masa del Recipiente + muestra seca | g | 1762.6 | |
| 4 | CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 1.6 | |

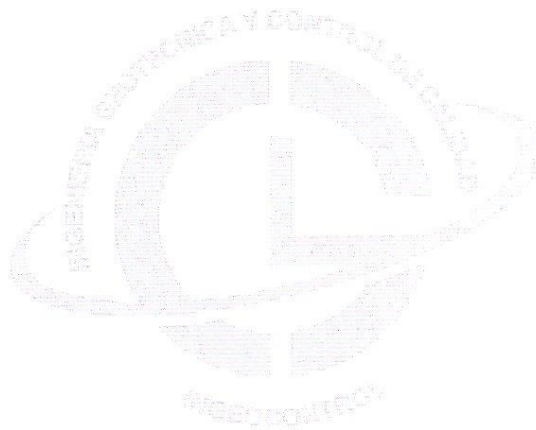
| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|---|---|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p style="text-align: center;">REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL </div> | <p style="text-align: center;">AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico </div> |

| | | | |
|---|---|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-87 |
| | PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO HIDRÁULICO ASTM C188 / NTP 334.005 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |


| | | | |
|------------------------------|--|--------------------------|--------------------|
| Proyecto | : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz | Registro N°: | L21-058-11 |
| Solicitante | : Hamilton Meza Espinoza | Muestreado por : | Solicitante |
| Cliente | : Hamilton Meza Espinoza | Ensayado por : | R. Leyva |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | Fecha de Ensayo : | 13/09/2021 |
| Material | : Ceniza de cáscara de arroz | Turno : | Diuono |

PESO ESPECÍFICO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ

| ITEM | DESCRIPCIÓN | UND. | DATOS |
|------|---|--------------|-------------|
| 1 | Masa de La cáscara de arroz utilizada | g. | 39.98 |
| 2 | Lectura inicial del frasco Le Chatelier | ml. | 0.4 |
| 3 | Lectura final del frasco Le Chatelier | ml. | 20.7 |
| 4 | Peso Específico de la cáscara de arroz utilizada | g/cm3 | 1.97 |



| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|---|---|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad</p> <p>Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p> | <p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>..... Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p> | <p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>..... Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-93 |
| | DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-09-2019 |
| | | Página | 1 de 1 |

Proyecto : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz
 Solicitante : Hamilton Meza Espinoza
 Atención : Hamilton Meza Espinoza
 Ubicación de Proyecto : Lima
 Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino
 Procedencia : ---
 Cemento : Cemento Sol

REGISTRO N°: L21-058-12
 REALIZADO POR : R. Leyva
 REVISADO POR : L. Melgar
 FECHA DE ELABORACIÓN : 13/09/2021
 Fc de diseño: 210 kg/cm²
 Asentamiento: 6" - 7"
 Código de mezcla: PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F_{cr} = 294

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 403 kg = 9.5 Bolsas x m³

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.57

6. ADITIVO
No aplica

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 228 L

7. ADICIONES
No aplica

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.5%

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

| INSUMO | PESO ESPECÍFICO | VOLUMEN ABSOLUTO | HUMEDAD | ABSORCIÓN | MÓD. FINEZA | P.U. SUELTO | P.U. COMPACTADO | TMN |
|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-------------|-------------|-----------------|------|
| Cemento Sol | 3120 kg/m ³ | 0.1291 m ³ | | | | | | |
| Agua | 1000 kg/m ³ | 0.2280 m ³ | | | | | | |
| Aire atrapado = 2.5% | --- | 0.0250 m ³ | | | | | | |
| Agregado grueso | 2613 kg/m ³ | 0.3221 m ³ | 0.8% | 1.1% | 6.29 | 1444 | 1585 | 1/2" |
| Agregado fino | 2664 kg/m ³ | 0.2958 m ³ | 1.4% | 1.9% | 2.99 | 1550 | 1758 | --- |
| Residuo cerámico | 2064 kg/m ³ | 0.0000 m ³ | 1.6% | 5.8% | 6.64 | 1012 | 1172 | 3/4" |
| Volumen de pasta | | | 0.3821 m ³ | | | | | |
| Volumen de agregados | | | 0.6179 m ³ | | | | | |

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 52.1% = 0.3221 m³ = 841.6 kg
 Agregado fino 47.9% = 0.2958 m³ = 787.9 kg
 Residuo cerámico 0.00% = 0.0000 m³ = 0.0 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

| COMPONENTE | PESO SECO | PESO HÚMEDO |
|------------------|-----------|-------------|
| Cemento Sol | 403 kg | 403 kg |
| Agua | 228 L | 234 L |
| Residuo cerámico | 0.000 kg | 0.000 kg |
| Agregado grueso | 842 kg | 848 kg |
| Agregado fino | 788 kg | 799 kg |
| | | PUT 2285 kg |

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 848 kg
 Agregado fino 799 kg
 Residuo cerámico 0 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 234 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. AGUA
 1 : 1.9 : 2.2 : 24.7 L


15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

| COMPONENTE | PESO HÚMEDO |
|------------------|-------------|
| Cemento Sol | 19.743 kg |
| Agua | 11.489L |
| Agregado grueso | 41.57 kg |
| Agregado fino | 39.148 kg |
| Residuo cerámico | 0kg |
| Slump obtenido | 5 1/2 |

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL
- Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

| INGENIOCONTROL SAC | | |
|---|--|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGENIOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGENIOCONTROL | Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

| | | | |
|---|--|------------------------|------------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-03 |
| | DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-09-2019 |
| | | Página | 1 de 1 |
| Proyecto | : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz | REGISTRO N°: | L21-058-13 |
| Solicitante | : Hamilton Meza Espinoza | REALIZADO POR : | R. Leyva |
| Atención | : Hamilton Meza Espinoza | REVISADO POR : | L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | FECHA DE ELABORACIÓN : | 13/09/2021 |
| Agregado | : Ag. Grueso / Ag. Fino | Fc de diseño: | 210 kg/cm ² |
| Procedencia | : --- | Asentamiento: | 8" - 7" |
| Cemento | : Cemento Sol | Código de mezcla: | 30% DRC + 10% CCA |

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 294
2. RELACIÓN AGUA MATERIAL CEMENTANTE
R a/c = 0.57
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 228 L
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.5%
5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIAL CEMENTANTE
Material Cementante = 403 kg = 9.5 Bolsas x m³
6. ADITIVO
No aplica
7. ADICIONES
Ceniza de cáscara de arroz al 10 % w/w de cemento

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

| INSUMO | PESO ESPECÍFICO | VOLUMEN ABSOLUTO | | | | | | |
|----------------------|------------------------|-----------------------|---------|-----------|-------------|-------------|-----------------|------|
| Material Cementante | 3005 kg/m ³ | 0.1341 m ³ | | | | | | |
| Agua | 1000 kg/m ³ | 0.2280 m ³ | | | | | | |
| Aire atrapado = 2.5% | --- | 0.0250 m ³ | HUMEDAD | ABSORCIÓN | MÓD. FINEZA | P.U. SUELTO | P.U. COMPACTADO | TMN |
| Agregado grueso | 2613 kg/m ³ | 0.2255 m ³ | 0.8% | 1.1% | 6.29 | 1444 | 1585 | 1/2" |
| Agregado fino | 2664 kg/m ³ | 0.2908 m ³ | 1.4% | 1.9% | 2.99 | 1550 | 1758 | --- |
| Residuo cerámico | 2054 kg/m ³ | 0.0966 m ³ | 1.6% | 5.8% | 6.64 | 1012 | 1172 | 3/4" |
| Volumen de pasta | | 0.3871 m ³ | | | | | | |
| Volumen de agregados | | 0.6129 m ³ | | | | | | |

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

| | | | |
|------------------|--------|-------------------------|------------|
| Agregado grueso | 36.8% | = 0.2255 m ³ | = 589.1 kg |
| Agregado fino | 47.4% | = 0.2908 m ³ | = 774.8 kg |
| Residuo cerámico | 15.77% | = 0.0966 m ³ | = 199.4 kg |

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

| | |
|------------------|--------|
| Agregado grueso | 594 kg |
| Agregado fino | 786 kg |
| Residuo cerámico | 203 kg |

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

| | |
|------|-------|
| Agua | 242 L |
|------|-------|

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

Mcm A.F. A.G. AGUA DRC
1 : 1.9 : 1.5 : 25.5 L : 0.6

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

| COMPONENTE | PESO SECO | PESO HÚMEDO |
|----------------------------|-----------|-------------|
| Cemento | 362.6 kg | 362.6 kg |
| Ceniza de cáscara de arroz | 40.3 kg | 40.3 kg |
| Agua | 228 L | 242 L |
| Residuo cerámico | 199 kg | 199 kg |
| Agregado grueso | 589 kg | 594 kg |
| Agregado fino | 775 kg | 786 kg |
| | PUT | 2224 kg |


15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA 0.049 m³

| COMPONENTE | PESO HÚMEDO |
|----------------------------|-------------|
| Cemento | 17.769 kg |
| Ceniza de cáscara de arroz | 1.874 kg |
| Agua | 11.859 L |
| Agregado grueso | 29.099 kg |
| Agregado fino | 38.494 kg |
| Residuo cerámico | 9.77 kg |
| Slump obtenido | 4 3/4 |

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGECONTROL
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

| | | |
|---|--|--|
| INGECONTROL SAC | | |
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGECONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGECONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-93 |
| | DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-09-2019 |
| | | Página | 1 de 1 |

Proyecto : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz
 Solicitante : Hamilton Meza Espinoza
 Atención : Hamilton Meza Espinoza
 Ubicación de Proyecto : Lima
 Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino
 Procedencia : ---
 Cemento : Cemento Sol

REGISTRO N°: L21-058-14
 REALIZADO POR : R. Leyva
 REVISADO POR : L. Melgar
 FECHA DE ELABORACIÓN : 13/09/2021

Fc de diseño: 210 kg/cm²
 Asentamiento: 6" - 7"
 Código de mezcla: 40% DRC + 10% CCA

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 294
2. RELACIÓN AGUA MATERIAL CEMENTANTE
R/a/c = 0.57
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 228 L
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.5%
5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIAL CEMENTANTE
Material Cementante = 403 kg = 9.5 Bolsas x m³
6. ADITIVO
No aplica
7. ADICIONES
Ceniza de cáscara de arroz al 10 % w/w de cemento

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

| INSUMO | PESO ESPECÍFICO | VOLUMEN ABSOLUTO | | | | | | | |
|----------------------|------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|--|------|
| Material Cementante | 3005 kg/m ³ | 0.1341 m ³ | | | | | | | |
| Agua | 1000 kg/m ³ | 0.2280 m ³ | | | | | | | |
| Aire atrapado = 2.5% | --- | 0.0250 m ³ | | | | | | | |
| Agregado grueso | 2613 kg/m ³ | 0.1933 m ³ | 0.8% | 1.1% | 6.29 | 1444 | 1585 | | 1/2" |
| Agregado fino | 2664 kg/m ³ | 0.2908 m ³ | 1.4% | 1.9% | 2.99 | 1550 | 1758 | | --- |
| Residuo cerámico | 2064 kg/m ³ | 0.1288 m ³ | 1.6% | 5.8% | 6.64 | 1012 | 1172 | | 3/4" |
| Volumen de pasta | | 0.3871 m ³ | | | | | | | |
| Volumen de agregados | | 0.6129 m ³ | | | | | | | |

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

| | | | |
|------------------|--------|-------------------------|------------|
| Agregado grueso | 31.5% | = 0.1933 m ³ | = 505.0 kg |
| Agregado fino | 47.4% | = 0.2908 m ³ | = 774.8 kg |
| Residuo cerámico | 21.02% | = 0.1288 m ³ | = 265.9 kg |

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

| COMPONENTE | PESO SECO | PESO HÚMEDO |
|----------------------------|-----------|-------------|
| Cemento | 362.6 kg | 362.6 kg |
| Ceniza de cáscara de arroz | 40.3 kg | 40.3 kg |
| Agua | 228 L | 245 L |
| Residuo cerámico | 266 kg | 266 kg |
| Agregado grueso | 505 kg | 509 kg |
| Agregado fino | 775 kg | 786 kg |
| PUT | | 2208 kg |

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

| | |
|------------------|--------|
| Agregado grueso | 509 kg |
| Agregado fino | 786 kg |
| Residuo cerámico | 270 kg |

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

| | |
|------|-------|
| Agua | 245 L |
|------|-------|

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

MCm A.F. A.G. AGUA DRC
 1 : 1.9 : 1.3 : 25.8 L : 0.9


15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

| COMPONENTE | PESO HÚMEDO |
|----------------------------|-------------|
| Cemento | 17.769 kg |
| Ceniza de cáscara de arroz | 1.974 kg |
| Agua | 11.983 L |
| Agregado grueso | 24.942 kg |
| Agregado fino | 38.494 kg |
| Residuo cerámico | 13.03 kg |
| Slump obtenido | 4 1/4 |

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

| INGENIOCONTROL SAC | | |
|---|---|---|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGENIOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGENIOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-93 |
| | DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-09-2019 |
| | | Página | 1 de 1 |

Proyecto : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz
 Solicitante : Hamilton Meza Espinoza
 Atención : Hamilton Meza Espinoza
 Ubicación de Proyecto : Lima
 Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino
 Procedencia : ---
 Cemento : Cemento Sol

REGISTRO N° : L21-058-16
 REALIZADO POR : R. Leyva
 REVISADO POR : L. Melgar
 FECHA DE ELABORACIÓN : 13/09/2021
 Fc de diseño: 210 kg/cm2
 Asentamiento: 6" - 7"
 Código de mezcla: 50% DRC + 10% CCA

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 294
2. RELACIÓN AGUA MATERIAL CEMENTANTE
R a/c = 0.57
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 228 L
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.5%
5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIAL CEMENTANTE
Material Cementante = 403 kg = 9.5 Bolsas x m³
6. ADITIVO
No aplica
7. ADICIONES
Ceniza de cáscara de arroz al 10 % w/w de cemento

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

| INSUMO | PESO ESPECIFICO | VOLUMEN ABSOLUTO | | | | | | | |
|----------------------|-----------------|------------------|---------|-----------|-------------|-------------|-----------------|------|--|
| Material Cementante | 3005 kg/m3 | 0.1341 m3 | | | | | | | |
| Agua | 1000 kg/m3 | 0.2280 m3 | | | | | | | |
| Aire atrapado = 2.5% | --- | 0.0250 m3 | HUMEDAD | ABSORCIÓN | MÓD. FINEZA | P.U. SUELTO | P.U. COMPACTADO | TMN | |
| Agregado grueso | 2613 kg/m3 | 0.1610 m3 | 0.8% | 1.1% | 6.29 | 1444 | 1585 | 1/2" | |
| Agregado fino | 2664 kg/m3 | 0.2908 m3 | 1.4% | 1.9% | 2.99 | 1550 | 1758 | --- | |
| Residuo cerámico | 2064 kg/m3 | 0.1610 m3 | 1.6% | 5.8% | 6.64 | 1012 | 1172 | 3/4" | |
| Volumen de pasta | | 0.3871 m3 | | | | | | | |
| Volumen de agregados | | 0.6129 m3 | | | | | | | |

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

| | | | |
|------------------|--------|-------------|------------|
| Agregado grueso | 26.3% | = 0.1610 m3 | = 420.8 kg |
| Agregado fino | 47.4% | = 0.2908 m3 | = 774.8 kg |
| Residuo cerámico | 26.28% | = 0.1610 m3 | = 332.4 kg |

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

| COMPONENTE | PESO SECO | PESO HÚMEDO |
|----------------------------|-----------|-------------|
| Cemento | 362.6 kg | 362.6 kg |
| Ceniza de cáscara de arroz | 40.3 kg | 40.3 kg |
| Agua | 228 L | 247 L |
| Residuo cerámico | 332 kg | 332 kg |
| Agregado grueso | 421 kg | 424 kg |
| Agregado fino | 775 kg | 786 kg |
| PUT | | 2192 kg |

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

| | |
|------------------|--------|
| Agregado grueso | 424 kg |
| Agregado fino | 786 kg |
| Residuo cerámico | 338 kg |

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

| | |
|------|-------|
| Agua | 247 L |
|------|-------|

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

MCM A.F. A.G. AGUA DRC
 1 : 1.9 : 1.1 : 26.1 L : 1.1

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

0.049 m3

| COMPONENTE | PESO HÚMEDO |
|----------------------------|-------------|
| Cemento | 17.769 kg |
| Ceniza de cáscara de arroz | 1.974 kg |
| Agua | 12.108 L |
| Agregado grueso | 20.785 kg |
| Agregado fino | 38.494 kg |
| Residuo cerámico | 16.29 kg |
| Slump obtenido | 3 3/4 |

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL
- Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

| INGENIOCONTROL SAC | | |
|---|--|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGENIOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGENIOCONTROL | Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |



INFORME
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-101 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2018 |
| Página | 1 de 1 |

PROYECTO : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz Registro N°: L21-058-16

CLIENTE : Hamilton Meza Espinoza Ensayado por: R. Leyva

SOLICITANTE : Hamilton Meza Espinoza Revisado por: L. Melgar

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima Turno : Diurno

FECHA DE EMISIÓN : 14/10/2021

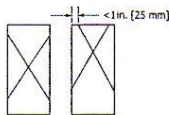
Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"

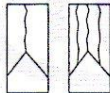
F'c de diseño : 210 kg/cm2

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

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | TIPO DE FALLA | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | FUERZA MÁXIMA (kg) | ESFUERZO | F'c | % F'c |
|----------------|------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|---------------|----------------------------|--------------------|------------|------------|--------|
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 22/09/2021 | 7 | 10.13 | 20.21 | 2 | 2.00 | 20794 | 258 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 122.9% |
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 22/09/2021 | 7 | 10.05 | 20.16 | 2 | 2.01 | 20625 | 260 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 123.8% |
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 22/09/2021 | 7 | 10.08 | 20.14 | 2 | 2.00 | 20908 | 262 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 124.8% |
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 29/09/2021 | 14 | 10.02 | 20.09 | 5 | 2.00 | 21527 | 273 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 130.0% |
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 29/09/2021 | 14 | 10.11 | 20.19 | 5 | 2.00 | 21835 | 272 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 129.5% |
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 29/09/2021 | 14 | 10.15 | 20.27 | 5 | 2.00 | 21766 | 269 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 128.1% |
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 6/10/2021 | 21 | 10.16 | 20.29 | 5 | 2.00 | 24484 | 302 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 143.8% |
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 6/10/2021 | 21 | 10.10 | 20.16 | 5 | 2.00 | 24676 | 308 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 146.7% |
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 6/10/2021 | 21 | 10.05 | 20.09 | 5 | 2.00 | 24512 | 308 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 147.1% |
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 13/10/2021 | 28 | 10.03 | 20.18 | 5 | 2.01 | 24652 | 312 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 148.6% |
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 13/10/2021 | 28 | 10.09 | 20.04 | 5 | 1.99 | 25187 | 315 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 150.0% |
| Probeta Patrón | 15/09/2021 | 13/10/2021 | 28 | 10.16 | 20.21 | 5 | 1.99 | 25133 | 310 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 147.6% |



Tipo 1
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in. (25 mm)



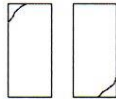
Tipo 2
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

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

| | | | | |
|---------|------|------|------|------|
| L/D: | 1.75 | 1.50 | 1.25 | 1.00 |
| Factor: | 0.99 | 0.96 | 0.93 | 0.87 |

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

Fuente: ASTM C39

| Coefficient of Variation ¹ | Acceptable Range ² of Individual Cylinder Strengths | |
|---------------------------------------|--|-------------|
| | 2 cylinders | 3 cylinders |
| 150 by 300 mm [6 by 12 in.] | | |
| Laboratory conditions | 2.4 % | 6.6 % |
| Field conditions | 2.9 % | 8.0 % |
| 100 by 200 mm [4 by 8 in.] | | |
| Laboratory conditions | 3.2 % | 9.0 % |
| Field conditions | | 10.6 % |

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por INGECONTROL
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

| INGECONTROL SAC | | |
|---|---|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGECONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma: Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGECONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma: Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico |



INFORME
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-101 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2018 |
| Página | 1 de 1 |

PROYECTO : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz Registro N°: L21-058-17

CLIENTE : Hamilton Meza Espinoza Ensayado por: R. Leyva

SOLICITANTE : Hamilton Meza Espinoza Revisado por: L. Melgar

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima Turno: Diurno

FECHA DE EMISIÓN : 14/10/2021

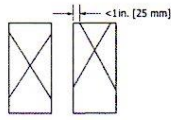
Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"

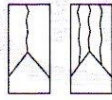
F'c de diseño : 210 kg/cm²

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

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | TIPO DE FALLA | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | FUERZA MÁXIMA (kg) | ESFUERZO | F'c | % F'c |
|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|---------------|----------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|--------|
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 22/09/2021 | 7 | 10.06 | 20 | 2 | 2.00 | 12638 | 159 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 75.7% |
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 22/09/2021 | 7 | 10.04 | 20 | 2 | 2.01 | 12350 | 156 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 74.3% |
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 22/09/2021 | 7 | 10.13 | 20 | 2 | 1.99 | 12815 | 159 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 75.7% |
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 29/09/2021 | 14 | 10.06 | 20 | 5 | 2.00 | 14069 | 177 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 84.3% |
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 29/09/2021 | 14 | 10.04 | 20 | 5 | 2.01 | 14092 | 178 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 84.8% |
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 29/09/2021 | 14 | 10.10 | 20 | 5 | 1.98 | 14341 | 179 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 85.2% |
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 6/10/2021 | 21 | 10.18 | 20.19 | 5 | 1.98 | 16197 | 199 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 94.8% |
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 6/10/2021 | 21 | 10.02 | 20.16 | 5 | 2.01 | 15771 | 200 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 95.2% |
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 6/10/2021 | 21 | 10.22 | 20.31 | 5 | 1.99 | 16243 | 198 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 94.3% |
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 13/10/2021 | 28 | 10.03 | 20.14 | 5 | 2.01 | 17778 | 225 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 107.1% |
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 13/10/2021 | 28 | 10.15 | 20.12 | 5 | 1.98 | 18125 | 224 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 106.7% |
| Probeta con 30% DRC + 10% CCA | 15/09/2021 | 13/10/2021 | 28 | 10.13 | 20.26 | 5 | 2.00 | 18214 | 226 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 107.6% |



Tipo 1
 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in. (25 mm)



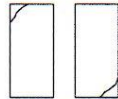
Tipo 2
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo



Tipo 3
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

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

| | | | | |
|---------|------|------|------|------|
| L/D: | 1.75 | 1.50 | 1.25 | 1.00 |
| Factor: | 0.99 | 0.96 | 0.93 | 0.87 |

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

Fuente: ASTM C39

| Coefficient of Variation ¹ | Acceptable Range ² of Individual Cylinder Strengths | |
|---------------------------------------|--|-------------|
| | 2 cylinders | 3 cylinders |
| 150 by 300 mm (6 by 12 in.) | | |
| Laboratory conditions | 2.4 % | 6.6 % |
| Field conditions | 2.9 % | 8.0 % |
| 100 by 200 mm (4 by 8 in.) | | |
| Laboratory conditions | 3.2 % | 9.0 % |

Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por INGECONTROL
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

| | | |
|---|---|---|
| INGECONTROL SAC | | |
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGECONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma: Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGECONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma: Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |



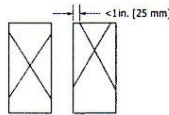
INFORME
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-101 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2018 |
| Página | 1 de 1 |

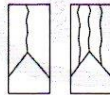
| | | | |
|-----------------------|--|---------------|------------|
| PROYECTO | : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz | Registro N°: | L21-058-18 |
| CLIENTE | : Hamilton Meza Espinoza | Ensayado por: | R. Leyva |
| SOLICITANTE | : Hamilton Meza Espinoza | Revisado por: | L. Melgar |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : Lima | Turno: | Diurno |
| FECHA DE EMISIÓN | : 14/10/2021 | | |
| Tipo de muestra | : Concreto endurecido | | |
| Presentación | : Especímenes cilíndricos 4" x 8" | | |
| F'c de diseño | : 210 kg/cm2 | | |

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

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | TIPO DE FALLA | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | FUERZA MÁXIMA (kg) | ESFUERZO | F'c | % F'c |
|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|---------------|----------------------------|--------------------|------------|------------|-------|
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 23/09/2021 | 7 | 10.06 | 20.12 | 5 | 2.00 | 10730 | 135 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 64.3% |
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 23/09/2021 | 7 | 10.18 | 20.29 | 5 | 1.99 | 10907 | 134 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 63.8% |
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 23/09/2021 | 7 | 10.13 | 20.24 | 2 | 2.00 | 10477 | 130 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 61.9% |
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 30/09/2021 | 14 | 10.08 | 20.19 | 5 | 2.00 | 11571 | 145 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 69.0% |
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 30/09/2021 | 14 | 10.06 | 20.21 | 2 | 2.01 | 11605 | 146 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 69.5% |
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 30/09/2021 | 14 | 10.11 | 20.36 | 5 | 2.01 | 11801 | 147 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 70.0% |
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 7/10/2021 | 21 | 10.07 | 20.13 | 5 | 2.00 | 13539.3 | 170 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 81.0% |
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 7/10/2021 | 21 | 10.04 | 20.16 | 5 | 2.01 | 13380.0 | 169 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 80.5% |
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 7/10/2021 | 21 | 10.14 | 20.13 | 5 | 1.99 | 13586.7 | 188 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 80.0% |
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 14/10/2021 | 28 | 10.13 | 20.19 | 5 | 1.99 | 16763.8 | 208 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 99.0% |
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 14/10/2021 | 28 | 10.08 | 20.13 | 5 | 2.00 | 16359.3 | 205 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 97.6% |
| Probeta con 40% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 14/10/2021 | 28 | 10.06 | 20.09 | 5 | 2.00 | 16373.9 | 206 kg/cm2 | 210 kg/cm2 | 98.1% |



Tipo 1
 Conos razonablemente bien formados an ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



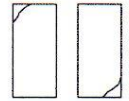
Tipo 2
 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, conos no bien definidos en el otro extremo



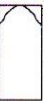
Tipo 3
 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

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

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

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

Fuente: ASTM C39

| Coefficient of Variation ^a | Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths | |
|---------------------------------------|--|-------------|
| | 2 cylinders | 3 cylinders |
| 150 by 300 mm (6 by 12 in.) | | |
| Laboratory conditions | 2.4 % | 6.6 % |
| Field conditions | 2.9 % | 8.0 % |
| 100 by 200 mm (4 by 8 in.) | | |
| Laboratory conditions | 3.2 % | 9.0 % |
| Field conditions | | 10.6 % |


Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por INGEOCONTROL
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

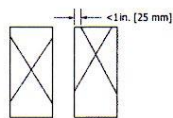
| | | |
|--|--|---|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma: Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma: Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-101 |
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

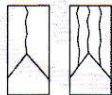
| | | | |
|-----------------------|--|----------------|------------|
| PROYECTO | : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz | Registro N°: | L21-058-19 |
| CLIENTE | : Hamilton Meza Espinoza | Ensayado por : | R. Leyva |
| SOLICITANTE | : Hamilton Meza Espinoza | Revisado por : | L. Melgar |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | : Lima | Turno : | Diurno |
| FECHA DE EMISIÓN | : 14/10/2021 | | |
| Tipo de muestra | : Concreto endurecido | | |
| Presentación | : Especímenes cilíndricos 4" x 8" | | |
| F'c de diseño | : 210 kg/cm ² | | |

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

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | TIPO DE FALLA | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | FUERZA MÁXIMA (kg) | ESFUERZO | F'c | % F'c |
|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|---------------|----------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|-------|
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 23/09/2021 | 7 | 10.11 | 20.19 | 6 | 2.00 | 10275 | 126 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 60.9% |
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 23/09/2021 | 7 | 10.18 | 20.31 | 5 | 2.00 | 10581 | 130 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 61.9% |
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 23/09/2021 | 7 | 10.19 | 20.29 | 6 | 1.99 | 10683 | 131 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 62.4% |
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 30/09/2021 | 14 | 10.21 | 20.38 | 6 | 2.00 | 11462 | 140 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 66.7% |
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 30/09/2021 | 14 | 10.22 | 20.38 | 5 | 1.99 | 11567 | 141 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 67.1% |
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 30/09/2021 | 14 | 10.18 | 20.21 | 5 | 1.99 | 11720 | 144 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 68.6% |
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 7/10/2021 | 21 | 10.09 | 20.16 | 5 | 2.00 | 12793 | 160 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 76.2% |
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 7/10/2021 | 21 | 10.04 | 20.18 | 5 | 2.01 | 12588 | 159 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 75.7% |
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 7/10/2021 | 21 | 10.07 | 20.14 | 5 | 2.00 | 12584 | 158 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 75.2% |
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 14/10/2021 | 28 | 10.09 | 20.18 | 6 | 2.00 | 15992 | 200 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 95.2% |
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 14/10/2021 | 28 | 10.11 | 20.16 | 5 | 1.99 | 16136 | 201 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 95.7% |
| Probeta con 50% DRC + 10% CCA | 16/09/2021 | 14/10/2021 | 28 | 10.16 | 20.2 | 5 | 1.99 | 16458 | 203 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 96.7% |



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in. (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo

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

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

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

Fuente: ASTM C39

| | Coefficient of Variation ¹ | Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths 2 cylinders 3 cylinders | |
|---|---------------------------------------|--|--------|
| 150 by 300 mm [6 by 12 in.] Laboratory conditions | 2.4 % | 6.6 % | 7.8 % |
| Field conditions | 2.9 % | 8.0 % | 9.5 % |
| 100 by 200 mm [4 by 8 in.] Laboratory conditions | 3.2 % | 8.0 % | 10.6 % |


Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por INGEOCONTROL
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

| | | |
|--|---|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

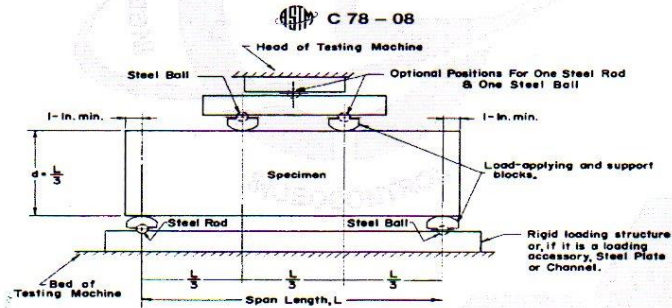
| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | FORMATO | Código | AE-FO-124 |
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|--|-----------------|------------|
| Proyecto | : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz | Registro N°: | L21-058-20 |
| Solicitante | : Hamilton Meza Espinoza | Realizado por : | R. Leyva |
| Cliente | : Hamilton Meza Espinoza | Revisado por : | L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | Turno : | Diurno |
| Fecha de Emisión | : 19/10/2021 | | |

| | |
|-----------------|--------------------------|
| Tipo de muestra | : Concreto endurecido |
| Presentación | : Viga |
| F'c de diseño | : 210 kg/cm ² |

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | ALTURA | ANCHO | FUERZA MÁXIMA (Kg) | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE (cm) | MÓDULO DE ROTURA |
|----------------|------------------|-----------------|---------|---------|---------|--------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| VIGA PATRÓN | 15/09/2021 | 13/10/2021 | 28 días | 15.6 cm | 15.5 cm | 3387 | TERCIO CENTRAL | 45 | 40.3 kg/cm ² |
| VIGA PATRÓN | 15/09/2021 | 13/10/2021 | 28 días | 15.5 cm | 15.4 cm | 3353 | TERCIO CENTRAL | 45 | 40.6 kg/cm ² |




Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

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

| | | |
|--|---|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD. Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| | Nombre y firma: | Nombre y firma: |
| |  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL |  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | FORMATO | Código | AE-FO-124 |
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

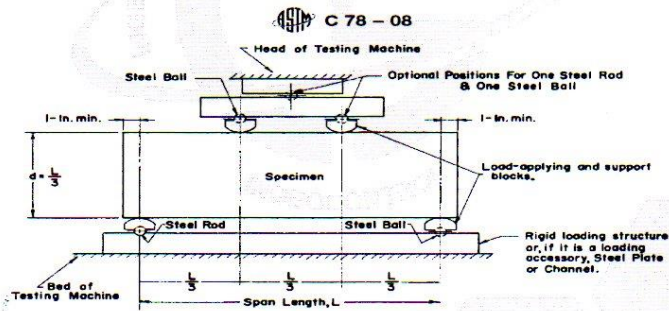
Proyecto : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz
 Solicitante : Hamilton Meza Espinoza
 Cliente : Hamilton Meza Espinoza
 Ubicación de Proyecto : Lima
 Fecha de Emisión : 19/10/2021

Registro N°: L21-058-21
 Realizado por : R. Leyva
 Revisado por : L. Melgar
 Turno : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Viga
 F'c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | ALTURA | ANCHO | FUERZA MÁXIMA (Kg) | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE (cm) | MÓDULO DE ROTURA |
|--|------------------|-----------------|---------|---------|---------|--------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| Probeta 30% de residuo de cerámico + 10% RHA | 15/09/2021 | 13/10/2021 | 28 días | 15.4 cm | 15.0 cm | 2689 | TERCIO CENTRAL | 45 | 33.8 kg/cm ² |
| Probeta 30% de residuo de cerámico + 10% RHA | 15/09/2021 | 13/10/2021 | 28 días | 15.4 cm | 15.0 cm | 2715 | TERCIO CENTRAL | 45 | 34.3 kg/cm ² |




Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

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

| | | |
|---|---|---|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

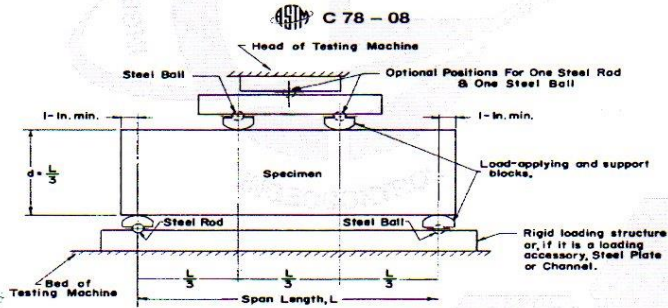
| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | FORMATO | Código | AE-FO-124 |
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|--|-----------------|------------|
| Proyecto | : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz | Registro N°: | L21-058-22 |
| Solicitante | : Hamilton Meza Espinoza | Realizado por : | R. Leyva |
| Cliente | : Hamilton Meza Espinoza | Revisado por : | L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | Turno : | Diurno |
| Fecha de Emisión | : 19/10/2021 | | |

| | |
|-----------------|-----------------------|
| Tipo de muestra | : Concreto endurecido |
| Presentación | : Viga |
| F'c de diseño | : 210 kg/cm2 |

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | ALTURA | ANCHO | FUERZA MÁXIMA (Kg) | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE (cm) | MÓDULO DE ROTURA |
|--|------------------|-----------------|---------|---------|---------|--------------------|--------------------|----------------|------------------|
| Probeta 40% de residuo de cerámico + 10% RHA | 16/09/2021 | 14/10/2021 | 28 días | 15.1 cm | 15.0 cm | 2379 | TERCIO CENTRAL | 45 | 31.1 kg/cm2 |
| Probeta 40% de residuo de cerámico + 10% RHA | 16/09/2021 | 14/10/2021 | 28 días | 15.2 cm | 15.0 cm | 2353 | TERCIO CENTRAL | 45 | 30.5 kg/cm2 |




Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

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

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|---|--|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p> | <p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | FORMATO | Código | AE-FO-124 |
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

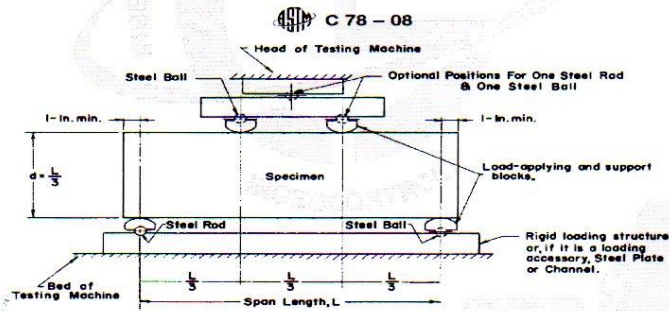
Proyecto : Evaluación de las propiedades Mecánicas del concreto con residuo cerámico y ceniza de cáscara de arroz
 Solicitante : Hamilton Meza Espinoza
 Cliente : Hamilton Meza Espinoza
 Ubicación de Proyecto : Lima
 Fecha de Emisión : 19/10/2021

Registro N°: L21-058-23
 Realizado por : R. Leyva
 Revisado por : L. Melgar
 Turno : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Viga
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | ALTURA | ANCHO | FUERZA MÁXIMA (Kg) | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE (cm) | MÓDULO DE ROTURA |
|--|------------------|-----------------|---------|---------|---------|--------------------|--------------------|----------------|------------------|
| Probeta 50% de residuo de cerámico + 10% RHA | 16/09/2021 | 14/10/2021 | 28 días | 15.1 cm | 15.0 cm | 2144 | TERCIO CENTRAL | 45 | 28.1 kg/cm2 |
| Probeta 50% de residuo de cerámico + 10% RHA | 16/09/2021 | 14/10/2021 | 28 días | 15.2 cm | 15.0 cm | 2164 | TERCIO CENTRAL | 45 | 28.2 kg/cm2 |



Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

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

| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|--|---|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

ANEXO: 5 DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LC - 047



Registro N° LC - 047

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLF
018
2021
ÁREA DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad
El Laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez

Solicitante : Ingecontrol
Dirección : Mz A LT 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa S.M.P
Equipo / Instrumento : Prensa de Compresion
Marca : ELE
Modelo : ADR TOUCH PRO
Serie : 1939-1-10045
Identificación : EGEA-LAB-032
Ubicación : Laboratorio
Procedencia : National
Alcance de indicación : De 0 a 1000 kN
División de escala : No Aplica
Tipo de medición : Digital
Fecha de calibración : 2021-07-12
Fecha de emisión : 2021-07-14
Lugar de Calibración : Laboratorio de concreto

Metodo utilizado :
Materiales metalicos Calibración y verificación de maquinas de ensayos uniaxiales estáticos.Parte 1: Maquinas de ensayo de tracción/compresion Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza.(ISO 7500-1:2018)

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del laboratorio solicitante.



2021-07-14
Fecha de emisión

Carlos Gutiérrez C.
Supervisor de Control Metrologico

Ing. Aleksey Beresovsky
Superintendente de Investigación y Desarrollo
CIP: 110210



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO Nº LC - 047



Registro N° LC - 047

Certificado de calibración

018-CLF-2021

Página 2 de 2

Condiciones ambientales

| | Inicial | Final |
|----------------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 20.10 | 19.53 |
| Humedad Relativa %hr | 72.88 | 75.88 |

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|------------------------|---------------------|----------------------------|
| Patrones de Referencia | Celda de Fuerza | LAT 093243920F |
| | Indicador de Fuerza | LAT 093243920F |

Mediciones Realizadas

TABLA DE CALIBRACION EN UNIDADES DEL INSTRUMENTO - COMPRESION

| N° de carga | Patrón | | | Promedio | Error | U | U |
|-----------------------------|--------------------------|---------|----------|----------|--------|--------|------|
| | Indicación de la Máquina | Serie I | Serie II | | | | |
| (%) | kN | kN | kN | kN | kN | kN | (%) |
| 10% | 100.0 | 99.99 | 99.99 | 99.44 | 99.80 | -0.20 | 0.41 |
| 20% | 200.0 | 199.69 | 199.81 | 197.90 | 198.52 | -1.48 | 0.71 |
| 30% | 300.0 | 297.18 | 298.78 | 295.50 | 298.49 | -3.51 | 1.05 |
| 40% | 400.0 | 395.83 | 395.18 | 393.35 | 394.85 | -5.15 | 1.42 |
| 50% | 500.0 | 494.05 | 494.59 | 491.58 | 493.41 | -6.59 | 1.93 |
| 60% | 600.0 | 592.20 | 592.72 | 589.70 | 591.37 | -8.63 | 1.86 |
| 70% | 700.0 | 690.55 | 691.15 | 687.78 | 689.83 | -10.17 | 2.18 |
| 80% | 800.0 | 789.31 | 789.52 | 786.70 | 788.51 | -11.49 | 2.48 |
| 90% | 900.0 | 888.39 | 888.55 | 884.94 | 887.29 | -12.71 | 2.79 |
| 100% | 1,000.0 | 987.50 | 987.10 | 983.83 | 986.08 | -13.92 | 3.10 |
| Error relativo de cero (%): | | 0.00 | | | | | |

TABLA DE PARAMETROS RELATIVOS SEGÚN LA NORMA ISO 7500-1

| Lecturas | | Variables relativas | | | | | Clase |
|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------|------------------|--------------|-----------------|-------|
| Promedio Patrón | Indicación Máquina | Indicación | Repetibilidad b | Reversibilidad v | Resolución a | Incertidumbre U | |
| kN | kN | % | % | % | % | % | |
| 100 | 99.8 | 0.50 | 1.00 | - | 0.50 | 0.41 | |
| 200 | 198.5 | 1.00 | 1.00 | - | 0.50 | 0.35 | |
| 300 | 296.5 | 2.00 | 1.00 | - | 0.50 | 0.35 | |
| 400 | 394.9 | 2.00 | 1.00 | - | 0.50 | 0.35 | |
| 500 | 493.4 | 2.00 | 1.00 | - | 0.50 | 0.39 | |
| 600 | 591.4 | 2.00 | 0.50 | - | 0.50 | 0.31 | |
| 700 | 689.8 | 2.00 | 0.50 | - | 0.50 | 0.31 | |
| 800 | 788.5 | 2.00 | 0.50 | - | 0.50 | 0.31 | |
| 900 | 887.3 | 2.00 | 0.50 | - | 0.50 | 0.31 | |
| 1,000 | 986.1 | 2.00 | 0.50 | - | 0.50 | 0.31 | |



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L-0085-2021

Fecha de Emisión: 2021-10-11

Orden de trabajo: 0441-00

Expediente: 0743

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
Dirección: : Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa; San Martín de Porres, Lima, Lima

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

2. INSTRUMENTO : PIE DE REY

Tipo : DIGITAL
Marca : LIBERMANN
Serie : 2021072
Modelo : NO INDICA
Identificación : ING2021072
Procedencia : NO INDICA
Alcance de Indicación : 150 mm
Resolución : 0,01 mm

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2021-10-04 en el Laboratorio de Longitud de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-012 Procedimiento de Calibración de Pie de Rey, quinta edición 2012.

Los resultados reportados en el presente certificado de 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.

5. TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados en la calibración son trazables al INACAL-DM:

| Patrón Utilizado | Certificado de Calibración |
|----------------------------------|----------------------------|
| Juegos de Bloques Patrón Grado 0 | LLA-251-2020 |
| Anillo Patrón Grado 0 | LLA-064-2020 |
| Varilla Patrón Grado 0 | LLA-024-2021 |

José Luis Panta Abad
Lic. Ciencias Físicas
CFP: 0395



Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 1 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° L-0085-2021

6. RESULTADOS

| | Mínima | Máxima |
|----------------------------|--------|--------|
| Temperatura Ambiental (°C) | 19,7 | 19,8 |
| Humedad relativa (% H.R.) | 52 | 53 |

ERROR DE REFERENCIA INICIAL

| Valor Patrón (mm) | Error (μm) |
|----------------------|----------------------------|
| 0,00 | 0 |

ERROR DE INDICACIÓN DE PIE DE REY PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

| Valor Patrón (mm) | Promedio de la Indicación del Pie de Rey (mm) | Error (μm) |
|----------------------|--|-------------------------|
| 0,00 | 0,00 | 0 |
| 10,00 | 10,00 | 0 |
| 25,00 | 25,01 | 7 |
| 50,00 | 50,00 | 3 |
| 75,00 | 75,00 | 3 |
| 100,00 | 100,00 | -3 |
| 150,00 | 150,01 | 7 |

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL

| Valor Patrón (mm) | Error (E) (μm) |
|----------------------|--------------------------------|
| 150,00 | 10 |

ERROR DE REPETIBILIDAD

| Valor Patrón (mm) | Error (R) (μm) |
|----------------------|--------------------------------|
| 150,00 | 10 |



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° L-0085-2021

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES

| Valor Patrón (mm) | Error (S_{E-I}) (μm) |
|----------------------|--|
| 25,00 | 3 |

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD

| Valor Patrón (mm) | Error (S_{E-P}) (μm) |
|----------------------|--|
| 25,00 | -10 |

ERROR DE CONTACTO LINEAL

| Valor Patrón (mm) | Error (L) (μm) |
|----------------------|--------------------------------|
| 10,00 | 10 |

ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA

| Valor Patrón (mm) | Error (J) (μm) |
|----------------------|--------------------------------|
| 10,00 | 0 |

ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES

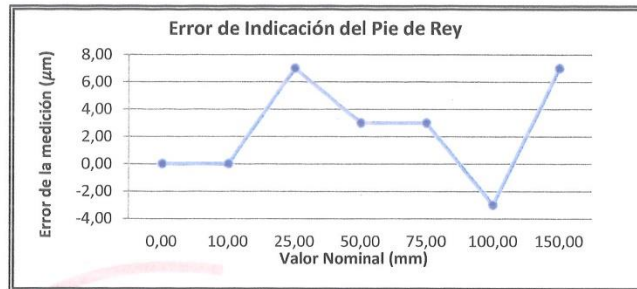
| Valor Patrón (mm) | Error (K) (μm) |
|----------------------|--------------------------------|
| 5,00 | 10 |



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° L-0085-2021

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN Y ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY

| | |
|---------------|---|
| INCERTIDUMBRE | $U = (13,81^2 + 0,03^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$ |
|---------------|---|



7. OBSERVACIONES

L : Indicación del Pie de Rey expresado en milímetros.

Error de indicación del Pie de Rey para medición de interiores =

Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S_{E-I})

Error de indicación del Pie de Rey para medición de profundidad =

Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S_{E-P})

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.

Para la calibración del Pie de Rey se consideró 2 Subdivisiones de Escala.

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k = 2$ para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

Fin del Documento



Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima

Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 4 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM-252-2021

Página 1 de 3

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-26
FECHA DE EMISION : 2021-04-30
ORDEN DE TRABAJO : OTC-055-2021

1. SOLICITANTE : INGEOCONTROL S. A. C.

DIRECCIÓN : Mza. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa -
San Martín de Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**

MARCA : ELECTRONIC BALANCE
ALCANCE DE INDICACIÓN : 4000 g

MODELO : WT40002GEJ

NÚMERO DE SERIE : 201224036
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,01 g

PROCEDENCIA : NO INDICA
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0,1 g

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS

3. FUNDAMENTO DEL MÉTODO Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó según el método de comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC-011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición Abril 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE SUELOS de INGEOCONTROL S. A. C.
Mza. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres

5. DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

METROLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METROLAB S.A.C.
Jorge Méndez Perone
GERENTE GENERAL



Jorge Pacheco Cristóbal
Gerente Técnico

Codigo PT-07-R12

Revisión 03

Elaborado JLPC

Revisado HRMP

Aprobado por HRMP

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM-252-2021

Página 2 de 3

6. CONDICIONES AMBIENTALES

| | Mínima | Máxima |
|------------------|--------|---------|
| Temperatura | 0,4 °C | 20,1 °C |
| Humedad Relativa | 3 % | 76 % |

7. TRAZABILIDAD

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

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Código | Certificado de calibración |
|--|----------------------|---------|----------------------------|
| Patrones de referencia del INACAL - DM | pesas (exactitud E2) | E2-001A | LM-C-006-2021 |
| | | E2-001B | LM-C-005-2021 |

8. OBSERVACIONES

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

9. RESULTADOS DE MEDICIÓN

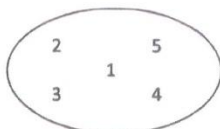
| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|------------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SISTEMA DE TRABA | NO TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |


ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1= 2 000,00 g | | | Carga L2= 4 000,00 g | | |
|--------------------------|----------------------|--------|--------|----------------------|--------|--------|
| | I(g) | Δ L(g) | E(g) | I(g) | Δ L(g) | E(g) |
| 1 | 2 000,01 | 0,010 | 0,005 | 3 999,99 | 0,010 | -0,015 |
| 2 | 2 000,01 | 0,010 | 0,005 | 3 999,97 | 0,010 | -0,035 |
| 3 | 1 999,99 | 0,010 | -0,015 | 3 999,99 | 0,010 | -0,015 |
| 4 | 2 000,00 | 0,010 | -0,005 | 3 999,99 | 0,010 | -0,015 |
| 5 | 2 000,00 | 0,010 | -0,005 | 3 999,98 | 0,010 | -0,025 |
| 6 | 1 999,99 | 0,010 | -0,015 | 3 999,98 | 0,010 | -0,025 |
| 7 | 2 000,01 | 0,010 | 0,005 | 3 999,99 | 0,010 | -0,015 |
| 8 | 2 000,01 | 0,010 | 0,005 | 3 999,99 | 0,010 | -0,015 |
| 9 | 2 000,00 | 0,010 | -0,005 | 3 999,98 | 0,010 | -0,025 |
| 10 | 1 999,90 | 0,010 | -0,105 | 3 999,99 | 0,010 | -0,015 |
| Diferencia Máxima | | | 0,110 | 0,020 | | |
| Error máximo permitido ± | | | 0,2 g | ± 0,3 g | | |

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM-252-2021

Página 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| | | Inicial | | Final | |
|---------------|--|------------|--|-------|--|
| Vista Frontal | | Temp. (°C) | | 0,4 | |
| | | HR (%) | | 3 | |

| Posición de la Carga | Determinación de E ₀ | | | | Determinación del Error corregido | | | | |
|----------------------|---------------------------------|------|--------|--------------------|-----------------------------------|----------|--------|--------|--------|
| | Carga Mínima*(g) | l(g) | Δ L(g) | E ₀ (g) | Carga L (g) | l(g) | Δ L(g) | E(g) | Ec(g) |
| 1 | 0,10 | 0,09 | 0,010 | -0,015 | 1 500,00 | 1 500,00 | 0,010 | -0,005 | 0,010 |
| 2 | | 0,11 | 0,010 | 0,005 | | 1 499,99 | 0,010 | -0,015 | -0,020 |
| 3 | | 0,11 | 0,009 | 0,006 | | 1 500,01 | 0,010 | 0,005 | -0,001 |
| 4 | | 0,11 | 0,009 | 0,006 | | 1 500,02 | 0,010 | 0,015 | 0,009 |
| 5 | | 0,10 | 0,010 | -0,005 | | 1 499,99 | 0,010 | -0,015 | -0,010 |

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

| | | Inicial | | Final | |
|--|--|------------|--|-------|--|
| | | Temp. (°C) | | 20,1 | |
| | | HR (%) | | 73 | |

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | emp(**) |
|-------------|------------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|---------|
| | l(g) | Δ L(g) | E(g) | Ec(g) | l(g) | Δ L(g) | E(g) | Ec(g) | |
| 0,10 | 0,10 | 0,010 | -0,005 | | | | | | 0,1 |
| 0,50 | 0,52 | 0,009 | 0,016 | 0,021 | 0,51 | 0,009 | 0,006 | 0,011 | 0,1 |
| 100,00 | 100,02 | 0,009 | 0,016 | 0,021 | 100,01 | 0,010 | 0,005 | 0,010 | 0,1 |
| 500,00 | 500,00 | 0,009 | -0,004 | 0,001 | 499,99 | 0,009 | -0,014 | -0,009 | 0,1 |
| 1 000,00 | 999,98 | 0,010 | -0,025 | -0,020 | 1 000,00 | 0,009 | -0,004 | 0,001 | 0,2 |
| 1 500,00 | 1 500,00 | 0,010 | -0,005 | 0,000 | 1 499,99 | 0,010 | -0,015 | -0,010 | 0,2 |
| 2 000,00 | 1 999,98 | 0,009 | -0,024 | -0,019 | 1 999,98 | 0,009 | -0,024 | -0,019 | 0,2 |
| 2 500,00 | 2 499,99 | 0,010 | -0,015 | -0,010 | 2 499,98 | 0,009 | -0,024 | -0,019 | 0,3 |
| 3 000,00 | 2 999,94 | 0,010 | -0,065 | -0,060 | 2 999,92 | 0,009 | -0,084 | -0,079 | 0,3 |
| 3 500,00 | 3 499,97 | 0,010 | -0,035 | -0,030 | 3 499,97 | 0,010 | -0,035 | -0,030 | 0,3 |
| 4 000,00 | 3 999,93 | 0,010 | -0,075 | -0,070 | 3 999,93 | 0,010 | -0,075 | -0,070 | 0,3 |

(**) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Lectura Corregida | = | R + 0,0000124 x R |
| Incertidumbre Expandida | = | 2 x (0,00116 g ² + 0,000000000384 x R ²) ^{1/2} |

R: Indicación de la balanza en g Capacidad mínima : 0,50 g

Cálculo de Lectura Corregida para la Capacidad Máxima

$$R_{\text{corregida}} = (3 999,98 \pm 0,17) \text{ g}$$

----- FIN DEL DOCUMENTO -----



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM - 254 - 2021

Página 1 de 3

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-26 FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-30
ORDEN DE TRABAJO : OTC-055-2021

1. SOLICITANTE : INGEOCONTROL S. A. C.

DIRECCIÓN : Mza. A lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

ALCANCE DE INDICACIÓN : 600 g

MODELO : SE602F

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,01 g

NÚMERO DE SERIE : B824537017

PROCEDENCIA : CHINA

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0,1 g

IDENTIFICACIÓN : LS-01 (*)

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del INACAL Primera Edición - Mayo 2019.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE SUELOS de INGEOCONTROL S. A. C.
Mza. A lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres

5. DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. METROLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METROLAB S.A.C.
Héctor Méndez Perón
GERENTE GENERAL



Jorge Pacheco Cristóbal
Gerente Técnico

Código PT-07-R13

Revisión 03

Elaborado JLPC

Revisado HRMP

Aprobado HRMP

Av. Guardia Peruana N° 381 Urb. Matellini - Chorrillos - Lima - Perú
Teléfonos: 637 3138 / 637 3139 Entel: 994 221 258 Cel: 994 188 775

email: atencion_al_cliente@metrolabsac.com / metrologia@metrolabsac.com / ventas@metrolabsac.com

5. CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 20,3 °C | 20,2 °C |
| Humedad Relativa | 73 % | 73 % |

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Código | Certificado de calibración |
|---|----------------------|---------|----------------------------|
| Patrones de referencia de Metrolab S. A. C. | Pesas (exactitud M2) | E2-001A | LM-C-006-2021 |

7. OBSERVACIONES

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|------------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SISTEMA DE TRABA | TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Temp. (°C) | | | | | |
|------------------------|--------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | Inicial | | | Final | | |
| | 20,3 | | | | | |
| | Carga L1= 300,00 g | | | Carga L2= 600,00 g | | |
| | I(g) | ΔI(g) | E(g) | I(g) | ΔI(g) | E(g) |
| 1 | 300,00 | 0,004 | 0,001 | 600,03 | 0,004 | 0,031 |
| 2 | 300,00 | 0,002 | 0,003 | 600,03 | 0,006 | 0,029 |
| 3 | 300,00 | 0,004 | 0,001 | 600,03 | 0,005 | 0,030 |
| 4 | 300,00 | 0,005 | 0,000 | 600,03 | 0,006 | 0,029 |
| 5 | 300,00 | 0,003 | 0,002 | 600,03 | 0,006 | 0,029 |
| 6 | 300,00 | 0,003 | 0,002 | 600,03 | 0,004 | 0,031 |
| 7 | 300,00 | 0,004 | 0,001 | 600,03 | 0,005 | 0,030 |
| 8 | 300,00 | 0,002 | 0,003 | 600,03 | 0,006 | 0,029 |
| 9 | 300,00 | 0,003 | 0,002 | 600,03 | 0,005 | 0,030 |
| 10 | 300,00 | 0,002 | 0,003 | 600,03 | 0,003 | 0,032 |
| Diferencia Máxima | | | 0,003 | | | 0,003 |
| Error máximo permitido | ± 0,3 g | | | ± 0,3 g | | |

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM - 323 - 2021

Página 1 de 3

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-05-25
FECHA DE EMISIÓN : 2021-05-25
ORDEN DE TRABAJO : OTC-073-2021

1. SOLICITANTE : **INGEOCONTROL S.A.C.**
DIRECCIÓN : Mz. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**
MARCA : OHAUS
ALCANCE DE INDICACIÓN : 50 kg
MODELO : T24PE
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,005 kg
NÚMERO DE SERIE : B000354 JGW
PROCEDENCIA : CHINA
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0,005 kg
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
TIPO : ELECTRÓNICA
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del INACAL Primera Edición - Mayo 2019.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE SUELOS de INGEOCONTROL S.A.C.
Mz. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres

5. DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

METROLAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METROLAB S.A.C.

Héctor Méndez Perone
GERENTE GENERAL



Jorge Pacheco Cristóbal
Gerente Técnico

Código PT-07-R13

Revisión: 03

Elaborado JLPC

Revisado HRMP

Aprobado HRMP

Av. Guardia Peruana N° 381 Urb. Matellini - Chornillos Lima - Perú

Teléfono: 637 3138 / 637 3139 / 637 3139 ext: 994 221 268 / Fax: 994 188 775

Correo: atención_al_cliente@metrolabsac.com / metrologia@metrolabsac.com / ventas@metrolabsac.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM - 323 - 2021

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 20,4 °C | 20,5 °C |
| Humedad Relativa | 74 % | 74 % |

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Código | Certificado de calibración |
|--|----------------------|---------|----------------------------|
| Patrones de referencia de Metrolab S. A. C. | Pesas (exactitud M2) | M2-001 | MLM-001-2021 |
| | | M2-002 | MLM-002-2021 |
| | | P2 a P4 | MLM-005-2021 |

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|-----------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | SITEMA DE TRABA | NO TIENE |
| NIVELACIÓN | TIENE | | |


ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Temp. (°C) | | | | | |
|--------------------------|---------------------|--------|---------|---------------------|--------|---------|
| | Inicial 20,4 | | | Final 20,5 | | |
| | Carga L1= 25,001 kg | | | Carga L2= 50,002 kg | | |
| | I(kg) | ΔL(kg) | E(kg) | I(kg) | ΔL(kg) | E(kg) |
| 1 | 25,005 | 0,0050 | 0,0015 | 49,995 | 0,0050 | -0,0095 |
| 2 | 25,005 | 0,0050 | 0,0015 | 50,000 | 0,0050 | -0,0045 |
| 3 | 25,005 | 0,0050 | 0,0015 | 50,000 | 0,0050 | -0,0045 |
| 4 | 25,000 | 0,0050 | -0,0035 | 50,000 | 0,0050 | -0,0045 |
| 5 | 25,000 | 0,0050 | -0,0035 | 49,995 | 0,0050 | -0,0095 |
| 6 | 25,000 | 0,0020 | -0,0005 | 49,995 | 0,0050 | -0,0095 |
| 7 | 25,000 | 0,0040 | -0,0025 | 49,995 | 0,0050 | -0,0095 |
| 8 | 24,995 | 0,0010 | -0,0045 | 50,000 | 0,0050 | -0,0045 |
| 9 | 24,995 | 0,0005 | -0,0040 | 49,995 | 0,0050 | -0,0095 |
| 10 | 24,995 | 0,0010 | -0,0045 | 49,995 | 0,0050 | -0,0095 |
| Diferencia Máxima | | | | | | |
| Error máximo permitido ± | 0,015 kg | | | ± 0,015 kg | | |



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación de E ₀ | | | | Determinación del Error corregido | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------|--------|---------------------|-----------------------------------|--------|--------|---------|---------------------|
| | Carga mínima (kg) | I(kg) | ΔL(kg) | E ₀ (kg) | Carga (kg) | I(kg) | ΔL(kg) | E(kg) | E _c (kg) |
| 1 | 0,050 | 0,050 | 0,0050 | -0,0025 | 20,001 | 20,005 | 0,0050 | 0,0015 | 0,0040 |
| 2 | | 0,050 | 0,0050 | -0,0025 | | 20,005 | 0,0050 | 0,0015 | 0,0040 |
| 3 | | 0,050 | 0,0050 | -0,0025 | | 20,005 | 0,0050 | 0,0015 | 0,0040 |
| 4 | | 0,050 | 0,0050 | -0,0025 | | 20,000 | 0,0050 | -0,0035 | -0,0010 |
| 5 | | 0,050 | 0,0050 | -0,0025 | | 20,000 | 0,0050 | -0,0035 | -0,0010 |
| Error máximo permitido : ± 0,015 kg | | | | | | | | | |

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L(kg) | CRECIENTES | | | | | DECRECIENTES | | | | | emp(**) |
|-------------|------------|--------|---------|---------------------|--------|--------------|---------|---------------------|-------|-------|---------|
| | I(kg) | ΔL(kg) | E(kg) | E _c (kg) | I(kg) | ΔL(kg) | E(kg) | E _c (kg) | ±(kg) | | |
| 0,050 | 0,050 | 0,0050 | -0,0025 | | | | | | | 0,005 | |
| 0,100 | 0,100 | 0,0050 | -0,0025 | 0,0000 | 0,100 | 0,0050 | -0,0025 | 0,0000 | 0,005 | 0,005 | |
| 1,000 | 1,005 | 0,0050 | 0,0025 | 0,0050 | 1,000 | 0,0050 | -0,0025 | 0,0000 | 0,005 | 0,005 | |
| 2,000 | 2,000 | 0,0050 | -0,0025 | 0,0000 | 2,000 | 0,0050 | -0,0025 | 0,0000 | 0,005 | 0,005 | |
| 5,000 | 5,000 | 0,0050 | -0,0025 | 0,0000 | 4,995 | 0,0050 | -0,0075 | -0,0050 | 0,010 | 0,010 | |
| 10,001 | 10,005 | 0,0050 | 0,0015 | 0,0040 | 10,000 | 0,0050 | -0,0035 | -0,0010 | 0,015 | 0,015 | |
| 15,001 | 15,000 | 0,0050 | -0,0035 | -0,0010 | 15,000 | 0,0050 | -0,0035 | -0,0010 | 0,015 | 0,015 | |
| 20,001 | 20,000 | 0,0050 | -0,0035 | -0,0010 | 20,000 | 0,0050 | -0,0035 | -0,0010 | 0,015 | 0,015 | |
| 30,001 | 30,000 | 0,0050 | -0,0035 | -0,0010 | 29,995 | 0,0050 | -0,0085 | -0,0060 | 0,015 | 0,015 | |
| 40,002 | 40,000 | 0,0050 | -0,0045 | -0,0020 | 39,995 | 0,0050 | -0,0095 | -0,0070 | 0,015 | 0,015 | |
| 50,002 | 49,995 | 0,0050 | -0,0095 | -0,0070 | 49,995 | 0,0050 | -0,0095 | -0,0070 | 0,015 | 0,015 | |

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$\text{Lectura Corregida} = R + 0,0000595 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0,000000000129 \text{ kg}^2 + 0,0000000197 \times R^2}$$

R: Indicación de la balanza en kg

Capacidad mínima : 0,100 kg

Cálculo de Lectura Corregida para la Capacidad Máxima

$$R_{\text{corregida}} = (49,998 \pm 0,014) \text{ kg}$$

Nota 1: Los errores máximos permitidos **emp** corresponden a la Clase de Exactitud III

Nota 2: La incertidumbre reportada en el presente documento es igual a la mínima declarada en nuestra CMC.

----- FIN DEL DOCUMENTO -----



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Fecha de Emisión: 2021-10-13

Orden de trabajo: 0441-00
Expediente: 0743

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERIA GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
Dirección : Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da. Etapa, San Martín de Porres, Lima, Lima

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

2. EQUIPO : HORNO

Marca : PERUTEST
Modelo : PT-H76
Número de Serie : 0137
Identificación : T0045(*)
Procedencia : NO INDICA
Ventilación : TURBULENCIA DE AIRE
Temperatura de Trabajo : 60 °C ± 5 °C
110 °C ± 5 °C
180 °C ± 5 °C

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Instrumento de Medición del Equipo :

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

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2021-10-01 en el área ÁREA DE CONCRETO

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" 2da edición, 2009.

Los resultados reportados en el presente certificado de 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.

5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM.

| Patrones utilizados | Certificado |
|--|-------------|
| Termómetro digital con 10 termopares como sensores | TER20-282 |

6. RESULTADOS

Condiciones de Calibración

Posición del Controlador : 62 °C, 110 °C, 180 °C
Posición de la Ventilación : UNICA
Presión de Vacío : NO APLICA
Carga : PRODUCTOS DIVERSOS, LOS CUALES REPRESENTAN APROXIMADAMENTE EL 60% DEL VOLUMEN EFECTIVO DEL EQUIPO.



José Luis Panta Abad
Lic. Ciencias Físicas
CFP: 0395



Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 60 °C ± 5 °C

Condiciones Ambientales

Temperatura : De 20,5 °C a 21,3 °C
 Humedad : De 66,7 %hr a 68,8 %hr

| Tiempo (hh:mm:ss) | Temperaturas en las posiciones de medición (°C) | | | | | | | | | | Tprom (°C) | Tmax- Tmin (°C) | |
|----------------------|---|----------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|---------------|-----------------------|-----|
| | I (°C) | Plano Superior | | | | | Plano Inferior | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | 10 |
| 0:00:00 | 59,9 | 57,0 | 59,0 | 57,4 | 57,9 | 60,1 | 57,9 | 60,3 | 57,9 | 58,7 | 57,4 | 58,4 | 3,3 |
| 0:01:00 | 60,0 | 57,2 | 59,1 | 57,5 | 58,0 | 60,1 | 58,0 | 60,4 | 58,0 | 58,7 | 57,4 | 58,5 | 3,2 |
| 0:02:00 | 60,0 | 57,1 | 59,0 | 57,6 | 58,1 | 60,2 | 58,1 | 60,6 | 58,1 | 58,7 | 57,2 | 58,5 | 3,5 |
| 0:03:00 | 59,9 | 57,1 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 59,7 | 58,0 | 60,6 | 58,0 | 58,6 | 57,2 | 58,4 | 3,5 |
| 0:04:00 | 60,0 | 57,1 | 59,0 | 57,5 | 58,1 | 60,2 | 58,1 | 60,5 | 58,1 | 58,7 | 57,4 | 58,5 | 3,4 |
| 0:05:00 | 59,9 | 57,1 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 59,8 | 58,1 | 60,6 | 58,1 | 58,7 | 57,2 | 58,4 | 3,5 |
| 0:06:00 | 59,9 | 57,2 | 59,2 | 57,4 | 57,9 | 59,6 | 58,0 | 60,6 | 58,0 | 58,7 | 57,2 | 58,4 | 3,4 |
| 0:07:00 | 60,0 | 57,1 | 59,3 | 57,5 | 58,1 | 60,1 | 58,2 | 60,6 | 58,1 | 58,8 | 57,4 | 58,5 | 3,5 |
| 0:08:00 | 60,0 | 57,0 | 59,2 | 57,4 | 58,0 | 59,8 | 58,1 | 60,5 | 58,0 | 58,8 | 57,3 | 58,4 | 3,5 |
| 0:09:00 | 59,9 | 57,1 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 59,8 | 58,0 | 60,5 | 58,0 | 58,8 | 57,4 | 58,4 | 3,4 |
| 0:10:00 | 60,0 | 57,0 | 59,1 | 57,4 | 57,9 | 60,3 | 57,9 | 60,4 | 57,9 | 58,7 | 57,4 | 58,4 | 3,4 |
| 0:11:00 | 60,0 | 57,0 | 59,0 | 57,4 | 58,0 | 60,1 | 58,0 | 60,4 | 57,9 | 58,8 | 57,5 | 58,4 | 3,4 |
| 0:12:00 | 59,9 | 57,1 | 59,4 | 57,4 | 58,0 | 59,6 | 58,0 | 60,5 | 57,9 | 58,8 | 57,5 | 58,4 | 3,4 |
| 0:13:00 | 60,0 | 57,0 | 59,0 | 57,4 | 57,9 | 60,1 | 57,9 | 60,4 | 57,8 | 58,8 | 57,4 | 58,4 | 3,4 |
| 0:14:00 | 59,9 | 57,1 | 59,1 | 57,3 | 57,9 | 59,6 | 57,9 | 60,4 | 57,8 | 58,8 | 57,4 | 58,3 | 3,3 |
| 0:15:00 | 59,9 | 57,0 | 59,0 | 57,3 | 57,9 | 59,7 | 57,9 | 60,4 | 57,8 | 58,8 | 57,3 | 58,3 | 3,4 |
| 0:16:00 | 60,0 | 57,1 | 59,1 | 57,3 | 57,9 | 59,9 | 57,9 | 60,4 | 57,8 | 58,8 | 57,4 | 58,4 | 3,3 |
| 0:17:00 | 60,0 | 57,1 | 59,0 | 57,4 | 57,9 | 59,7 | 57,9 | 60,4 | 57,9 | 58,8 | 57,4 | 58,4 | 3,3 |
| 0:18:00 | 59,9 | 57,0 | 59,0 | 57,4 | 57,9 | 60,3 | 57,9 | 60,4 | 57,8 | 58,7 | 57,2 | 58,4 | 3,4 |
| 0:19:00 | 60,0 | 57,0 | 59,2 | 57,3 | 57,9 | 60,0 | 57,8 | 60,3 | 57,8 | 58,6 | 57,3 | 58,3 | 3,3 |
| 0:20:00 | 60,0 | 57,0 | 59,1 | 57,3 | 57,9 | 59,7 | 57,9 | 60,4 | 57,9 | 58,7 | 57,2 | 58,3 | 3,4 |
| 0:21:00 | 59,9 | 57,1 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 59,6 | 58,0 | 60,5 | 58,0 | 58,8 | 57,3 | 58,4 | 3,4 |
| 0:22:00 | 60,0 | 57,0 | 59,1 | 57,4 | 57,9 | 60,0 | 58,0 | 60,3 | 57,9 | 58,7 | 57,4 | 58,4 | 3,3 |
| 0:23:00 | 59,9 | 57,1 | 59,3 | 57,5 | 58,0 | 60,0 | 58,0 | 60,4 | 57,9 | 58,6 | 57,3 | 58,4 | 3,3 |
| 0:24:00 | 60,0 | 57,0 | 59,0 | 57,5 | 58,0 | 59,7 | 58,1 | 60,5 | 58,0 | 58,7 | 57,4 | 58,4 | 3,5 |
| 0:25:00 | 60,0 | 57,1 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 59,7 | 58,0 | 60,5 | 58,0 | 58,7 | 57,3 | 58,4 | 3,4 |
| 0:26:00 | 60,0 | 56,9 | 59,0 | 57,4 | 58,0 | 59,7 | 58,0 | 60,5 | 58,0 | 58,7 | 57,3 | 58,4 | 3,6 |
| 0:27:00 | 60,0 | 57,0 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 59,8 | 58,1 | 60,5 | 58,1 | 58,8 | 57,5 | 58,4 | 3,5 |
| 0:28:00 | 60,1 | 57,1 | 59,3 | 57,4 | 58,0 | 59,5 | 58,0 | 60,5 | 58,0 | 58,8 | 57,3 | 58,4 | 3,4 |
| 0:29:00 | 60,0 | 57,1 | 59,3 | 57,4 | 58,0 | 59,7 | 58,0 | 60,4 | 57,9 | 58,8 | 57,4 | 58,4 | 3,3 |
| 0:30:00 | 60,1 | 57,0 | 59,1 | 57,5 | 58,0 | 60,4 | 58,0 | 60,5 | 58,0 | 58,8 | 57,5 | 58,5 | 3,5 |
| 0:31:00 | 60,0 | 56,9 | 59,0 | 57,4 | 58,0 | 59,9 | 57,9 | 60,3 | 57,9 | 58,8 | 57,4 | 58,4 | 3,4 |
| 0:32:00 | 60,0 | 57,1 | 59,2 | 57,4 | 58,0 | 60,1 | 58,0 | 60,4 | 57,9 | 58,8 | 57,5 | 58,5 | 3,3 |
| 0:33:00 | 60,0 | 57,1 | 59,2 | 57,5 | 58,0 | 60,4 | 57,9 | 60,3 | 57,9 | 58,8 | 57,4 | 58,5 | 3,3 |
| 0:34:00 | 60,0 | 57,1 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 60,2 | 57,9 | 60,4 | 57,9 | 58,8 | 57,4 | 58,4 | 3,3 |
| 0:35:00 | 60,1 | 57,0 | 59,0 | 57,3 | 57,9 | 60,3 | 57,8 | 60,2 | 57,7 | 58,7 | 57,3 | 58,3 | 3,3 |
| 0:36:00 | 60,0 | 57,0 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 60,1 | 57,9 | 60,4 | 57,9 | 58,7 | 57,4 | 58,4 | 3,4 |
| 0:37:00 | 60,0 | 57,1 | 59,0 | 57,5 | 58,0 | 60,0 | 57,9 | 60,4 | 57,9 | 58,7 | 57,2 | 58,4 | 3,3 |
| 0:38:00 | 60,1 | 57,1 | 59,0 | 57,4 | 57,9 | 59,9 | 58,0 | 60,5 | 57,9 | 58,6 | 57,2 | 58,4 | 3,4 |
| 0:39:00 | 60,0 | 57,1 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 60,3 | 58,0 | 60,4 | 58,0 | 58,6 | 57,3 | 58,4 | 3,3 |
| 0:40:00 | 60,1 | 57,1 | 59,3 | 57,5 | 58,0 | 60,1 | 58,0 | 60,5 | 58,1 | 58,7 | 57,3 | 58,5 | 3,4 |
| 0:41:00 | 60,0 | 57,1 | 59,2 | 57,4 | 58,0 | 59,9 | 58,0 | 60,4 | 58,0 | 58,7 | 57,4 | 58,4 | 3,3 |
| 0:42:00 | 60,0 | 57,2 | 59,3 | 57,4 | 58,0 | 59,3 | 58,0 | 60,5 | 58,0 | 58,7 | 57,4 | 58,4 | 3,3 |
| 0:43:00 | 60,1 | 57,2 | 59,2 | 57,4 | 58,0 | 59,4 | 58,1 | 60,5 | 58,0 | 58,6 | 57,3 | 58,4 | 3,3 |
| 0:44:00 | 60,0 | 57,2 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 59,4 | 58,1 | 60,6 | 58,1 | 58,7 | 57,3 | 58,4 | 3,4 |
| 0:45:00 | 60,0 | 57,0 | 59,0 | 57,4 | 58,0 | 59,8 | 58,0 | 60,5 | 58,0 | 58,7 | 57,4 | 58,4 | 3,5 |
| 0:46:00 | 60,1 | 57,1 | 59,0 | 57,4 | 58,0 | 60,0 | 58,0 | 60,5 | 57,9 | 58,8 | 57,5 | 58,4 | 3,4 |
| 0:47:00 | 60,0 | 57,1 | 59,1 | 57,3 | 57,9 | 59,9 | 58,0 | 60,4 | 57,9 | 58,8 | 57,4 | 58,4 | 3,3 |
| 0:48:00 | 60,1 | 57,0 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 60,2 | 58,0 | 60,5 | 57,9 | 58,8 | 57,4 | 58,4 | 3,5 |
| 0:49:00 | 60,0 | 57,1 | 59,0 | 57,4 | 57,9 | 60,2 | 57,9 | 60,3 | 57,9 | 58,7 | 57,4 | 58,4 | 3,2 |
| 0:50:00 | 60,0 | 57,1 | 59,1 | 57,4 | 57,9 | 59,8 | 57,9 | 60,4 | 58,0 | 58,8 | 57,4 | 58,4 | 3,3 |
| 0:51:00 | 60,0 | 57,1 | 59,2 | 57,4 | 57,9 | 59,9 | 57,9 | 60,4 | 57,8 | 58,7 | 57,3 | 58,4 | 3,3 |

Continúa en la siguiente página



Fecha: Ene/18
 Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 2 de 15



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 60 °C ± 5 °C

| Tiempo (hh:mm:ss) | I (°C) | Temperaturas en las posiciones de medición (°C) | | | | | | | | | | Tprom (°C) | Tmax- Tmin (°C) |
|----------------------|--------|---|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|---------------|-----------------------|
| | | Plano Superior | | | | | Plano Inferior | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 0:52:00 | 60,0 | 57,0 | 58,9 | 57,3 | 57,8 | 59,6 | 57,9 | 60,3 | 57,7 | 58,8 | 57,4 | 58,3 | 3,3 |
| 0:53:00 | 60,0 | 57,0 | 59,0 | 57,3 | 57,8 | 59,6 | 57,9 | 60,2 | 57,7 | 58,7 | 57,4 | 58,3 | 3,2 |
| 0:54:00 | 60,0 | 57,0 | 59,2 | 57,3 | 57,9 | 60,1 | 57,9 | 60,3 | 57,8 | 58,7 | 57,3 | 58,4 | 3,3 |
| 0:55:00 | 60,0 | 57,0 | 59,2 | 57,4 | 57,9 | 60,0 | 57,9 | 60,3 | 57,9 | 58,6 | 57,2 | 58,4 | 3,3 |
| 0:56:00 | 60,0 | 57,1 | 59,1 | 57,4 | 57,9 | 59,4 | 57,9 | 60,4 | 57,9 | 58,7 | 57,3 | 58,3 | 3,3 |
| 0:57:00 | 60,1 | 57,0 | 59,2 | 57,4 | 57,9 | 59,5 | 57,9 | 60,4 | 57,9 | 58,6 | 57,2 | 58,3 | 3,4 |
| 0:58:00 | 60,0 | 57,1 | 59,2 | 57,5 | 58,0 | 60,0 | 58,0 | 60,4 | 57,9 | 58,7 | 57,4 | 58,4 | 3,3 |
| 0:59:00 | 60,1 | 57,1 | 59,3 | 57,4 | 58,0 | 59,9 | 58,0 | 60,5 | 58,0 | 58,8 | 57,4 | 58,5 | 3,4 |
| 1:00:00 | 60,0 | 57,0 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 60,2 | 58,1 | 60,5 | 58,0 | 58,7 | 57,2 | 58,4 | 3,5 |
| 1:01:00 | 60,0 | 57,1 | 59,0 | 57,4 | 57,9 | 60,2 | 58,0 | 60,4 | 58,0 | 58,7 | 57,3 | 58,4 | 3,3 |
| 1:02:00 | 60,0 | 57,2 | 59,3 | 57,4 | 58,1 | 60,3 | 58,1 | 60,5 | 58,1 | 58,8 | 57,4 | 58,5 | 3,3 |
| T.PROM | 60,0 | 57,1 | 59,1 | 57,4 | 58,0 | 59,9 | 58,0 | 60,5 | 58,0 | 58,7 | 57,4 | 58,4 | |
| T.MAX | 60,1 | 57,2 | 59,4 | 57,6 | 58,1 | 60,4 | 58,2 | 60,6 | 58,1 | 58,8 | 57,5 | | |
| T.MIN | 59,9 | 56,9 | 58,9 | 57,3 | 57,8 | 59,3 | 57,8 | 60,2 | 57,7 | 58,6 | 57,2 | | |
| DTT | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 1,1 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | | |

| Parámetro | Valor (°C) | Incertidumbre Expandida (°C) |
|---|------------|---------------------------------|
| Temperatura Máxima Medida | 60,6 | 0,54 |
| Temperatura Mínima Medida | 56,9 | 0,61 |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo | 1,1 | 0,08 |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 3,3 | 0,8 |
| Estabilidad Medida (±) | 0,5 | 0,04 |
| Uniformidad Medida | 3,6 | 0,8 |

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t : Instante de tiempo en minutos. T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I : Indicación del termómetro del equipo. T.prom : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MÁX : Temperatura máxima. T.MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima 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 estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



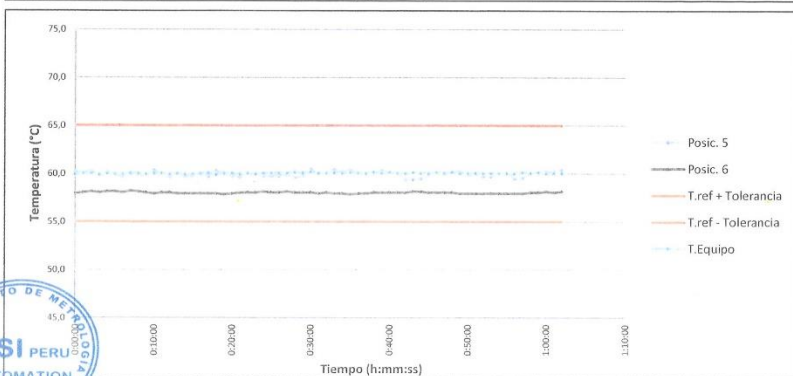
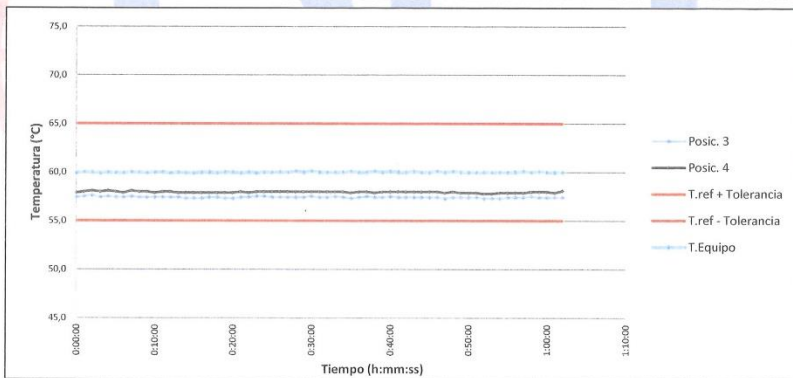
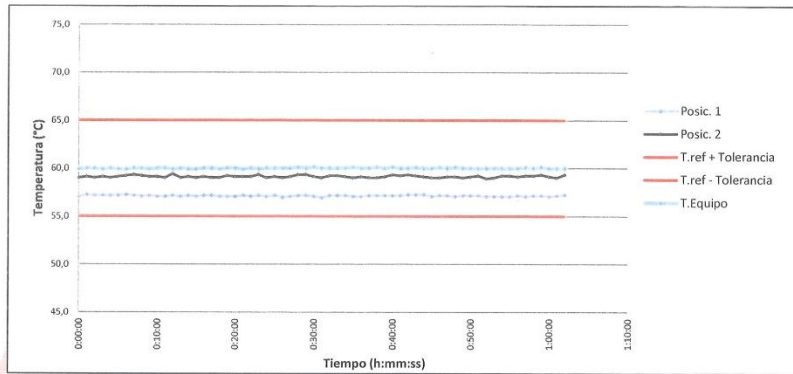
Fecha: Ene/18
 Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
 Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

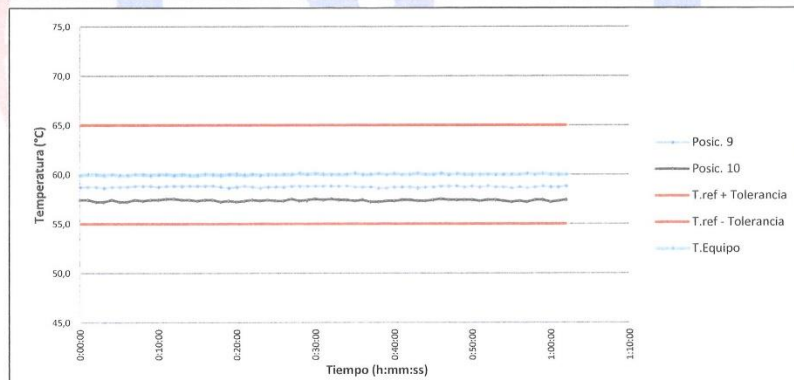
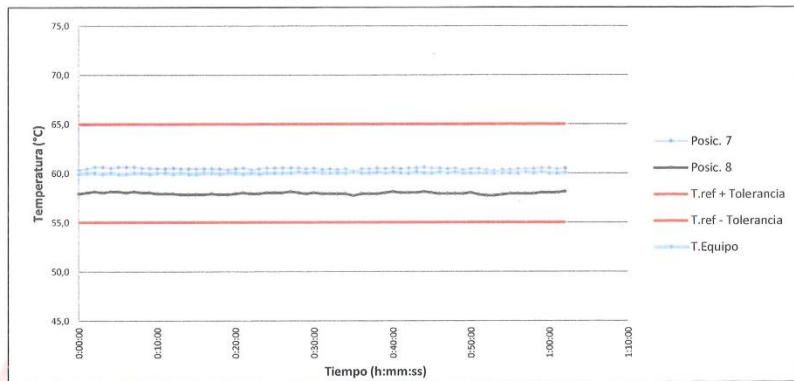
Gráficas para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C





CERTIFICADO DE CALIBRACION N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
 POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
 INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-017



FME-001

Registro N° LC - 017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

Condiciones Ambientales

Temperatura : De 20,5 °C a 21,3 °C
 Humedad : De 66,7 %hr a 68,8 %hr

| Tiempo (hh:mm:ss) | l (°C) | Temperaturas en las posiciones de medición (°C) | | | | | | | | | | Tprom (°C) | Tmax- Tmin (°C) |
|----------------------|--------|---|------|------|------|------|----------------|------|------|------|-------|---------------|-----------------------|
| | | Plano Superior | | | | | Plano Inferior | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 0:00:00 | 109,9 | 104,9 | 87,0 | 99,3 | 92,8 | 99,1 | 99,8 | 99,3 | 96,8 | 96,7 | 101,4 | 97,7 | 17,9 |
| 0:01:00 | 109,8 | 105,1 | 87,1 | 99,4 | 92,9 | 99,1 | 99,9 | 99,4 | 96,9 | 96,7 | 101,4 | 97,8 | 18,0 |
| 0:02:00 | 109,8 | 105,0 | 87,0 | 99,5 | 93,0 | 99,2 | 100,0 | 99,6 | 97,0 | 96,7 | 101,2 | 97,8 | 18,0 |
| 0:03:00 | 109,8 | 105,0 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 98,7 | 99,9 | 99,6 | 96,9 | 96,6 | 101,2 | 97,7 | 17,9 |
| 0:04:00 | 109,9 | 105,0 | 87,0 | 99,4 | 93,0 | 99,2 | 100,0 | 99,5 | 97,0 | 96,7 | 101,4 | 97,8 | 18,0 |
| 0:05:00 | 109,8 | 105,0 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 98,8 | 100,0 | 99,6 | 97,0 | 96,7 | 101,2 | 97,8 | 17,9 |
| 0:06:00 | 109,9 | 105,1 | 87,2 | 99,3 | 92,8 | 98,6 | 99,9 | 99,6 | 96,9 | 96,7 | 101,2 | 97,7 | 17,9 |
| 0:07:00 | 109,8 | 105,0 | 87,3 | 99,4 | 93,0 | 99,1 | 100,1 | 99,6 | 97,0 | 96,8 | 101,4 | 97,9 | 17,7 |
| 0:08:00 | 109,8 | 104,9 | 87,2 | 99,3 | 92,9 | 98,8 | 100,0 | 99,5 | 96,9 | 96,8 | 101,3 | 97,8 | 17,7 |
| 0:09:00 | 109,9 | 105,0 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 98,8 | 99,9 | 99,5 | 96,9 | 96,8 | 101,4 | 97,8 | 17,9 |
| 0:10:00 | 109,8 | 104,9 | 87,1 | 99,3 | 92,8 | 99,3 | 99,8 | 99,4 | 96,8 | 96,7 | 101,4 | 97,7 | 17,8 |
| 0:11:00 | 109,9 | 104,9 | 87,0 | 99,3 | 92,9 | 99,1 | 99,9 | 99,4 | 96,8 | 96,8 | 101,5 | 97,8 | 17,9 |
| 0:12:00 | 109,8 | 105,0 | 87,4 | 99,3 | 92,9 | 98,6 | 99,9 | 99,5 | 96,8 | 96,8 | 101,5 | 97,8 | 17,6 |
| 0:13:00 | 109,8 | 104,9 | 87,0 | 99,3 | 92,8 | 99,1 | 99,8 | 99,4 | 96,7 | 96,8 | 101,4 | 97,7 | 17,9 |
| 0:14:00 | 109,9 | 105,0 | 87,1 | 99,2 | 92,8 | 98,6 | 99,8 | 99,4 | 96,7 | 96,8 | 101,4 | 97,7 | 17,9 |
| 0:15:00 | 109,8 | 104,9 | 87,0 | 99,2 | 92,8 | 98,7 | 99,8 | 99,4 | 96,7 | 96,8 | 101,3 | 97,7 | 17,9 |
| 0:16:00 | 109,8 | 105,0 | 87,1 | 99,2 | 92,8 | 98,9 | 99,8 | 99,4 | 96,7 | 96,8 | 101,4 | 97,7 | 17,9 |
| 0:17:00 | 109,8 | 105,0 | 87,0 | 99,3 | 92,8 | 98,7 | 99,8 | 99,4 | 96,8 | 96,8 | 101,4 | 97,7 | 18,0 |
| 0:18:00 | 109,8 | 104,9 | 87,0 | 99,3 | 92,8 | 99,3 | 99,8 | 99,4 | 96,7 | 96,7 | 101,2 | 97,7 | 17,9 |
| 0:19:00 | 109,9 | 104,9 | 87,2 | 99,2 | 92,8 | 99,0 | 99,7 | 99,3 | 96,7 | 96,6 | 101,3 | 97,7 | 17,7 |
| 0:20:00 | 109,8 | 104,9 | 87,1 | 99,2 | 92,8 | 98,7 | 99,8 | 99,4 | 96,8 | 96,7 | 101,2 | 97,7 | 17,8 |
| 0:21:00 | 109,8 | 105,0 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 98,6 | 99,9 | 99,5 | 96,9 | 96,8 | 101,3 | 97,7 | 17,9 |
| 0:22:00 | 109,8 | 104,9 | 87,1 | 99,3 | 92,8 | 99,0 | 99,9 | 99,3 | 96,8 | 96,7 | 101,4 | 97,7 | 17,8 |
| 0:23:00 | 109,9 | 105,0 | 87,3 | 99,4 | 92,9 | 99,0 | 99,9 | 99,4 | 96,8 | 96,6 | 101,3 | 97,8 | 17,7 |
| 0:24:00 | 109,8 | 104,9 | 87,0 | 99,4 | 92,9 | 98,7 | 100,0 | 99,5 | 96,9 | 96,7 | 101,4 | 97,7 | 17,9 |
| 0:25:00 | 109,8 | 105,0 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 98,7 | 99,9 | 99,5 | 96,9 | 96,7 | 101,3 | 97,7 | 17,9 |
| 0:26:00 | 109,9 | 104,8 | 87,0 | 99,3 | 92,9 | 98,7 | 99,9 | 99,5 | 96,9 | 96,7 | 101,3 | 97,7 | 17,8 |
| 0:27:00 | 109,8 | 104,9 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 98,8 | 100,0 | 99,5 | 97,0 | 96,8 | 101,5 | 97,8 | 17,8 |
| 0:28:00 | 109,9 | 105,0 | 87,3 | 99,3 | 92,9 | 98,5 | 99,9 | 99,5 | 96,9 | 96,8 | 101,3 | 97,7 | 17,7 |
| 0:29:00 | 109,8 | 105,0 | 87,3 | 99,3 | 92,9 | 98,7 | 99,9 | 99,4 | 96,8 | 96,8 | 101,4 | 97,7 | 17,7 |
| 0:30:00 | 109,8 | 104,9 | 87,1 | 99,4 | 92,9 | 99,4 | 99,9 | 99,5 | 96,9 | 96,8 | 101,5 | 97,8 | 17,8 |
| 0:31:00 | 109,8 | 104,8 | 87,0 | 99,3 | 92,9 | 98,9 | 99,8 | 99,3 | 96,8 | 96,8 | 101,4 | 97,7 | 17,8 |
| 0:32:00 | 109,8 | 105,0 | 87,2 | 99,3 | 92,9 | 99,1 | 99,9 | 99,4 | 96,8 | 96,8 | 101,5 | 97,8 | 17,8 |
| 0:33:00 | 109,8 | 105,0 | 87,2 | 99,4 | 92,9 | 99,4 | 99,8 | 99,3 | 96,8 | 96,8 | 101,4 | 97,8 | 17,8 |
| 0:34:00 | 109,9 | 105,0 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 99,2 | 99,8 | 99,4 | 96,8 | 96,8 | 101,4 | 97,8 | 17,9 |
| 0:35:00 | 109,8 | 104,9 | 87,0 | 99,2 | 92,8 | 99,3 | 99,7 | 99,2 | 96,6 | 96,7 | 101,3 | 97,7 | 17,9 |
| 0:36:00 | 109,9 | 104,9 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 99,1 | 99,8 | 99,4 | 96,8 | 96,7 | 101,4 | 97,7 | 17,8 |
| 0:37:00 | 109,8 | 105,0 | 87,0 | 99,4 | 92,9 | 99,0 | 99,8 | 99,4 | 96,8 | 96,7 | 101,2 | 97,7 | 18,0 |
| 0:38:00 | 109,8 | 105,0 | 87,0 | 99,3 | 92,8 | 98,9 | 99,9 | 99,5 | 96,8 | 96,6 | 101,2 | 97,7 | 18,0 |
| 0:39:00 | 109,9 | 105,0 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 99,3 | 99,9 | 99,4 | 96,9 | 96,6 | 101,3 | 97,8 | 17,9 |
| 0:40:00 | 109,8 | 105,0 | 87,3 | 99,4 | 92,9 | 99,1 | 99,9 | 99,5 | 97,0 | 96,7 | 101,3 | 97,8 | 17,7 |
| 0:41:00 | 109,9 | 105,0 | 87,2 | 99,3 | 92,9 | 98,9 | 99,9 | 99,4 | 96,9 | 96,7 | 101,4 | 97,8 | 17,8 |
| 0:42:00 | 109,8 | 105,1 | 87,3 | 99,3 | 92,9 | 98,3 | 99,9 | 99,5 | 96,9 | 96,7 | 101,4 | 97,7 | 17,8 |
| 0:43:00 | 109,8 | 105,1 | 87,2 | 99,3 | 92,9 | 98,4 | 100,0 | 99,5 | 96,9 | 96,6 | 101,3 | 97,7 | 17,9 |
| 0:44:00 | 109,8 | 105,1 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 98,4 | 100,0 | 99,6 | 97,0 | 96,7 | 101,3 | 97,7 | 18,0 |
| 0:45:00 | 109,9 | 104,9 | 87,0 | 99,3 | 92,9 | 98,8 | 99,9 | 99,5 | 96,9 | 96,7 | 101,4 | 97,7 | 17,9 |
| 0:46:00 | 109,8 | 105,0 | 87,0 | 99,3 | 92,9 | 99,0 | 99,9 | 99,5 | 96,8 | 96,8 | 101,5 | 97,8 | 18,0 |
| 0:47:00 | 109,9 | 105,0 | 87,1 | 99,2 | 92,8 | 98,9 | 99,9 | 99,4 | 96,8 | 96,8 | 101,4 | 97,7 | 17,9 |
| 0:48:00 | 109,8 | 104,9 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 99,2 | 99,9 | 99,5 | 96,8 | 96,8 | 101,4 | 97,8 | 17,8 |
| 0:49:00 | 109,8 | 105,0 | 87,0 | 99,3 | 92,8 | 99,2 | 99,8 | 99,3 | 96,8 | 96,7 | 101,4 | 97,7 | 18,0 |
| 0:50:00 | 109,9 | 105,0 | 87,1 | 99,3 | 92,8 | 98,8 | 99,8 | 99,4 | 96,9 | 96,8 | 101,4 | 97,7 | 17,9 |
| 0:51:00 | 109,8 | 105,0 | 87,2 | 99,3 | 92,8 | 98,9 | 99,8 | 99,4 | 96,7 | 96,7 | 101,3 | 97,7 | 17,8 |

Continúa en la siguiente página



Fecha: Ene/18
 Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 6 de 15



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

| Tiempo (hh:mm:ss) | I (°C) | Temperaturas en las posiciones de medición (°C) | | | | | | | | | | T _{prom} (°C) | T _{max} - T _{min} (°C) |
|----------------------|--------|---|------|------|------|------|----------------|------|------|------|-------|---------------------------|--|
| | | Plano Superior | | | | | Plano Inferior | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 0:52:00 | 109,8 | 104,9 | 86,9 | 99,2 | 92,7 | 98,6 | 99,8 | 99,3 | 96,6 | 96,8 | 101,4 | 97,6 | 18,0 |
| 0:53:00 | 109,8 | 104,9 | 87,0 | 99,2 | 92,7 | 98,6 | 99,8 | 99,2 | 96,6 | 96,7 | 101,4 | 97,6 | 17,9 |
| 0:54:00 | 109,8 | 104,9 | 87,2 | 99,2 | 92,8 | 99,1 | 99,8 | 99,3 | 96,7 | 96,7 | 101,3 | 97,7 | 17,7 |
| 0:55:00 | 109,9 | 104,9 | 87,2 | 99,3 | 92,8 | 99,0 | 99,8 | 99,3 | 96,8 | 96,6 | 101,2 | 97,7 | 17,7 |
| 0:56:00 | 109,8 | 105,0 | 87,1 | 99,3 | 92,8 | 98,4 | 99,8 | 99,4 | 96,8 | 96,7 | 101,3 | 97,7 | 17,9 |
| 0:57:00 | 109,8 | 104,9 | 87,2 | 99,3 | 92,8 | 98,5 | 99,8 | 99,4 | 96,8 | 96,6 | 101,2 | 97,6 | 17,7 |
| 0:58:00 | 109,8 | 105,0 | 87,2 | 99,4 | 92,9 | 99,0 | 99,9 | 99,4 | 96,8 | 96,7 | 101,4 | 97,8 | 17,8 |
| 0:59:00 | 109,9 | 105,0 | 87,3 | 99,3 | 92,9 | 98,9 | 99,9 | 99,5 | 96,9 | 96,8 | 101,4 | 97,8 | 17,7 |
| 1:00:00 | 109,8 | 104,9 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 99,2 | 100,0 | 99,5 | 96,9 | 96,7 | 101,2 | 97,8 | 17,8 |
| 1:01:00 | 109,8 | 105,0 | 87,0 | 99,3 | 92,8 | 99,2 | 99,9 | 99,4 | 96,9 | 96,7 | 101,3 | 97,7 | 18,0 |
| 1:02:00 | 109,9 | 105,1 | 87,3 | 99,3 | 93,0 | 99,3 | 100,0 | 99,5 | 97,0 | 96,8 | 101,4 | 97,9 | 17,8 |
| T.PROM | 109,8 | 105,0 | 87,1 | 99,3 | 92,9 | 98,9 | 99,9 | 99,4 | 96,9 | 96,7 | 101,3 | 97,7 | |
| T.MAX | 109,9 | 105,1 | 87,4 | 99,5 | 93,0 | 99,4 | 100,1 | 99,6 | 97,0 | 96,8 | 101,5 | | |
| T.MIN | 109,8 | 104,8 | 86,9 | 99,2 | 92,7 | 98,3 | 99,7 | 99,2 | 96,6 | 96,6 | 101,2 | | |
| DTT | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 1,1 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | | |

| Parámetro | Valor (°C) | Incertidumbre Expandida (°C) |
|---|------------|---------------------------------|
| Temperatura Máxima Medida | 105,1 | 0,61 |
| Temperatura Mínima Medida | 86,9 | 0,71 |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo | 1,1 | 0,08 |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 17,9 | 0,9 |
| Estabilidad Medida (±) | 0,5 | 0,04 |
| Uniformidad Medida | 18,0 | 0,9 |

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t : Instante de tiempo en minutos. T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MÁX : Temperatura máxima. T_{prom} : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MÍN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima 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 estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



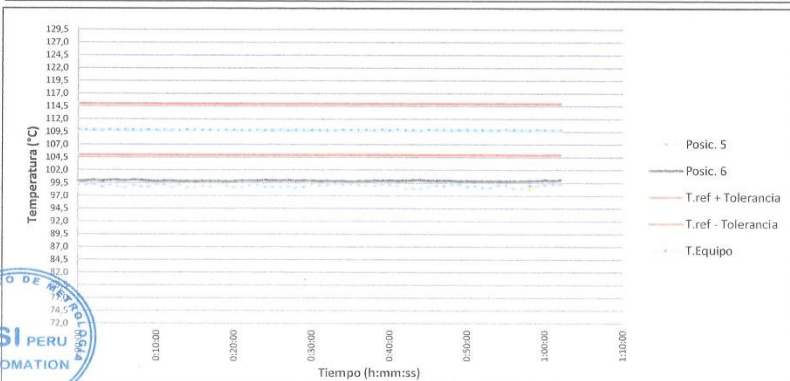
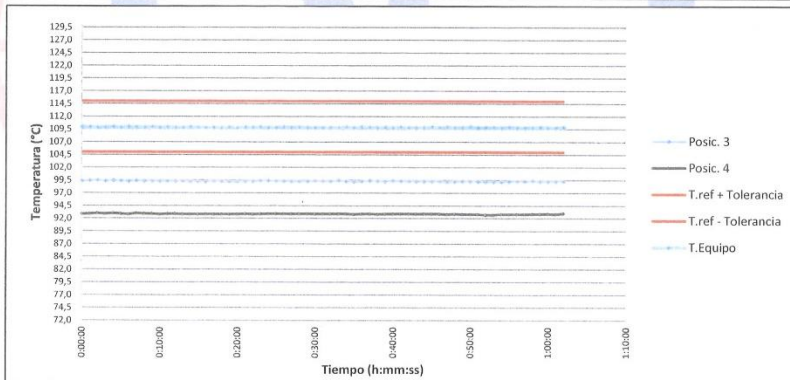
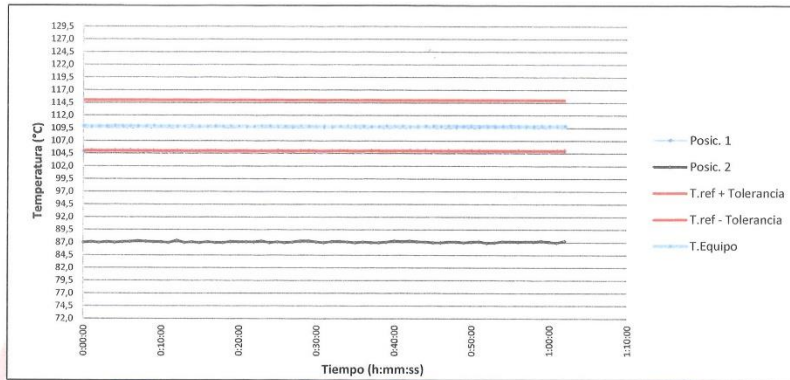
Fecha: Ene/18
 Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
 Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

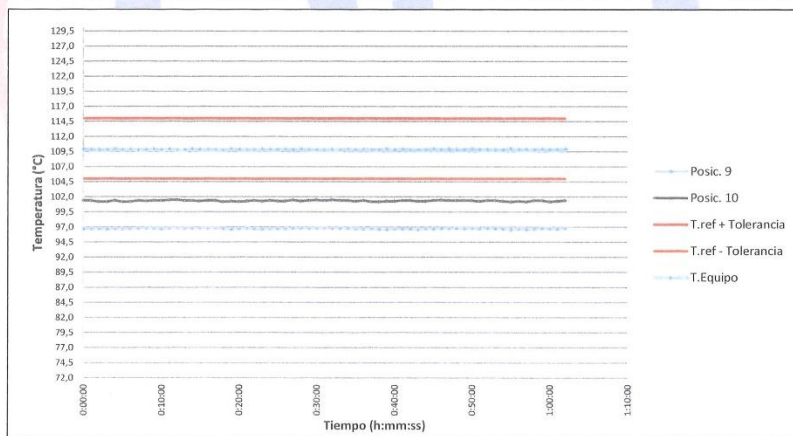
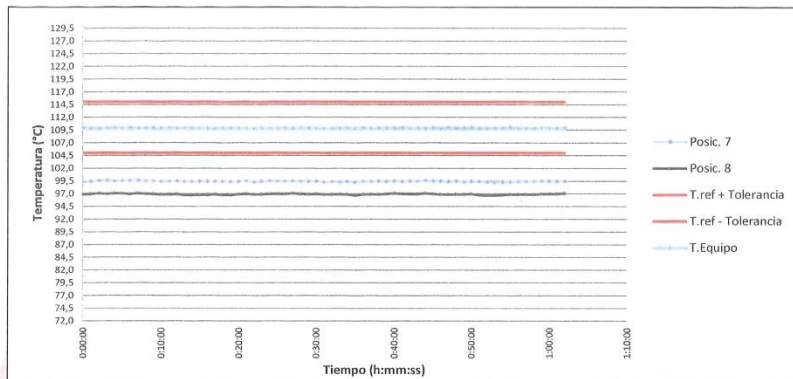
Gráficas para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-017**



Registro N° LC - 017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 180 °C ± 5 °C

Condiciones Ambientales

Temperatura : De 20,7 °C a 20,4 °C
Humedad : De 67,7 %hr a 67,7 %hr

| Tiempo (hh:mm:ss) | I (°C) | Temperaturas en las posiciones de medición (°C) | | | | | | | | | | Tprom (°C) | Tmax- Tmin (°C) |
|----------------------|--------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|---------------|-----------------------|
| | | Plano Superior | | | | | Plano Inferior | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 0:00:00 | 178,8 | 193,1 | 190,8 | 203,7 | 209,5 | 199,9 | 186,1 | 183,3 | 181,4 | 176,8 | 184,4 | 190,9 | 32,7 |
| 0:01:00 | 178,8 | 193,3 | 190,9 | 203,8 | 209,6 | 199,9 | 186,2 | 183,4 | 181,5 | 176,8 | 184,4 | 191,0 | 32,8 |
| 0:02:00 | 178,7 | 193,2 | 190,8 | 203,9 | 209,7 | 200,0 | 186,3 | 183,6 | 181,6 | 176,8 | 184,2 | 191,0 | 32,9 |
| 0:03:00 | 178,8 | 193,2 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 199,5 | 186,2 | 183,6 | 181,5 | 176,7 | 184,2 | 190,9 | 32,9 |
| 0:04:00 | 178,8 | 193,2 | 190,8 | 203,8 | 209,7 | 200,0 | 186,3 | 183,5 | 181,6 | 176,8 | 184,4 | 191,0 | 32,9 |
| 0:05:00 | 178,7 | 193,2 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 199,6 | 186,3 | 183,6 | 181,6 | 176,8 | 184,2 | 191,0 | 32,8 |
| 0:06:00 | 178,8 | 193,3 | 191,0 | 203,7 | 209,5 | 199,4 | 186,2 | 183,6 | 181,5 | 176,8 | 184,2 | 190,9 | 32,7 |
| 0:07:00 | 178,7 | 193,2 | 191,1 | 203,8 | 209,7 | 199,9 | 186,4 | 183,6 | 181,6 | 176,9 | 184,4 | 191,1 | 32,8 |
| 0:08:00 | 178,7 | 193,1 | 191,0 | 203,7 | 209,6 | 199,6 | 186,3 | 183,5 | 181,5 | 176,9 | 184,3 | 191,0 | 32,7 |
| 0:09:00 | 178,7 | 193,2 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 199,6 | 186,2 | 183,5 | 181,5 | 176,9 | 184,4 | 191,0 | 32,7 |
| 0:10:00 | 178,8 | 193,1 | 190,9 | 203,7 | 209,5 | 200,1 | 186,1 | 183,4 | 181,4 | 176,8 | 184,4 | 191,0 | 32,7 |
| 0:11:00 | 178,8 | 193,1 | 190,8 | 203,7 | 209,6 | 199,9 | 186,2 | 183,4 | 181,4 | 176,9 | 184,5 | 191,0 | 32,7 |
| 0:12:00 | 178,8 | 193,2 | 191,2 | 203,7 | 209,6 | 199,4 | 186,2 | 183,5 | 181,4 | 176,9 | 184,5 | 191,0 | 32,7 |
| 0:13:00 | 178,7 | 193,1 | 190,8 | 203,7 | 209,5 | 199,9 | 186,1 | 183,4 | 181,3 | 176,9 | 184,4 | 190,9 | 32,6 |
| 0:14:00 | 178,8 | 193,2 | 190,9 | 203,6 | 209,5 | 199,4 | 186,1 | 183,4 | 181,3 | 176,9 | 184,4 | 190,9 | 32,6 |
| 0:15:00 | 178,8 | 193,1 | 190,8 | 203,6 | 209,5 | 199,5 | 186,1 | 183,4 | 181,3 | 176,9 | 184,3 | 190,9 | 32,6 |
| 0:16:00 | 178,7 | 193,2 | 190,9 | 203,6 | 209,5 | 199,7 | 186,1 | 183,4 | 181,3 | 176,9 | 184,4 | 190,9 | 32,6 |
| 0:17:00 | 178,8 | 193,2 | 190,8 | 203,7 | 209,5 | 199,5 | 186,1 | 183,4 | 181,4 | 176,9 | 184,4 | 190,9 | 32,6 |
| 0:18:00 | 178,7 | 193,1 | 190,8 | 203,7 | 209,5 | 200,1 | 186,1 | 183,4 | 181,3 | 176,8 | 184,2 | 190,9 | 32,7 |
| 0:19:00 | 178,7 | 193,1 | 191,0 | 203,6 | 209,5 | 199,8 | 186,0 | 183,3 | 181,3 | 176,7 | 184,3 | 190,9 | 32,8 |
| 0:20:00 | 178,7 | 193,1 | 190,9 | 203,6 | 209,5 | 199,5 | 186,1 | 183,4 | 181,4 | 176,8 | 184,2 | 190,9 | 32,7 |
| 0:21:00 | 178,7 | 193,2 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 199,4 | 186,2 | 183,5 | 181,5 | 176,9 | 184,3 | 190,9 | 32,7 |
| 0:22:00 | 178,7 | 193,1 | 190,9 | 203,7 | 209,5 | 199,8 | 186,2 | 183,3 | 181,4 | 176,8 | 184,4 | 190,9 | 32,7 |
| 0:23:00 | 178,8 | 193,2 | 191,1 | 203,8 | 209,6 | 199,8 | 186,2 | 183,4 | 181,4 | 176,7 | 184,3 | 191,0 | 32,9 |
| 0:24:00 | 178,8 | 193,1 | 190,8 | 203,8 | 209,6 | 199,5 | 186,3 | 183,5 | 181,5 | 176,8 | 184,4 | 190,9 | 32,8 |
| 0:25:00 | 178,8 | 193,2 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 199,5 | 186,2 | 183,5 | 181,5 | 176,8 | 184,3 | 190,9 | 32,8 |
| 0:26:00 | 178,7 | 193,0 | 190,8 | 203,7 | 209,6 | 199,5 | 186,2 | 183,5 | 181,5 | 176,8 | 184,3 | 190,9 | 32,8 |
| 0:27:00 | 178,8 | 193,1 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 199,6 | 186,3 | 183,5 | 181,6 | 176,9 | 184,5 | 191,0 | 32,7 |
| 0:28:00 | 178,8 | 193,2 | 191,1 | 203,7 | 209,6 | 199,3 | 186,2 | 183,5 | 181,5 | 176,9 | 184,3 | 190,9 | 32,7 |
| 0:29:00 | 178,8 | 193,2 | 191,1 | 203,7 | 209,6 | 199,5 | 186,2 | 183,4 | 181,4 | 176,9 | 184,4 | 191,0 | 32,7 |
| 0:30:00 | 178,7 | 193,1 | 190,9 | 203,8 | 209,6 | 200,2 | 186,2 | 183,5 | 181,5 | 176,9 | 184,5 | 191,0 | 32,7 |
| 0:31:00 | 178,8 | 193,0 | 190,8 | 203,7 | 209,6 | 199,7 | 186,1 | 183,3 | 181,4 | 176,9 | 184,4 | 190,9 | 32,7 |
| 0:32:00 | 178,7 | 193,2 | 191,0 | 203,7 | 209,6 | 199,9 | 186,2 | 183,4 | 181,4 | 176,9 | 184,5 | 191,0 | 32,7 |
| 0:33:00 | 178,7 | 193,2 | 191,0 | 203,8 | 209,6 | 200,2 | 186,1 | 183,3 | 181,4 | 176,9 | 184,4 | 191,0 | 32,7 |
| 0:34:00 | 178,7 | 193,2 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 200,0 | 186,1 | 183,4 | 181,4 | 176,9 | 184,4 | 191,0 | 32,7 |
| 0:35:00 | 178,8 | 193,1 | 190,8 | 203,6 | 209,5 | 200,1 | 186,0 | 183,2 | 181,2 | 176,8 | 184,3 | 190,9 | 32,7 |
| 0:36:00 | 178,8 | 193,1 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 199,9 | 186,1 | 183,4 | 181,4 | 176,8 | 184,4 | 190,9 | 32,8 |
| 0:37:00 | 178,8 | 193,2 | 190,8 | 203,8 | 209,6 | 199,8 | 186,1 | 183,4 | 181,4 | 176,8 | 184,2 | 190,9 | 32,8 |
| 0:38:00 | 178,7 | 193,2 | 190,8 | 203,7 | 209,5 | 199,7 | 186,2 | 183,5 | 181,4 | 176,7 | 184,2 | 190,9 | 32,8 |
| 0:39:00 | 178,8 | 193,2 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 200,1 | 186,2 | 183,4 | 181,5 | 176,7 | 184,3 | 191,0 | 32,9 |
| 0:40:00 | 178,8 | 193,2 | 191,1 | 203,8 | 209,6 | 199,9 | 186,2 | 183,5 | 181,6 | 176,8 | 184,3 | 191,0 | 32,8 |
| 0:41:00 | 178,8 | 193,2 | 191,0 | 203,7 | 209,6 | 199,7 | 186,2 | 183,4 | 181,5 | 176,8 | 184,4 | 191,0 | 32,8 |
| 0:42:00 | 178,7 | 193,3 | 191,1 | 203,7 | 209,6 | 199,1 | 186,2 | 183,5 | 181,5 | 176,8 | 184,4 | 190,9 | 32,8 |
| 0:43:00 | 178,8 | 193,3 | 191,0 | 203,7 | 209,6 | 199,2 | 186,3 | 183,5 | 181,5 | 176,7 | 184,3 | 190,9 | 32,9 |
| 0:44:00 | 178,7 | 193,3 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 199,2 | 186,3 | 183,6 | 181,6 | 176,8 | 184,3 | 190,9 | 32,8 |
| 0:45:00 | 178,8 | 193,1 | 190,8 | 203,7 | 209,6 | 199,6 | 186,2 | 183,5 | 181,5 | 176,8 | 184,4 | 190,9 | 32,8 |
| 0:46:00 | 178,7 | 193,2 | 190,8 | 203,7 | 209,6 | 199,8 | 186,2 | 183,5 | 181,4 | 176,9 | 184,5 | 191,0 | 32,7 |
| 0:47:00 | 178,7 | 193,2 | 190,9 | 203,6 | 209,5 | 199,7 | 186,2 | 183,4 | 181,4 | 176,9 | 184,4 | 190,9 | 32,6 |
| 0:48:00 | 178,7 | 193,1 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 200,0 | 186,2 | 183,5 | 181,4 | 176,9 | 184,4 | 191,0 | 32,7 |
| 0:49:00 | 178,7 | 193,2 | 190,8 | 203,7 | 209,5 | 200,0 | 186,1 | 183,3 | 181,4 | 176,8 | 184,4 | 190,9 | 32,7 |
| 0:50:00 | 178,7 | 193,2 | 190,9 | 203,7 | 209,5 | 199,6 | 186,1 | 183,4 | 181,5 | 176,9 | 184,4 | 190,9 | 32,6 |
| 0:51:00 | 178,8 | 193,2 | 191,0 | 203,7 | 209,5 | 199,7 | 186,1 | 183,4 | 181,3 | 176,8 | 184,3 | 190,9 | 32,7 |

Continúa en la siguiente página



Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima

Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 10 de 15



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 180 °C ± 5 °C

| Tiempo (hh:mm:ss) | l (°C) | Temperaturas en las posiciones de medición (°C) | | | | | | | | | | Tprom (°C) | Tmax- Tmin (°C) |
|----------------------|--------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|---------------|-----------------------|
| | | Plano Superior | | | | | Plano Inferior | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 0:52:00 | 178,7 | 193,1 | 190,7 | 203,6 | 209,4 | 199,4 | 186,1 | 183,3 | 181,2 | 176,9 | 184,4 | 190,8 | 32,5 |
| 0:53:00 | 178,7 | 193,1 | 190,8 | 203,6 | 209,4 | 199,4 | 186,1 | 183,2 | 181,2 | 176,8 | 184,4 | 190,8 | 32,6 |
| 0:54:00 | 178,7 | 193,1 | 191,0 | 203,6 | 209,5 | 199,9 | 186,1 | 183,3 | 181,3 | 176,8 | 184,3 | 190,9 | 32,7 |
| 0:55:00 | 178,7 | 193,1 | 191,0 | 203,7 | 209,5 | 199,8 | 186,1 | 183,3 | 181,4 | 176,7 | 184,2 | 190,9 | 32,8 |
| 0:56:00 | 178,8 | 193,2 | 190,9 | 203,7 | 209,5 | 199,2 | 186,1 | 183,4 | 181,4 | 176,8 | 184,3 | 190,9 | 32,7 |
| 0:57:00 | 178,8 | 193,1 | 191,0 | 203,7 | 209,5 | 199,3 | 186,1 | 183,4 | 181,4 | 176,7 | 184,2 | 190,9 | 32,8 |
| 0:58:00 | 178,8 | 193,2 | 191,0 | 203,8 | 209,6 | 199,8 | 186,2 | 183,4 | 181,4 | 176,8 | 184,4 | 191,0 | 32,8 |
| 0:59:00 | 178,7 | 193,2 | 191,1 | 203,7 | 209,6 | 199,7 | 186,2 | 183,5 | 181,5 | 176,9 | 184,4 | 191,0 | 32,7 |
| 1:00:00 | 178,8 | 193,1 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 200,0 | 186,3 | 183,5 | 181,5 | 176,8 | 184,2 | 191,0 | 32,8 |
| 1:01:00 | 178,8 | 193,2 | 190,8 | 203,7 | 209,5 | 200,0 | 186,2 | 183,4 | 181,5 | 176,8 | 184,3 | 191,0 | 32,7 |
| 1:02:00 | 178,8 | 193,3 | 191,1 | 203,7 | 209,7 | 200,1 | 186,3 | 183,5 | 181,6 | 176,9 | 184,4 | 191,1 | 32,8 |
| T.PROM | 178,8 | 193,2 | 190,9 | 203,7 | 209,6 | 199,7 | 186,2 | 183,4 | 181,5 | 176,9 | 184,4 | 190,9 | |
| T.MAX | 178,8 | 193,3 | 191,2 | 203,9 | 209,7 | 200,2 | 186,4 | 183,6 | 181,6 | 176,9 | 184,5 | | |
| T.MIN | 178,7 | 193,0 | 190,7 | 203,6 | 209,4 | 199,1 | 186,0 | 183,2 | 181,2 | 176,7 | 184,2 | | |
| DTT | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 1,1 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | | |

| Parámetro | Valor (°C) | Incertidumbre Expandida (°C) |
|---|------------|---------------------------------|
| Temperatura Máxima Medida | 209,7 | 0,83 |
| Temperatura Mínima Medida | 176,7 | 0,42 |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo | 1,1 | 0,08 |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 32,7 | 0,9 |
| Estabilidad Medida (±) | 0,5 | 0,04 |
| Uniformidad Medida | 32,9 | 0,9 |

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

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

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima 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 estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



Fecha: Ene/18
 Versión 03

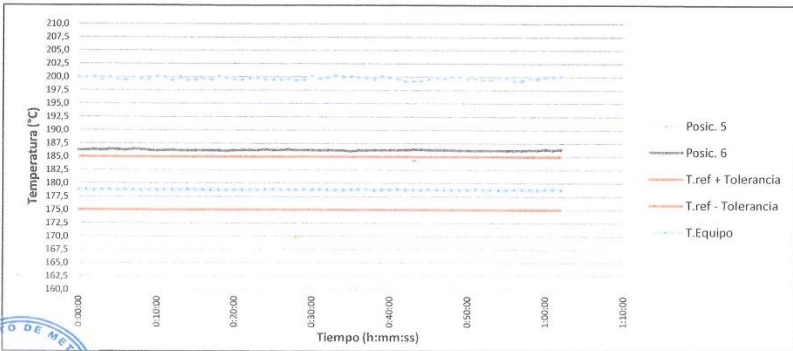
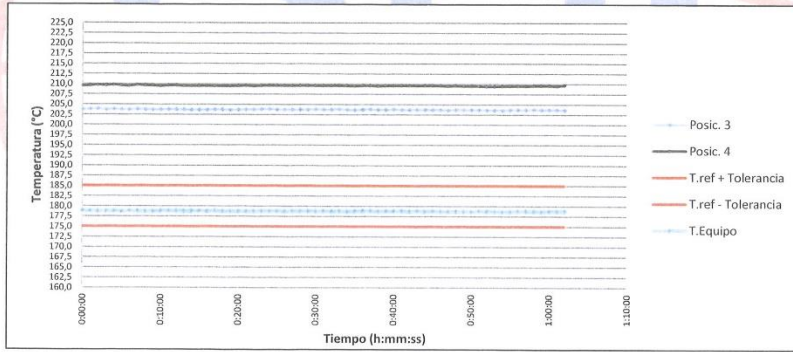
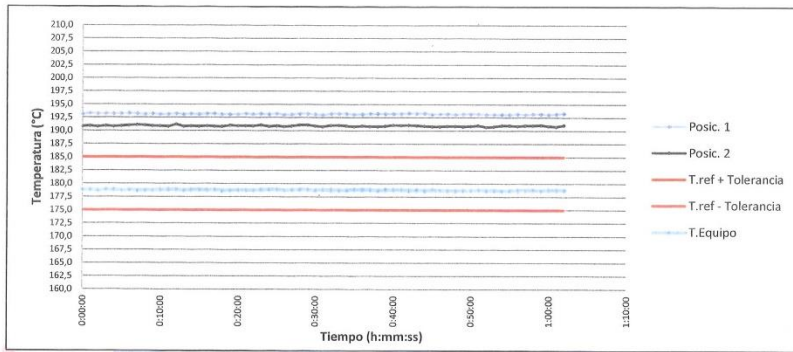
Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Millla, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
 Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 11 de 15



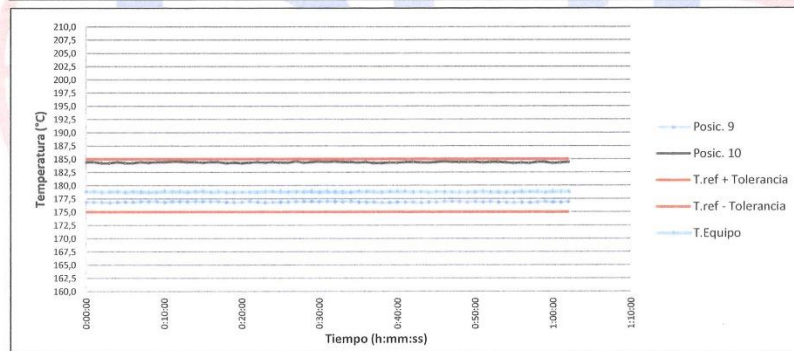
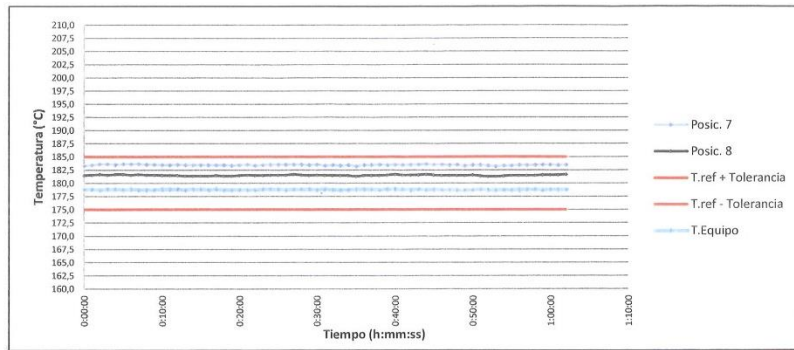
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo 180 °C ± 5 °C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo 180 °C ± 5 °C



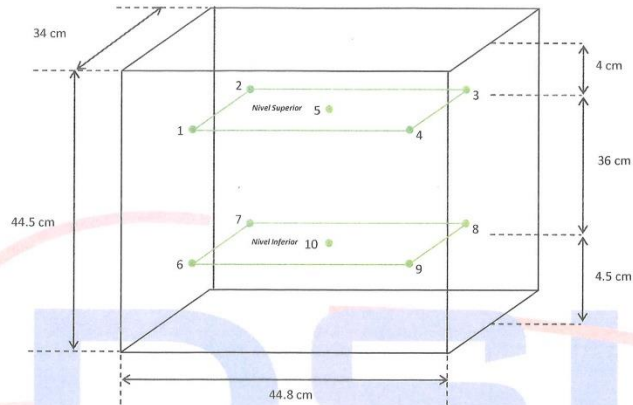
Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Distribución de los sensores dentro del medio isoterma



Las posiciones del 1 al 4 y del 6 al 9 se ubicaron a 5 cm de las caras laterales y 5 cm del fondo y frente del medio isoterma.
Las posiciones 5 y 10 se ubicaron al centro de sus respectivos niveles.

Imagen del medio isoterma



Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

DECLARACIÓN DE LA CONFORMIDAD

Primer punto de calibración:

El medio isoterma cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

Segundo punto de calibración:

El medio isoterma no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

Tercer punto de calibración:

El medio isoterma no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

8. OBSERVACIONES

Para fines de identificación se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

() Identificación asignada por DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L.*

Fin del Documento



Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097
Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 15 de 15

ANEXO: 6 FOTOS DE LABORATORIO

| | |
|--|---|
| <p>Densidad relativa de agregado grueso</p>  | <p>absorción de cerámica</p>  |
| <p>Gravedad específica</p>  | <p>Equipo de densidad relativa</p>  |

Peso unitario del A.G.



Peso unitario compactado de cerámico



Granulometría de agregado grueso



P.U.S y P.U.C del agregado fino



Pesaje del A.F



Peso de agua



Peso de agregado grueso



Peso de residuo de Ceniza de Arroz.



Toma de temperatura del concreto



Colocación de desmoldante en probeta



Diseño de viga flexión



Slump



Chuseando al concreto de la probeta



Botadero clandestino de ceramico



Medidas de probeta



Tiempo de fraguado



Equipo de rotura de probeta



Rotura de probeta

