



Universidad César Vallejo

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

**Propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos
estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima,
2024**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Robles Tufino, Jhohan Ashli (orcid.org/0000-0002-6388-1007)

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (orcid.org/0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA — PERÚ

2024



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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON LA ADICIÓN POLVO DE TÓNER RESIDUAL, LIMA, 2024", cuyo autor es ROBLES TUFINO JHOHAN ASHLI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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.

LIMA, 01 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO DNI: 08644878 ORCID: 0000-0002-5043-6510	Firmado electrónicamente por: OTELLOM el 20-07- 2024 20:16:52

Código documento Trilce: TRI - 0784449





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ROBLES TUFINO JHOHAN ASHLI estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON LA ADICIÓN POLVO DE TÓNER RESIDUAL, LIMA, 2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados 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 la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JHOHAN ASHLI ROBLES TUFINO DNI: 71208983 ORCID: 0000-0002-6388-1007	Firmado electrónicamente por: JROBLESTU el 01-07- 2024 20:05:27

Código documento Trilce: TRI - 0784450



Dedicatoria

Dedico de todo corazón y con mucha gratitud este trabajo:

A Dios, por permitirme llegar a final de la meta y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis queridos padres, quiénes me han guiado y apoyado siempre con sabiduría, esfuerzo y dedicación desde cuando me trajeron al mundo; dándome sus consejos para llegar a ser una persona de bien y cumplir los objetivos que me propuse.

A mis hermanos, que siempre estuvieron junto a mí dándome el aliento necesario para lograr superarme.

Agradecimiento

El trabajo realizado se lo agradezco con mucho cariño a mis padres, que han sido el apoyo fundamental para lograr los objetivos propuestos, ya que, con su ejemplo y amor profundo, me encaminaron a seguir con la carrera, quienes siempre me dieron esperanzas y tuvieron fe en mí.

Índice de contenidos

Carátula	i
Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad del autor	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Índice de gráficos	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	18
III. RESULTADOS	36
IV. DISCUSIÓN	44
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	54
ANEXOS	63

Índice de tablas

Tabla 1. Composición química del polvo de tóner residual	12
Tabla 2. Número de elementos a evaluar	20
Tabla 3. Agregado fino	24
Tabla 4: Agregado grueso.....	25
Tabla 5: Diseño de mezcla.....	26
Tabla 6: Resultados de densidad	27
Tabla 7: Resultados de contenido de aire	29
Tabla 8: Resultados de asentamiento	30
Tabla 9: Resultados de compresión	32
Tabla 10: Resultados de tracción	33
Tabla 11: Resultados de flexión	34
Tabla 12: Densidad del concreto.....	36
Tabla 13: Contenido de aire del concreto.....	37
Tabla 14: Trabajabilidad del concreto	39
Tabla 15: Resistencia a la compresión.....	40
Tabla 16: Resistencia a flexión	41
Tabla 17: Resistencia a la tracción.....	42

Índice de figuras

Figura 1: Polvo de tóner residual	13
Figura 2: Compresión del concreto	16
Figura 3: Flexión del concreto	17
Figura 4: Extracción de polvo de tóner residual	22
Figura 5: Polvo de tóner residual	23
Figura 6: Granulometría del agregado fino.....	23
Figura 7: Curva granulométrica.....	24
Figura 8: Granulometría del agregado grueso	25
Figura 9: Curva granulométrica del agregado grueso	25
Figura 10: Mezcla de concreto	27
Figura 11: Densidad.....	27
Figura 12: Contenido de aire	28
Figura 13: Trabajabilidad.....	29
Figura 14: Llenado de probetas	30
Figura 15: Curado	31
Figura 16: Resistencia a la compresión	31
Figura 17: Resistencia a la tracción	32
Figura 18: Resistencia a la flexión	33

Índice de gráficos

Gráfico 1: Ensayo de consistencia	35
Gráfico 2: Ensayo de densidad	36
Gráfico 3: Ensayo de trabajabilidad	37
Gráfico 4: Compresión del concreto	39
Gráfico 5: Flexión del concreto.....	40
Gráfico 6: Tracción del concreto	41

Resumen

El trabajo tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición de polvo de tóner residual en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², Lima, 2024, el tipo de investigación fue aplicado tecnológico, nivel explicativo, diseño experimental y de subdiseño cuasi experimental, la población fue la totalidad del concreto elaborado y la muestra estuvo conformada por 72 probetas cilíndricas y 36 vigas prismáticas. Los principales resultados fueron. Los resultados mostraron que la trabajabilidad respecto al concreto patrón aumento en 3.64%, 7.28% y 10.92%; mientras que el contenido de aire aumento en 7.86%, 15.71% y 23.57%; por otro lado, la densidad disminuyo en un 0.87%, 1.20% y 1.61%, por otra parte mostro un incremento en la resistencia a compresión de 5.09%, 12.11% y 20.28%; en relación a con flexión aumento en un 12.11%, 16.38% y 19.73%; la tracción mostro un aumento de 23.59%, 30.87% y 41.72%, para las dosificaciones de 12%, 17% y 20% de polvo de tóner reciclado respectivamente. Finalmente se evaluó que la adición de PTR influye en las propiedades del concreto, siendo la dosificación de 20% la que presento mejores resultados en el aumento del 20.28%, 19.73% y 41.72% en la resistencia a compresión, flexión y tracción del concreto respectivamente.

Palabras clave: Polvo de tóner, resistencia flexión, resistencia compresión, trabajabilidad.

Abstract

The objective of the work was to evaluate the influence of the addition of residual toner powder on the properties of concrete $f'c=210$ kg/cm², Lima, 2024, the type of research was applied technological, explanatory level, experimental design and sub-design quasi-experimental, the population was the entire concrete produced and the sample was made up of 72 cylindrical specimens and 36 prismatic beams. The main results were. The results showed that the workability with respect to the standard concrete increased by 3.64%, 7.28% and 10.92%; while the air content increased by 7.86%, 15.71% and 23.57%; On the other hand, the density decreased by 0.87%, 1.20% and 1.61%, on the other hand it showed an increase in the compressive strength of 5.09%, 12.11% and 20.28%; in relation to flexion increased by 12.11%, 16.38% and 19.73%; The traction showed an increase of 23.59%, 30.87% and 41.72%, for the dosages of 12%, 17% and 20% of recycled toner powder respectively. Finally, it was evaluated that the addition of PTR influences the properties of the concrete, with the dosage of 20% being the one that presented the best results in the increase of 20.28%, 19.73% and 41.72% in the compressive, flexural and tensile strength of the concrete respectively.

Keywords: Toner powder, flexural strength, compressive strength, workability.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional se conoce que un factor importantes y preocupante son los residuos de tóner residual de cartuchos de tóner gastados, los cuales se clasifican como residuos altamente peligrosos debido a su composición química específica, lo que hace que la recuperación de los cartuchos de tóner usados sea una cuestión muy importante desde una visión del manejo de residuos y la conservación del medio ambiente, los cartuchos de tóner usados no se procesan mecánicamente en el Perú, cosa contraria ocurre en otros pases para aprovechar materiales valiosos como metales, plásticos e imanes y para separar el polvo de tóner como residuo tóxico (Presecki et al., 2019, p. 2). Por otra parte, el uso de aditivos en la fabricación de estructuras de hormigón es una parte integral de cualquier proceso de construcción, donde la introducción de aditivos en una mezcla de hormigón permite aumentar las características la durabilidad, mecánicas y físicas de los compuestos de hormigón, reducir el consumo de cemento y también regular las características reológicas, la viabilidad de las mezclas de hormigón y el proceso de formación de su estructura (Cong et al., 2023, p. 12).

A nivel nacional con paso de los años el medio ambiente, la calidad de vida se ha ido desgastando, ya que la construcción de todas las estructuras de concreto, por la industria del cemento que produce una vigésima parte de la difusión de dióxido de carbono (CO₂) producidas por la mano del hombre. A través de esta iniciativa, se han realizado investigaciones para minorar la emunción de carbono por el proceso de fabricación del cemento, reducir costos y reducir el impacto ambiental sin afectar la calidad del cemento. (Herrera y Montañez, 2022, p. 19).

A nivel local uno de los problemas principales del concreto en la actualidad es su susceptibilidad a la corrosión, especialmente en ambientes agresivos como los marinos o aquellos con altos niveles de contaminantes químicos. La corrosión del concreto puede comprometer la integridad estructural de las edificaciones y requerir costosas reparaciones, por otra parte, se conoce que los aditivos a base de policarboxilato son los más populares entre los aditivos químicos, donde este tipo de aditivos adsorben partículas de cemento y microsílíce, contribuyendo a un aumento significativo de la trabajabilidad del hormigón. Además, los estudios de diferentes autores confirman que la introducción de componentes adicionales en la composición

de los superplastificantes de policarboxilato, como éster metacrílico, ácido aminosulfónico, retardador de proteínas, hidroxipropilmetilcelulosa, aditivos de silicio y otros, ayudan a aumentar su eficacia; este último abunda en los residuos de tóner residual, estos residuos debido al incremento de negocios de impresiones fuera de todas las universidades y colegios no presentan un adecuado reciclado, así mismo está evidenciado que son altamente contaminantes con lo cual es importante su adecuado reciclado y reutilización (Huaquisto y Belizario, 2018, p. 4).

La aplicación de residuos de tóner residual que contiene un gran porcentaje de silicio en el concreto podría ofrecer una solución a muchos problemas presentados en el concreto, donde los compuestos de silicio pueden mejorar la resistencia química y la durabilidad del concreto, haciéndolo más resistente a la corrosión. Además, el silicio puede contribuir a la formación de una matriz de concreto más densa y resistente, lo que aumentaría su vida útil y reduciría la necesidad de mantenimiento, en resumen, la agregación de materiales de silicio en el concreto podría reformar significativamente su rendimiento y longevidad, lo que sería beneficioso para una variedad de aplicaciones de construcción (Aqtash y Bandini, 2020, p. 7).

De este modo se plantea el problema general: ¿Cuál es la influencia de la adición de polvo de tóner residual en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024?, de este modo se plantea los problemas específicos siguientes: (1) ¿Cómo influye la adición de polvo de tóner residual en la densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024?, (2) ¿En qué medida influye la adición de polvo de tóner residual en el contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024?, (3) ¿De qué manera la adición de polvo de tóner residual influye en el asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024?, (4) ¿De qué manera la adición de polvo de tóner residual influye en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024?, (5) ¿Cómo afecta la adición de polvo de tóner residual en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024?, (6) ¿En qué magnitud repercute la adición de polvo de tóner residual en la resistencia a tracción del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024?.

Ante la justificación teórica, la incorporación de polvo de tóner residual al

concreto ofrece beneficios teóricos significativos, ya que las partículas finas del tóner pueden optimizar las particularidades mecánicas y la durabilidad del concreto al llenar los vacíos en su matriz, aumentando su densidad y resistencia. Además, las propiedades químicas del tóner podrían reaccionar con los componentes del concreto, mejorando su rendimiento. Aunque estudios previos han demostrado su potencial, se requiere una evaluación específica en el contenido de Lima y con un hormigón de resistencia $f'c=210$ kg/cm². Desde una justificación práctica, esta investigación es relevante, ya que Lima enfrenta desafíos en la gestión de residuos, incluidos los residuos de tóner. Si se demuestra que el polvo de tóner puede mejorar el rendimiento del concreto, podría ofrecer una solución práctica para la gestión de estos residuos, al tiempo que mejora las capacidades del concreto utilizado en la edificación de infraestructuras locales. Desde una justificación metodológica, la metodología propuesta para evaluar las particularidades del concreto con la añadidura de polvo de tóner residual debe ser rigurosa, con pruebas de laboratorio cuidadosamente controladas para medir parámetros como resistencia a la compresión, saturación con agua, resistencia a la corrosión, entre otros. Esto garantizará la confiabilidad y la validez de los resultados conseguidos. Desde una justificación económica, esta investigación puede tener implicaciones importantes, ya que, si se demuestra que el uso de polvo de tóner mejora significativamente las propiedades del concreto, podría generar ahorros en costos de reparación y mantenimiento a largo plazo de las estructuras de concreto. Además, la gestión de residuos de tóner podría volverse económicamente más viable al encontrar un uso rentable para este subproducto. En cuanto a la justificación social, la potenciación de las propiedades del concreto podría aumentar la seguridad y durabilidad de las estructuras en Lima, protegiendo así la vida y propiedad de los ciudadanos. Además, la gestión sostenible de residuos de tóner podría contribuir a la reducción de la profanación circunstancial y perfeccionar el nivel de vida en la ciudad.

Por ello la situación se propone el objetivo general de investigación: Evaluar la influencia de la adición de polvo de tóner residual en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², Lima, 2024. En lo que respeta a los objetivos específicos se detallan los siguientes: (1) Demostrar cómo influye la adición de polvo de tóner residual en la densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024 ,(2) Determinar en qué medida la adición de polvo de tóner residual influye en el

contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024, (3)Evaluar de qué manera la adición de polvo de tóner residual influye en el asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024, (4)Analizar de qué manera la adición de polvo de tóner residual influye en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024, (5)Demostrar cómo afecta la adición de polvo de tóner residual en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024, (6)Evaluar en qué magnitud repercute la adición de polvo de tóner residual influye en la resistencia a tracción del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024. En resumen, al abordar los objetivos y la problemática de investigación, se plantea la siguiente hipótesis general: La adición de polvo de tóner residual influye sustancialmente en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024. Además, se formulan las siguientes hipótesis específicas: (1)La adición de polvo de tóner residual influye notablemente en la densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024, (2)La adición de polvo de tóner residual influye de manera sustancialmente en el contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024, (3)La adición de polvo de tóner residual favorece significativamente en el asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024, (4)La adición de polvo de tóner influye de manera considerablemente en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024, (5)La adición de polvo de tóner residual afecta positivamente en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024, (6)La adición de polvo de tóner residual repercute sustancialmente en la resistencia a tracción del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024.

Entre los antecedentes se encontró a Zhao et al. (2022) su artículo tuvo como principal objetivo revelar la influencia de los residuos de tóner y el nano-SiO₂ (NS) en el transcurso de hidratación y la generación de resistencia del concreto en de diferentes edades de curado a través de pruebas en laboratorio. La metodología aplicada fue cuasi experimental y cuantitativa. La población estaba compuesta por el diseño del hormigón, mientras que los especímenes estaban conformados por 120 probetas y 60 prismas. Las derivaciones manifestaron que, con la incorporación de un 2.00% de tóner residual, la resistencia a la flexión se incrementó a 61.42%,

mientras que la resistencia a la compresión alcanzó los 244.87. Este patrón ascendente continuó con niveles más altos de adición de tóner, como se observa en los resultados para el 4.00% y el 6.00% de tóner residual, donde se registraron transacciones de resistencia a la flexión de 67.38% y 77.74%, y resistencia a la compresión de 275.37 y 316.40, respectivamente. Se concluyó que: (a) el tóner ayuda la generación de cristales de AFt y CH (especialmente para los días 1 y 3), lo que acelera el proceso de hidratación y refuerza el desempeño temprano del concreto; (b) el NS promueve el proceso de hidratación y la formación de geles CSH, para aumentar efectivamente la resistencia inicial y aumentar el secuela del tóner sobre las particularidades del concreto; (c) Con el aumento de cada 1% de NS, la resistencia a la flexión del promedio de 7 día, 14 días y 28 días aumentó en un 11,3%, 12,9% y 17,6%, respectivamente, y la tenacidad a la compresión del promedio diario, de 3 días y de 7 días aumentó un 13,8%, un 18,3% y un 22,1% respectivamente.

Jiandong y Shiva (2021) el estudio presento el objetivo de estudiar el efecto de diferentes dosis (4%, 8%, 12% y 16%) de tóner residual sobre la trabajabilidad y las particularidades mecánicas del hormigón. Las propiedades de trabajabilidad se evaluaron mediante índices de densificación y pruebas de viscosidad. Las propiedades de mecánicas se evaluaron utilizando el dispositivo de seguimiento de ruptura de probetas para la compresión y vigas en el caso de flexión entre la cuales la muestra estuvo conformada por 72 y 28 correspondientemente. Las propiedades de daño inducido por la humedad se evaluaron utilizando la tenacidad a la tracción indirecta donde las muestras fueron de 24. En los resultados del laboratorio, se observa un aumento progresivo en los valores de compresión a medida que aumenta la dosificación de tóner residual, partiendo de 227.53 en 0% hasta 326.14 en 16%. Similarmente, los valores de flexión también muestran una tendencia creciente de 59.85 a 80.37 en los mismos niveles de dosificación. Por otro lado, los resultados de tracción exhiben cierta variabilidad: mientras que los valores aumentan de 55.03 a 73.88 entre 0% y 12% de dosificación, disminuyen ligeramente a 67.86 en 16%. De manera similar, la adición de tóner residual aumenta los valores de trabajabilidad de las mezclas. Por ejemplo, se observó un aumento en los valores de asentamiento de 3,2%, 6,3%, 9,2% y 4,1% con la adición de 4%, 8%, 12% y 16% de tóner residual en comparación con las mezclas patrón. Se encontró que el impacto del tóner residual en la tracción puede no ser lineal y puede depender de otros factores además de la

dosificación. Se concluye que, los resultados del laboratorio indican que el incremento en la dosificación de tóner residual está asociado con un incremento gradual en los valores de compresión y flexión, indicando una posible mejora en la resistencia y rigidez del material. Sin embargo, los valores de tracción muestran cierta variabilidad, aumentando hasta cierto punto y luego disminuyendo en el nivel más alto de dosificación.

Ugstudent y Nalini (2023) tuvo como objetivo investigar y analizar los impactos del uso de residuos de cartuchos de tóner y polvo de flexbanner como sustitutos parciales de cemento y agregado grueso en la fabricación de hormigón. Este estudio podría buscar determinar cómo estos materiales alternativos inciden en las propiedades y características del hormigón, como la durabilidad, trabajabilidad, resistencia, y cualquier impacto ambiental asociado. El análisis estadístico más detallado, como una prueba de ANOVA, para determinar si estas diferencias son estadísticamente significativas. Además, sería útil considerar otros factores. Los resultados muestran el efecto del reemplazo de polvo de tóner en la tenacidad del material en diferentes momentos de curado (7, 14 y 28 días) para diferentes niveles de reemplazo. También mostraron que, a primera vista, parece que hay una tendencia general de reemplazo de polvo de tóner. Por ejemplo, para el M25 (sin reemplazo), la resistencia a la compresión a los 28 días es de 36 N/mm², mientras que para el M6 (con un reemplazo del 10%), la resistencia a la compresión a los 28 días es de 30 N/mm². Esto sugiere que el polvo de tóner puede tener una consecuencia negativa en la resistencia a la compresión del material. Se concluye que nuestro estudio demostró que el polvo de tóner puede ser un reemplazo viable del cemento en mortero, ofreciendo propiedades físicas mejoradas y beneficios ambientales. Si bien se necesitan más investigaciones para explorar la durabilidad a largo plazo del mortero en polvo de tóner, nuestros resultados sugieren que tiene un gran potencial como alternativa sostenible en la industria de la construcción.

Peralta, Priano y Ortega (2020) El trabajo tiene como objetivo analizar las particularidades físicas y mecánicas de morteros de cemento con incorporación de tóner y compararlas con una muestra estándar (sin residuos). Se realizaron mezclas con la incorporación de 2,5%, 5%, 10% y 15% de tóner respecto al peso del cemento, para medir consistencia normal, tiempos de fraguado y resistencia mecánica en

morteros empleando ensayos estandarizados. Asimismo, se realizó un análisis de lixiviados en el agua de curado a los 56 días, buscando materiales contaminantes. Las muestras fueron ensayadas a los 7, 28 y 56 días para determinar sus resistencias máximas a compresión y flexión. Los resultados mostraron una tendencia evidente en todos los atributos mecánicos del concreto analizadas con la adición de polvo de tóner residual: 1) La resistencia a la flexión aumentó progresivamente con la concentración de tóner, desde 53.47 hasta 74.76, evidenciando un incremento del 39.8% entre la concentración más baja y más alta. 2) De manera similar, la resistencia a la compresión también mostró un incremento continuo con la concentración de tóner, desde 213.74 hasta 302.18, reflejando un aumento significativo del 41.4% entre los extremos. Se concluye que a lo largo del tiempo para las diferentes dosis utilizadas aumento a medida que aumenta la adición de tóner. Para todas las edades estudiadas, el aumento no es muy significativo con adiciones de hasta el 5% de tóner, mientras que, para dosis superiores, 10% y 15% de tóner, el aumento es del orden del 35% y 45% a los 28 días, de forma similar ocurrió en la prueba de flexión.

Alkurdi, Mohammad y Klalib (2020) El objetivo evalúa la efectividad del aditivo de tóner residual, recogido de cartuchos de impresora usados, en incrementar las resistencias a la compresión y tracción del concreto celular. Para investigar las propiedades mecánicas del FC, incluidas la resistencia a la tracción, compresión y la flexión, el módulo de la elasticidad y la relación tensión-deformación, se ensayaron 256 muestras clasificadas en cuatro densidades diferentes (1200, 1400, 1600 y 1800 kg/m³). Para cada densidad de concreto se diseñaron cuatro mezclas incluyendo mezcla de control y tres aditivos diferentes; humo de sílice, metacaolín y tóner residual. El aditivo de tóner residual se recogió de cartuchos de impresora usados. Se consideró que el programa experimental introducía una prueba de tracción directa modificada, donde se realizaron pruebas de rotura y flexión para confirmar su confiabilidad. Los resultados indicaron en el momento en que el concreto celular tiene resistencia a la compresión de 8 MPa o menos, las resistencias a la tracción directa, a la rotura y a la flexión presentan valores casi idénticos. Sin embargo, la resistencia a la tracción por cisura supera a las resistencias a la tracción directa; y a la flexión cuando la fuerza a la compresión es superior a 8 MPa. Se ha hallado media de la resistencia a la tracción por flexión es solo un 3% superior que el promedio de la resistencia a la tracción directa. Sin embargo, para todas las muestras de FC, la

resistencia a la tracción media es un 18% superior al promedio de la resistencia a la tracción directa. Los aditivos empleados (MK, SF y Ton) en FC mejoró la solidez del hormigón. La resistencia a la compresión del FC aumentó en un 18,2% cuando el MK reemplazó el 20% del contenido de cemento. Sin embargo, el metacaolín en las mezclas FC parece iniciar un tipo de reacción química (reacción de puzolana) que afectó la estabilidad de la estructura de las burbujas de aire, y este proceso aumenta la densidad del concreto, terminando con una densidad plástica medida más alta que el plástico objetivo. densidad en un 8%. Se concluye que los resultados obtenidos fueron bastante convergentes, lo que ilustró que la resistencia a la tracción determinada por el modelo propuesto fue menor que la de los ensayos brasileños y de flexión. El aditivo de tóner residual mejoró las resistencias a la tracción y a la compresión del FC en más de un 30 %.

Shawnim y Mohammad (2018) El objetivo de investigación corresponde investigar la conexión entre la resistencia a la compresión del hormigón espumado y la porosidad utilizando imágenes SEM (microscopía electrónica de barrido). La porosidad en el hormigón espumado puede afectar significativamente su resistencia, ya que los poros pueden debilitar la estructura del material. La resistencia a la compresión fue explorada mediante las muestras de hormigón celular (FC) a los (28 y 180) días de curado sellado al aire, así como a los 28 días de curado con agua. Se investigó la microestructura de 15 muestras de FC seleccionadas para determinar la porosidad en cuanto a la resistencia a la compresión utilizando imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM). Fueron producidas veintidós lotes de probetas FC de las densidades (1100, 1600 y 1800) kg/m³ con arena fina y agregados de ladrillo con inclusión de tóner y metacaolín (MK) como aditivos, se colaron en moldes cúbicos de poliestireno de (100x100x100) mm. Los resultados mostraron que es posible producir FC con elevada resistencia a la compresión en el rango de (28,5 a 59,2) N/mm², con una variedad de materiales, mientras que la densidad de 1600 kg/m³ incorporando tóner y MK20 es la favorita, que se puede utilizar para elementos estructurales. Convencionalmente, la resistencia a la compresión está en una relación inversa con la porosidad, correspondiente que la porosidad aumenta, la resistencia a la compresión disminuye, pero el uso de tóner y MK20 puede alterar esta relación entre la resistencia a la compresión y la porosidad, por lo que es posible producir una matriz FC de superior porosidad y peso relativamente liviano para presentar una

elevada resistencia a la compresión. La madurez del FC a los 180 días demostró un aumento en la resistencia a la compresión. Para concluir, a diferencia del método convencional de curado sellado al aire para FC, el método de curado con agua puede dar igualmente el mismo o ligeramente mejor resultado con respecto a la resistencia a la compresión para algunas densidades particulares.

Honin et al. (2023) Presento como objetivo evaluar y comparar las cualidades mecánicas, módulo de elasticidad y resistencia a la compresión, así como la resistencia a la tracción directa, del hormigón celular con la incorporación de tóner residual en distintas proporciones. Se consideró como población toda la mezcla elaborada en laboratorio y se ensayaron 256 muestras. Para cada densidad de concreto se diseñaron cuatro mezclas incluyendo mezcla de control y tres dosificaciones tóner residual. El aditivo de tóner residual se recogió de cartuchos de impresora usados. Se consideró que el programa experimental introducía una prueba de tracción directa modificada, donde se realizaron pruebas de rotura y flexión para confirmar su confiabilidad. Los resultados obtenidos fueron bastante convergentes, mostreadaron una tendencia clara en todas las características mecánicas evaluadas del hormigón con la adición de polvo de tóner residual: La resistencia a la tracción aumento progresivamente con la concentración de tóner, desde 30.33 hasta 36.61, representando un incremento del 20.6% entre la concentración más baja y más alta. La resistencia a la flexión también experimento un crecimiento continuo con la concentración de tóner, desde 53.17 hasta 65.08, demostrando una mejora significativa del 22.3% entre los extremos. Asimismo, la resistencia a la compresión mostro un incremento gradual de 211.82 a 258.32, reflejando un aumento del 21.9% en su valor máximo. Se concluyó que, claramente la incorporación de polvo de tóner residual mejora de manera consistente las propiedades mecánicas del hormigón, sugiriendo su potencial como aditivo para la producción de hormigón con mejor desempeño estructural.

Kominko et al. (2022) El objetivo principal de este estudio fue investigar la viabilidad de utilizar calcita contaminada con tóner como aditivo para el hormigón. Los materiales procedentes de la planta de procesamiento de tóner se analizaron mediante técnicas TGA, AAS, XRD, FTIR y SEM. Para producir hormigón se utilizó una mezcla de polvo de tóner residual de calcita en cantidades del 0%, 1%, 5%, 10%,

15% y 20%. Debido a la naturaleza altamente explosiva del tóner, se utilizan absorbentes en las plantas de procesamiento de tóner para evitar la explosión del polvo de tóner suspendido en el aire. Generalmente se utiliza calcita finamente dividida (en forma de polvo). La mezcla de tóner y calcita se trata como residuo y se deposita en vertederos. Los resultados evidenciaron que a medida que aumenta el porcentaje de tóner, se contempla una tendencia general de incremento en la resistencia mecánica en las tres pruebas. Por ejemplo, la resistencia a la compresión aumenta de 229.1 kg/cm² en la muestra no contaminada (0% de tóner) a 321.89 kg/cm² en la muestra con 16% de tóner. Del mismo modo, tanto la resistencia a la flexión como a la tracción aumentan con el aumento del porcentaje de contaminación de tóner de hasta 78.2 kg/cm² y 76.26 kg/cm². Estos resultados sugieren un posible efecto positivo de la contaminación con tóner en las propiedades mecánicas de la calcita, aunque se necesitarían análisis adicionales para confirmar esta tendencia y comprender completamente su impacto. Se concluyó que el estudio mostro que un aumento en la cantidad de calcita contaminada con tóner al 20% causa acrecentamiento en la resistencia a la compresión del hormigo entre un 24% y un 51%, dependiendo de la muestra del material. La adición de calcita en cantidades de hasta el 5% puede ser un método adecuado para su gestión.

Singh et al. (2022) el objetivo de esta indagación es utilizar materiales de desecho en el hormigón como rellenos y sustituir ingredientes del hormigón como el caucho granulado (CR) por agregados finos. Se sustituyeron constantemente 10% de polvo de vidrio residual (WGP) y 10% de humo de sílice (SF) con cemento en mezclas separadas. Mostrando que los resultados de la resistencia a la compresión del hormigón adicionado con CR tienden a disminuir debido a su suavidad y la mala unión del cemento y las partículas de caucho. Sin embargo, la sustitución del 10% de SF como cemento en el hormigón de caucho (SC5) aumentó la resistencia en un 21% del hormigón de caucho (C5) sin SF y un aumento del 8% en la resistencia en comparación con el hormigón de referencia. Además, la sustitución del 10% de WGP como cemento en el concreto de caucho (GC5) mostró un aumento de resistencia del 18% del concreto de caucho sin WGP (C5) y un aumento de resistencia del 5,5% en comparación con el concreto de referencia. La resistencia a la tracción del hormigón de caucho disminuyo debido a una mala unión. La incorporación de 10% SF y 10% WGP como cemento en el hormigón engomado aumentó la resistencia a la tracción

en comparación con el hormigón engomado sin SF ni WGP. Se observó un aumento del 12,8 % en la resistencia a la tracción dividida en SC5, un aumento del 3,2 % en la resistencia a la tracción dividida de GC5 en contraposición con C5. SC5 mostró un aumento de la resistencia a la tracción en contraste con el hormigón de referencia en un 3,5%, mientras que GC5 mostró una disminución en la resistencia en comparación con el hormigón de modelo. Se concluye que, se notó un incremento de la resistencia a la compresión; a la tracción, la trabajabilidad; densidad; velocidad del pulso ultrasónico y el módulo dinámico de elasticidad debido a la incorporación de CR, pero también un aumento de estas propiedades con la incorporación de humos de sílice (SF) y residuos de vidrio polvo (WGP) como cemento. Se observó que SF mejoró mejor las propiedades del hormigón cauchutado en comparación con WGP. El 10 % de SF con 5 % de CR mejoró la resistencia a la compresión del hormigón engomado sin SF en un 11 %. De manera similar, el 10% de WGP con el 5% de CR mejoraron la resistencia a la compresión del concreto cauchutado de un 6%.

En relaciona las teorías relacionadas con el polvo de tóner residual tenemos que: Los tóneres de impresión, una vez agotados su uso y posibilidad de reutilización, son considerados residuos peligrosos y, de acuerdo con la Ley 12.305/10, deben ser eliminados profesionalmente y con responsabilidad ambiental. Composición química del polvo de tóner residual tiene una gran cantidad de sílice que produce un efecto significativo sobre la resistencia a la compresión del mortero. La adición de polvo de tóner residual mejora la resistencia a la compresión del hormigón, como se observa en diversos estudios. En un estudio, la resistencia a la compresión del hormigón incremento incluso un 18,8 % cuando se añadió un 5 % de polvo de tóner residual (SSW). Otro estudio encontró que la resistencia a la compresión del concreto con agregados livianos aumentó en un 14% y un 33% cuando el contenido de sílice se incrementó al 10% y 15%, respectivamente. Además, la incorporación de polvo de relave con alto contenido de silicio en el concreto mejoró su resistencia a la compresión, lo que dio como resultado un concreto ecológico de alto rendimiento. Además, la combinación de polvo de tóner residual y polvo de escoria de acero (SSP) mostró un efecto de hidratación sinérgico, lo que mejoró la resistencia a la compresión del hormigón. En general, utilizar el polvo de tóner residual en el hormigón afecta positivamente su resistencia a la compresión, lo que lo convierte en un aditivo valioso para mejorar el rendimiento del hormigón (Shawnim y Mohammad, 2019).

Tabla 1: Composición química del polvo de tóner residual.

Compuesto	Cantidad (%)
Fe ₃ O ₄	86,6
SiO ₂	10,25
MgO	1,2
Mn ₃ O ₄	0,2
cao	0,4
Al ₂ O ₃	0,45
Entonces 3	0,5
Zno	0,3

Fuente: Dong et al. (2017)

La investigación de Dong et al. (2017), realizaron el difractograma de rayos X donde se demostró claramente que el Fe₃O₄ magnético es la fase cristalina dominante en el polvo de tóner. Los picos de difracción en $2\theta = 30.1^\circ, 35.4^\circ, 43.0^\circ, 53.4^\circ, 56.9^\circ$ y 62.5° se indexaron a la estructura cúbica del Fe₃O₄ según lo confirmado por JCPDS 19-0629 (Zhu et al., 2018). Tiene una estructura de grupo de espinela inversa cúbica con un grupo espacial de Fd₃m (227). Como tiene una estructura cúbica sus parámetros de celda son $a=b=c=8.39$ y sus ángulos son $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$. Tiene la estructura [Fe³⁺]₄A[Fe²⁺Fe³⁺]₄BO₄, donde A es tetraédrico y B es octaédrico, donde esta celda unitaria contiene 32 oxígeno en un FCC (cúbico centrado en las caras) muy empaquetado.) estructura. Otros componentes como SiO₂ (JCPDS No. 29-0085) y carbón (JCPDS 41-1487) se encuentran en los planos (220). Como confirmaron los resultados de XRF, el PCt tiene Fe₃O₄, SiO₂ y negro de humo. El pico amplio en el plano (002) representa el residuo orgánico amorfo del polvo de tóner (es decir, las resinas poliméricas) con una cantidad de SiO₂ muy baja.

Por otra parte el tóner residual se puede obtener del taller de fotocopiadoras cercano y se debe de almacenar en una bolsa de plástico. El tóner residual es un polvo de color negro con un ligero olor a plástico. Presenta un tamaño de partícula promedio aceptable de 10 μm , una gravedad específica de 1,0 a 1,7, un punto de fusión de 100 °C a 150 °C y una temperatura de ignición de 350 °C. La eliminación de tóner de impresión deposita incorrectamente material en polvo; El polvo de tóner es increíblemente fino, pero no se puede reciclar para convertirlo en cartuchos

nuevos, ya que pasa por ciclos térmicos y cambia de tamaño una vez que participa en el proceso de impresión. Al mezclar polvo de tóner recuperado (RTP) cian, amarillo, magenta y negro, los investigadores descubrieron que era posible producir una variedad de colores dentro del concreto y el cemento sin afectar la integridad de la sustancia terminada. Las pruebas demostraron que los productos coloreados eran resistentes tanto en ambientes secos como húmedos, mientras que el colorante también demostró ser resistente a la luz ultravioleta, lo que le permitió conservar su tono con el tiempo. El polvo de tóner (con partículas menores a 0,075 mm) está en contacto con los seres vivos y puede ser absorbido por los peces y plantas que consumimos (Notani, et al. 2022).



Figura 1. Polvo de tóner residual

Fuente: Notani, et al. (2022)

Así mismo, Itoua et al. (2022) indicó que alrededor del 10% del tóner permanece en un cartucho al final de su vida útil, por lo que hemos estado buscando maneras de utilizarlo y evitar que acabe en el vertedero. El polvo de tóner es increíblemente fino, pero no se puede reciclar para convertirlo en cartuchos nuevos, ya que pasa por ciclos térmicos y cambia de tamaño una vez que participa en el proceso de impresión. Al mezclar polvo de tóner recuperado (RTP) cian, amarillo, magenta y negro, los investigadores descubrieron que era posible producir una variedad de colores dentro del concreto y el cemento sin afectar la integridad de la sustancia terminada. Las pruebas demostraron que los productos coloreados eran resistentes tanto en ambientes secos como húmedos, mientras que el colorante también demostró ser resistente a la luz ultravioleta, lo que le permitió conservar su tono con el tiempo. Por otra parte, el tóner residual se puede obtener del taller de fotocopiadoras cercano y se debe almacenar en una bolsa de plástico. El tóner residual es un polvo de color negro con un ligero olor a plástico. Presenta un tamaño de partícula promedio

aceptable de 10 μm , una gravedad específica de 1,0 a 1,7, un punto de fusión de 100 °C a 150 °C y una temperatura de ignición de 350 °C. La eliminación de tóner de impresión deposita incorrectamente material en polvo; El polvo de tóner (con partículas menores a 0,075 mm) está en contacto con los seres vivos y puede ser absorbido por los peces y plantas que consumimos (Notani, et al. 2022)

En relación a la densidad (kg/cm^3): para el uso estructural, se considera que el hormigón con densidad entre $2.000 \text{ kg}/\text{m}^3$ y $2.800 \text{ kg}/\text{m}^3$ tiene masa específica normal. “Por debajo de este rango se encuentran los hormigones ligeros y por encima, los llamados hormigones densos o pesados”, explica Inês. Para llegar al valor de la densidad se realiza el siguiente cálculo: se divide la masa de una determinada porción del material por su volumen. Para conocer el valor de la masa específica del hormigón en estado endurecido, basta consultar la ABNT NBR 9778: 2009 – Morteros y hormigones endurecidos – Determinación de la absorción de agua, índice de huecos y masa específica.

Por otra parte, el contenido de aire del concreto apenas mezclado se suele evaluar por medio de un medidor de presión de aire tipo B siguiendo la norma CSA A23.1/CSA A23.2 Es necesario mantener un contenido de aire superior al 4% para garantizar la durabilidad del concreto contra los ciclos de congelación/descongelación en regiones frías. Sin embargo, un contenido excesivo de aire conduce a una disminución significativa. De hecho, un aumento del 1% en el contenido de aire conduce a una caída de aproximadamente el 5% (Wright, 1953). Por tanto, es raro ver superior al 8%. Los productores de hormigón utilizan agentes inclusores de aire (AEA) que promueven y estabilizan la formación de burbujas de aire para lograr el porcentaje de aire requerido. Sin embargo, la cantidad de agente inclusor de aire no es directamente proporcional al volumen de aire generado. El tiempo de mezclado, la cantidad y forma de los áridos y la compatibilidad entre aditivos son efectivo obtenido (Robin, 2020).

Finalmente, la prueba de asentamiento del cono de Abrams es una prueba sencilla que permite medir y controlar la fluidez del hormigón fresco. La fluidez, también llamada trabajabilidad o trabajabilidad, es la cualidad esencial del hormigón fresco, lo que lo hace apto para el relleno de cualquier volumen. La cantidad que caracteriza la fluidez del hormigón es la consistencia. Su medición se puede realizar

fácilmente con el método del cono de Abrams o “prueba de asentamiento”, que es una prueba de asentamiento de un volumen troncocónico de concreto. Esta prueba es utilizada tanto por los productores de hormigón para controlar la calidad del hormigón fabricado por las plantas de hormigón, como por las empresas usuarias para recibir las hormigoneras en las obras. El ensayo de asentamiento para caracterizar la trabajabilidad se realiza generalmente siguiendo la norma CSA A23.1/CSA A23.2. Al calcular el asentamiento bajo la base de los cimientos, el programa de los cimientos. En todas las teorías, el enfoque general es subdividir el terreno. Luego se calcula la deformación vertical de cada capa; el asentamiento general se define entonces como la suma de los asentamientos parciales de cada capa en la zona de influencia (Abanto, 2016, p. 48).

La trabajabilidad es una capacidad que representa el hormigón fresco (preparado, ubicado, compactado, acabado sin segregación y exudación) en el marco de este procedimiento, no se admite la cuantificación que se observa en los ensayos de consistencia. Este procedimiento convencional se evaluará de la característica física del mortero (asentamiento de slump), fue desarrollada por Duft Abrams (1921) por el American Society of Testing Materials (Abanto, 2016, p. 48).

En cuanto a las propiedades mecánicas del hormigón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ tenemos que el concreto es sin duda el material de construcción más fundamental y ampliamente empleado. Sin embargo, la contrariedad de las grietas en las estructuras de concreto ha sido experimentado por la mayoría de los clientes, diseñadores, investigadores y contratistas, llegando a afectar a aproximadamente el 90 % de los encuestados (Gardner et al., 2018). Aun cuando se refuerza con barras de acero, el concreto sigue siendo propenso a grietas, que es solo daños que pueden ocurrir. Las grietas, especialmente aquellas que se desarrollan por debajo del nivel freático, pueden dar lugar a diversos problemas, como filtraciones de agua y corrosión del refuerzo. Para reparar grietas mediante intervenciones externas. Sin embargo, para lograr una infraestructura de concreto verdaderamente sostenible, es crucial desarrollar métodos inteligentes y automatizados para la reparación de grietas (Tong et al., 2020).

De acuerdo con Vanalli, Forigo y Lopes (2021), la resistencia a la compresión del concreto se considera una cualidad fundamental, destacando la importancia del

aplastamiento estricto como indicador clave. Esta propiedad se evalúa típicamente mediante pruebas de muestras, siguiendo los métodos estándar establecidos por las normas NBR 5738 y NBR 5739, que abordan tanto el moldeado como la restauración de especímenes tubulares de concreto, así como la evaluación de la resistencia al aplastamiento de cilindros de concreto. Por otro lado, Rocha et al. (2021) enfatizan que la resistencia a la compresión del concreto es una propiedad crucial que indica su capacidad para resistir cargas sin experimentar deformaciones excesivas o fallas. La adecuada gestión de esta resistencia es esencial en ingeniería, dado que asegura la estabilidad y seguridad de las estructuras.

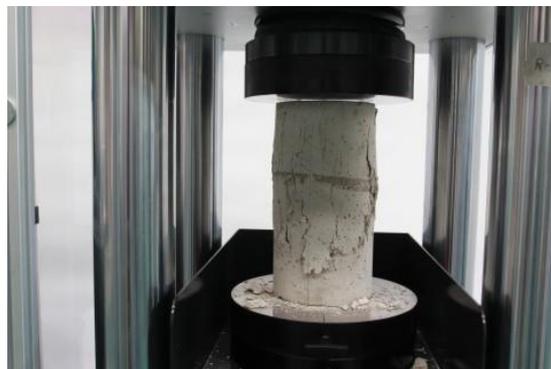


Figura 2. Compresión del concreto

Fuente: Nguyen N., T. H.; Kei-Ichi, I. y Chizuru, K. (2019)

La capacidad de resistencia a la flexión se estima mediante la aplicación de fuerzas perpendiculares al eje longitudinal de una viga o losa de hormigón sin refuerzo. Las dimensiones típicas de la viga de mortero son de 150 x 150 mm (6 x 6 pulgadas) y aproximadamente tres veces su anchura. La tenacidad a la flexión se representa mediante el módulo de ruptura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y se especifica mediante los procedimientos establecidos por ASTM C78 y ASTM C293 (CIP, 2017, p. 2). Según Sipp, Maturana, Bressiani y Parsekian (2022), la resistencia a la flexión especifica la capacidad de un objeto para doblarse con un mínimo cambio en su deformación. Utilizando un ensayo estándar conocido como "aplicación de 3 cargas", es factible estimar la resistencia a la flexión de un elemento.



Figura 3. Flexión del concreto

Fuente: Nguyen N., T. H.; Kei-Ichi, I. y Chizuru, K. (2019)

Finalmente, en cuanto a la resistencia a tracción: Las mediciones indirectas de la ordinariamente no se utilizan para la dosificación o el control tecnológico del hormigón en pavimentación. En su lugar, se emplean por flexión, especialmente aquellas realizadas con dos cuchillas, con el fin de evaluar esta propiedad. Sin embargo, ninguna de estas pruebas puede proporcionar una representación precisa de la resistencia real del concreto terminado en forma de losa, ya que no simulan adecuadamente su comportamiento estructural en un estado de tensión plano. Al revisar críticamente los conceptos asociados con estas mediciones de resistencia, se identifican claramente las limitaciones de cada método y se sugieren formas de mejorar las evaluaciones. Se establecen correlaciones entre ambas mediciones utilizando ensayos específicos de hormigón seco y plástico utilizados típicamente en pavimentación, lo que confirma resultados previos obtenidos para hormigones plásticos. Sin embargo, ninguna de estas pruebas puede proporcionar una representación precisa de la resistencia real del concreto terminado en forma de losa, ya que no simulan adecuadamente su comportamiento estructural en un estado de tensión plano. Al revisar críticamente los conceptos asociados con estas mediciones de resistencia, se identifican claramente las limitaciones de cada método y se sugieren formas de mejorar las evaluaciones. Se establecen correlaciones entre ambas mediciones utilizando ensayos específicos de hormigón seco y plástico utilizados típicamente en pavimentación, lo que confirma resultados previos obtenidos para hormigones plásticos. En resumen, no es comúnmente utilizada para la dosificación o el control tecnológico del hormigón, siendo bajo carga de tercer punto el estándar para estos propósitos. Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones inherentes de estas pruebas al interpretar los resultados y considerar formas de mejorar su precisión. (Balbo, 2013)

II. METODOLOGÍA

El **tipo** de Investigación es aplicada, se encarga de resolver los problemas basándose en las observaciones, descubrimientos y que responderán al propósito de la investigación (Baena, 2014, p. 19). El actual proyecto de investigación se basará en la recolección de datos, ya que se busca diseñar una mezcla optima adicionando polvo de tóner residual que sustituirá al cemento en un 12%,17% y 20%.

El **enfoque** es cuantitativo y secuencial, cada paso precede al consecutivo y no podemos evitar los pasos, la secuencia es estricto, la parte de una idea que se delinea y, después se originan los objetivos y las interrogantes, se desarrollara un marco, a partir de las interrogantes se formarán hipótesis y se dispondrán variables (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 46). Esta investigación se basa en el ensayo, debido a eso debemos tener en cuenta los procesos correctos establecidos por las normas ISO 690 así obtener los resultados.

Los estudios experimentales se realizan a través de la operación de una variable experimental (no probada), en condiciones reguladas para detallar el por qué o cómo ocurre un determinado suceso (Ceballos al et., 2017, p. 15). ya que se utilizará las variables polvo de tóner residual y propiedades del concreto, para obtener los resultados que se desarrollarán en los ensayos y obtener los cambios.

El **diseño** que se va a utilizar será cuasi experimental. Ya que es de causa-efecto, en los grupos no hay asignación aleatoria, de control y experimental (Navarro, Jiménez, Rappoport y Thoilliez, 2017, p. 132). Para esta investigación se tendrá el control de los porcentajes de adición de concreto, para así poder analizar las probetas mediante los ensayos de flexión, compresión y tracción.

La **variable** independiente presento la definición conceptual del polvo de tóner residual según Cohen y Gomez (2019) se refiere a una sustancia en polvo que ha yace cargada eléctricamente y empleada en procesos de impresión, comúnmente desechada por los dispositivos impresores tras su uso. Este polvo se aprovecha en impresoras láser, fotocopadoras y máquinas de fax. Gracias a su carga eléctrica, el polvo puede ser transferido desde el centro del cartucho de tóner hasta el papel a partir del intercambio con las cargas eléctricas de signo opuesto.

En cuanto a la definición operacional del polvo de tóner residual, se medirá la presencia o ausencia de polvo de tóner residual en muestras de dispositivos impresores después de su uso. La presencia de las partículas finas de tóner residual se identificará visualmente mediante la observación de partículas de polvo en el centro de la mezcla de concreto, y se confirmará mediante pruebas de análisis físicos y mecánicos para verificar su influencia.

La **variable**; definición conceptual de la variable dependiente, según Tong et al. (2020), se centra en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, con una resistencia especificada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, las cuales se refieren a las características intrínsecas del material concreto a esta resistencia nominal. Estas propiedades incluyen aspectos como la densidad; durabilidad; absorción de agua; porosidad, resistencia a la compresión; la tracción; flexión, que afectan su comportamiento estructural y su facultad para soportar cargas y alteraciones en diversas condiciones de carga y entorno ambiental.

Definición operacional de la variable dependiente consiste en la medición de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón con una resistencia nominal de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mediante una serie de pruebas de laboratorio estandarizadas. Estas pruebas abarcan, pero no se limitan a, ensayos de densidad, absorción de agua, porosidad, resistencia a la tracción por flexión (según normas ASTM C78 o equivalentes), resistencia a la compresión (según normas ASTM C39 o equivalentes), resistencia a la flexión (según normas ASTM C78 o equivalentes), pruebas de durabilidad como la resistencia al desgaste, la retención al tiempo de congelación y descongelación, junto con otras pruebas pertinentes conforme a los normatividad de la industria y los requerimientos del proyecto.

Definición conceptual: Operacionalización de variables. (Anexo 2)

La **población** es representada a través de una serie de objetos y tipos, es el tema principal del estudio, pero debido al gran tamaño de la población, los investigadores utilizan técnicas y elaboran un muestreo (Tong et al., 2020). La población estará conformada por los 4 tipos de mezclas elaboradas en el laboratorio la cual estará diferenciada en la cantidad de dosificaciones de polvo de tóner residual.

La **muestra** es el total o subconjunto de los habitantes, todos sus elementos deben

pertenecer a la población, por lo que se dice que el ejemplar debe ser propia de la población, debe contar con las mismas características generales y si alguno sujeto seleccionado no pertenece a la población, las muestras no se consideran (Mejía, 2005, p. 69). La muestra considerada en el proyecto de investigación son 3 probetas por edades, la primera sin adición de polvo de tóner residual (grupo patrón), la segunda con 12%, 17% 20% de adición de polvo de tóner residual, en total se generará 108 probetas (72 cilíndricas y 36 viguetas).

El estudio tendrá como muestra la totalidad de adobes elaborados para el estudio.

Tabla 2: *Número de elementos a evaluar.*

Característica	Polvo de tóner residual	Elementos ensayados a 7, 14 y 28 días
Resistencia a compresión (kg/cm ²)	0 %	9 probetas cilíndricas
	12 %	9 probetas cilíndricas
	17 %	9 probetas cilíndricas
	20 %	9 probetas cilíndricas
Resistencia a flexión (kg/cm ²)	0 %	9 probetas cilíndricas
	12 %	9 probetas cilíndricas
	17 %	9 probetas cilíndricas
	20 %	9 probetas cilíndricas
Resistencia a tracción (kg/cm ²)	0 %	9 probetas cilíndricas
	12 %	9 probetas cilíndricas
	17 %	9 probetas cilíndricas
	20 %	9 probetas cilíndricas

Fuente: NTP E.080 (2017)

Se ejecutará un **muestreo** no probabilístico, la elección de la muestra no se hace sobre la base de la constancia, sino analizando diferentes parámetros de asociación con la investigación como la causa o por accesibilidad y por la intención u opinático (Navarro, Jiménez, Rappoport y Thoilliez, 2017, p. 132). Forma parte de la población de muestras por edad, son muestras para el diseño de la muestra, la adición de polvo de tóner residual, cualquier resistencia a compresión y flexión.

Es una estructura categórica donde se responden las preguntas sobre problemas prácticos de investigación, el material empírico y el marco teórico del cual se puede extraer conclusiones (Picón y Melian, 2014, p. 103). En esta investigación la unidad de análisis son probetas de concreto con la adición de polvo de tóner residual.

Las **técnicas** usadas en la investigación son métodos y herramientas ofrecen una

búsqueda más profunda, algunos de estos métodos son la observación participativa o no participativa y revisión de documentos que representa el punto de partida, que incluso puede ser el origen del tema o problema de investigación (Cisneros et al., 2022, p. 1172). Registrar la información básica de un evento o fenómeno observable como: comportamientos, eventos, características y otros (Rios, 2017, p. 109). En esta investigación se empleará la técnica de observación para la recopilación de datos, observados por el desarrollo del ensayo de slump de la mezcla de concreto; tracción, flexión y compresión con la adición de 12%, 17% 20% de polvo de tóner residual de probetas de concreto donde los resultados se obtendrán a los 7 días, 14 días y 28 días de curado, justificados por la Norma Técnica Peruana 339.128, 399.611, 339.078.

Los **instrumentos** según lo mencionado por Gallardo (2017), los recursos empleados por los investigadores para obtener información de las evaluaciones pueden ser diversos, abarcando desde fichas hasta encuestas, entre otros. Para este estudio en particular, se optará por el uso de fichas diseñadas para la recopilación de hechos.

Formulario 1: Registro de datos para el ensayo resistencia a la compresión del concreto – MTC E 704 (Anexo 3)

Formulario 2: Registro de datos para el ensayo de resistencia a la flexión del concreto – NTC-17(Anexo 3)

Formulario 3: Registro de datos para el ensayo de asentamiento del concreto - MTC E 705(Anexo 3)

En relación al **método de análisis de datos** se recolectarán los hechos en un laboratorio y se transcribirán en Microsoft Excel, para observar los datos más entendibles en figuras y/o tablas, de los resultados de ensayos ejecutados en un laboratorio de concreto (sin adición y con la adición 12%, 17% 20% de polvo de tóner residual). Se utilizará el IBM SPSS Statistics para analizar la frecuencias, varianza y porcentajes de los productos logrados.

En relación a los **aspectos éticos** en este estudio tiene trascendencia ética por la confiabilidad de los datos recolectados, se respetan las teorías escritas durante el proceso y los principios de las buenas prácticas comprobado por el programa Turnitin.

Referente a la problemática, antecedentes, el marco teóricas y los conceptos fueron citados de acuerdo a las normas ISO- 690; la estructura del proyecto se desarrolló según el formato de productos de investigación de la Universidad Cesar Vallejo, los formatos que se usaran para la recolección fueron revisados y firmados por tres ingenieros civiles.

La **validez** de los instrumentos utilizados se refiere a la capacidad precisa de dichos medios para medir la variable específica que se pretende evaluar. Es decir, se trata de determinar si estos instrumentos realmente capturan de manera exacta lo que se busca medir.

Experto 1: Deivi Gora Flores CIP N° 170330 (Anexo 3)

Experto 2: Jorge Victor Cabanilla Agular CPI N° 42887 (Anexo 3)

Experto 3: Lourde Mery Navarro Arellano CIP 256233 (Anexo 3)

Según Tacillo (2016), la **confiabilidad** de una prueba radica en su capacidad para producir resultados consistentes, sin importar la naturaleza de lo que se esté midiendo. En otras palabras, si un instrumento es confiable, se espera que proporcione mediciones consistentes y reproducibles en diferentes circunstancias. En el marco de esta investigación, se empleó el software SPSS como herramienta para analizar y validar los datos obtenidos.

Validez 1: Certificado de calibración de la balanza eléctrica (Anexo 4)

Validez 2: Certificados de calibración de la cota Casagrande – límite líquido. (Anexo 4)

Validez 3: Certificado de calibración de la presa rexon. (Anexo 4)

Validez 4: Certificado de calibración de la máquina de ensayo a compresión (Anexo 4)

Validez 5: Certificado de calibración del tamiz N°4. (Anexo 4)

Validez 6: Certificado de calibración del tamiz N°8. (Anexo 4)

En cuanto al **procedimiento** se inicia con la recolección de polvo de tóner residual.

Las cuales se obtendrán de los diferentes negocios de fotocopiadoras que desechan este material a diario. En cuanto a la preparación del hormigón; la elaboración la dosificación del hormigón $f'c=210\text{kg/cm}^2$ por el método ACI, se desarrollando por el procedimiento de diseño de mezcla, para así obtener las cantidades de material para usar en probetas. La dosificación del hormigón $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ para adicionar la con polvo de tóner residual del 12%, 17% 20%.

Etapa 1: Obtención de material.



Figura 4. Extracción de polvo de tóner residual

Fuente: Propia

En la figura 4 se evidencia el procedimiento de la extracción de polvo de tóner residual, donde; apagué la impresora y abrí la cubierta del compartimento de los cartuchos de tóner. Extraje el cartucho de tóner que quería vaciar y lo agité suavemente para ayudar a aflojar y liberar el polvo de tóner residual que pudiera estar adherido a las paredes internas del cartucho. Con cuidado, vertí el polvo de tóner residual desde el cartucho en un recipiente adecuado, golpeándolo suavemente para asegurarme de que todo el polvo se desprendiera por completo. Una vez que había recolectado el polvo de tóner residual, lo guardé en un recipiente hermético y seguro. Me aseguré de mantener el polvo de tóner en un lugar fresco y seco para evitar la aglomeración o la contaminación.



Figura 5. Polvo de tóner residual

Fuente: Propia

En la figura 5 se manifiesta el polvo de tóner residual obtenido, entre las propiedades importantes del tóner residual se averiguó que presenta 86.6 % de óxido de hierro el cual se encontró que puede aumentar la resistencia a la compresión del hormigón, lo que lo hace más duradero y capaz de soportar cargas pesadas. También 10.25 % de Silicio el cual se averiguó que puede ayudar a controlar la retracción y la contracción durante el proceso de fraguado y curado, lo que minimiza el riesgo de agrietamiento y mejora la integridad estructural a largo plazo. Con un peso específico entre 0.91 y 1.32 kgf/m³ y finalmente una finura de 10  m.

Etapas 2: Estudio de agregados.



Figura 6. Granulometría del agregado fino

Fuente: Propia

En la figura 6 se muestra el ensayo de granulometría de la a nadidura fina elaborado en el laboratorio, empleando la norma ASTM C 33 y NTP 400.012.

Tabla 3: Agregado fino.

MALLAS	RETENIDO	
--------	----------	--

	PARCIAL	ACUMULADO	PASA (%)
	(%)	(%)	
N° 4	2.61	2.61	97.39
N° 8	16.65	19.26	80.74
N° 16	21.44	40.70	59.30
N° 30	22.27	62.97	37.03
N° 50	18.61	81.58	18.42
N° 100	7.95	89.53	10.47
Fondo	10.47	100	0

Fuente: Propia

En la tabla 3 se muestra el testeo de granulometría del agregado fino elaborado en el laboratorio, empleando las normativas ASTM C 33 y NTP 400.012 del mismo modo se exhibe en la figura 7 la curva granulométrica.

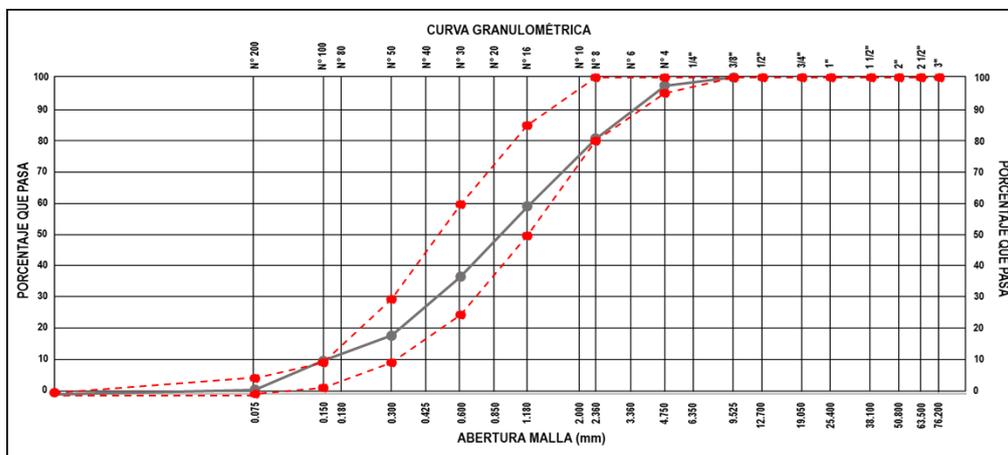


Figura 7. Curva granulométrica

Fuente: Propia

$$MF = \frac{2.61 + 19.26 + 40.70 + 62.97 + 81.58 + 89.53}{100} = 2.97$$

Se elaboró los ensayos de agregados donde se mostró datos relacionados con el agregado fino proveniente de Arids Ribas SAC. En él, se especifica que el módulo de fineza es de 2.97, el contenido de humedad es del 1.99%, la absorción es del 0.89% y el peso específico de masa es de 2.63 gr/cm³.



Figura 8. Granulometría del agregado grueso

Fuente: Propia

En la figura 8 se muestra el ensayo de granulometría del agregado grueso elaborado en el laboratorio, empleando las normativas ASTM C 33 y NTP 400.012.

Tabla 4: Agregado grueso.

MALLAS	RETENIDO		PASA (%)
	PARCIAL	ACUMULADO	
	(%)	(%)	
1 1/2"	0	0	100
1"	8.91	8.91	91.09
3/4"	31.06	39.97	60.03
1/2"	39.35	79.32	20.68
3/8"	13.09	92.41	7.59
Fondo	7.59	100	0

Fuente: Propia

En la tabla 4 se muestra el ensayo de granulometría del agregado grueso elaborado en el laboratorio, empleando las normas ASTM C 33 y NTP 400.012 del mismo modo se evidencia en la figura 7 la curva granulométrica.

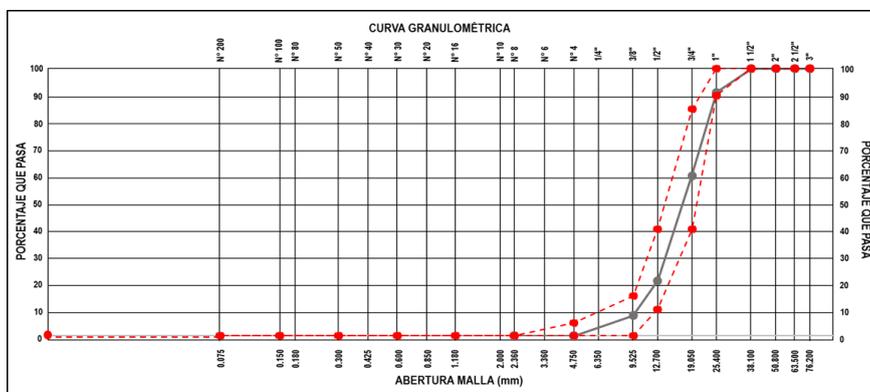


Figura 9. Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Propia

Se elaboró los ensayos de agregados donde se mostró datos relacionados al agregado grueso también proveniente de Arids Ribas SAC. En este caso, se proporciona información sobre el tamaño máximo nominal del agregado el peso específico de masa, el contenido de humedad y la absorción. Por ejemplo, el contenido de humedad es del 0.54%, el peso específico de masa es de 2.67 gr/m³, la absorción es del 0.87% y el tamaño máximo nominal es de 1”.

Etapa 3: Diseño de mezcla.

Tabla 5: Diseño de mezcla.

Agua/Cemento (W/C)	0.56	Densidad (kg/dm ³)	Vol. De componentes 1m ³ °C (dm ³)	Volumen de 1m ³ de concreto (dm ³)					
Cant. Agua Requerida (Kg/m ³)	193.4	1	193.4	1000					
Cant. Cemento Requerido (Kg/m ³)	345.63	3.2	108.01	Slump Logrado:					
Cant. Aire (% vol)	1.5	10	0.15	1					
Total (dm ³)			301.59						
AGREGADO TOTAL (dm/m ³)		698.41							
Fracción	% de fracciones	Volum. Fracciones (dm ³)	Peso Espec. Relat. kg/dm ³	Peso Relat. Agreg. Seco (kg)	Peso Relat de Agreg. Correg por Humedad (kg)	Corrección por Humedad			Peso Agreg Mezc.
						Humedad (%)	Absorción (%)	Cont. Agua (Its).	
Ag. Fino	35%	242.35	2.63	637.38	650.05	1.99%	0.89%	6.88	12.67
Ag. Grue	65%	456.06	2.67	1217.69	1224.31	0.54%	0.87%	-4.04	6.62
Cemento					345.63				
Agua					190.6				
Total					2410.56				
PARAMETROS DE OPERACIÓN									
MEZCLADORA	Volumen:	0.037m ³	DISPENSADOR			Factor Cemento:	0.302		
Ag. Fino	24.05 kg		Ag. Fino	0.82		Factor Agua:	148.1		
Ag. Grue	45.30 kg		Ag. Grue	0.69		Abertura:	2.46		
Cemento	12.79 kg		Cemento	1144.47	vuelts/m ³	Abertura:	3.94		
Agua	7.05 lts.		Agua	21.00	GPM				

Fuente: Propia

En la tabla 5 se muestra la dosificación específica elaborada con el diseño de mezcla del COMITÉ 211 del ACI, con la cual se determinó la proporción de cada uno de los materiales utilizados en la mezcla de concreto. En este diseño, el agregado fino representa el 26.97% del total de la mezcla, mientras que el agregado grueso constituye el 50.79%. El cemento, por su parte, representa el 14.34% de la mezcla, y el agua representa el 7.91%.

Etapa 4: Elaboración de mezcla del concreto.



Figura 10. Mezcla de concreto

Fuente: Propia

En la figura 10 se muestra la elaboración del concreto (NTP 334.007), comienza el proceso de mezclado. Durante esta etapa, se mezcló de manera uniforme y completa. Esto implica mezclar a la velocidad adecuada y durante el tiempo necesario para lograr una distribución homogénea de todos los componentes. Es especialmente importante prestar atención a la incorporación del polvo de tóner. A medida que se mezclaba, el polvo de tóner se dispersarse de manera uniforme en toda la mezcla de concreto. Esto garantizo que todas las partes del concreto tengan una distribución consistente de color y propiedades.

Etapa 5: Pruebas físicas.

Se siguió un procedimiento estándar para llevar a cabo la prueba de densidad, contenido de aire y trabajabilidad del hormigon.



Figura 11. Densidad

Fuente: Propia

Tabla 6: Resultados de densidad.

Muestra	Adición de polvo de tóner residual (PTR)	Densidad			
		Volumen del recipiente (m3)	Recipiente + mezcla de concreto (kg)	Masa del recipiente de medida (kg)	Densidad (kg/m3)
DENSIDAD 1.1	0%	0.0068	19.89	3.496	2425.10
DENSIDAD 1.2			19.88		2423.91
DENSIDAD 1.3			19.89		2425.54
DENS- PTR 2.1	12%	0.0068	19.72	3.496	2400.53
DENS- PTR 2.2			19.76		2406.01
DENS- PTR 2.3			19.75		2404.53
DENS- PTR 3.1	17%	0.0068	19.69	3.496	2396.39
DENS- PTR 3.2			19.68		2394.76
DENS- PTR 3.3			19.69		2396.39
DENS- PTR 4.1	20%	0.0068	19.64	3.496	2388.85
DENS- PTR 4.2			19.62		2386.03
DENS- PTR 4.3			19.60		2382.63

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la densidad patrón promedio:

$$Densidad_{patron} = \frac{2425.10 + 2423.91 + 2425.54}{3} = 2424.85 \text{ kg/m}^3$$

Se exhibe en la figura 11 y la tabla 6, la elaboración del ensayo de densidad (Normas NTP 339.046) utilizando equipos de laboratorio apropiados, como cilindros de ensayo y balanzas. Las muestras de concreto fueron colocadas meticulosamente en los cilindros y se determinó su masa y volumen para calcular la densidad donde se obtuvo una densidad patrón de 2424.85 kg/m3.



Figura 12. Contenido de aire

Fuente: Propia

Tabla 7: Resultados de contenido de aire.

Muestra	Adición de polvo de tóner residual (PTR)	Contenido de aire
		%
CON.AIRE 1.1	0%	1.41
CON.AIRE 1.2		1.41
CON.AIRE 1.3		1.39
CON.AIRE- PTR 2.1	12%	1.52
CON.AIRE- PTR 2.2		1.51
CON.AIRE- PTR 2.3		1.51
CON.AIRE- PTR 3.1	17%	1.60
CON.AIRE- PTR 3.2		1.63
CON.AIRE- PTR 3.3		1.64
CON.AIRE- PTR 4.1	20%	1.73
CON.AIRE- PTR 4.2		1.74
CON.AIRE- PTR 4.3		1.71

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del contenido de aire patrón promedio:

$$Aire_{patron} = \frac{1.41 + 1.41 + 1.39}{3} = 1.40 \%$$

En la figura 12 y tabla 7, se observa los resultados de contenido de aire utilizando un dispositivo de medición de aire integrado (NTP 339.080). Se introdujo una muestra de concreto en el equipo y se aplicó una presión de aire controlada para precisar su tanto por ciento de aire atrapado en la mezcla el cual para el concreto patrón fue de 1.40 %.



Figura 13. Trabajabilidad

Fuente: Propia

Tabla 8: Resultados de asentamiento.

Muestra	Polvo de tóner residual (PTR)	Asentamiento (mm)		
		Diseño (pulg)	Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
ASENTAMIENTO 1.1	0%	3" - 4"	3.58	9.09
ASENTAMIENTO 1.2			3.56	9.04
ASENTAMIENTO 1.3			3.57	9.07
ASENT- PTR 2.1	12%	3" - 4"	3.47	8.81
ASENT- PTR 2.2			3.41	8.66
ASENT- PTR 2.3			3.44	8.74
ASENT- PTR 3.1	17%	3" - 4"	3.32	8.43
ASENT- PTR 3.2			3.34	8.48
ASENT- PTR 3.3			3.27	8.31
ASENT- PTR 4.1	20%	3" - 4"	3.20	8.13
ASENT- PTR 4.2			3.18	8.08
ASENT- PTR 4.3			3.16	8.03

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del asentamiento patrón promedio:

$$Asentamiento_{patron} = \frac{9.09 + 9.04 + 9.07}{3} = 9.07 \text{ cm}$$

En la figura 13 y tabla 8 se visualiza como, se llevó a cabo el ensayo de trabajabilidad utilizando la prueba del cono de Abrams (NTP 339.035). Se llenó el cono con una muestra de concreto fresco y se compactó cuidadosamente en capas. Posteriormente, se retiró el cono y se midió la altura de la muestra para evaluar su trabajabilidad la cual para el concreto patrón fue de 9.07 mm. Una vez finalizados los ensayos, se registraron los resultados obtenidos para cada muestra de concreto.

Etapas 6: Elaboración de probetas.



Figura 14. Llenado de probetas

Fuente: Propia

Se realizó una inspección para asegurar la limpieza y buen estado de los moldes destinados a las probetas (NTP 339.033) de proporciones de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm). Se empleó un agente desmoldante apropiado para facilitar la extracción posterior de las muestras. Una vez que la mezcla estuvo preparada, se vertió en los moldes preparados, llenándolos en capas sucesivas y compactándolas con una barra adecuada para asegurar la eliminación de posibles bolsas de aire y lograr una distribución homogénea del concreto. Luego de llenar completamente los moldes, se alisó la superficie superior del concreto con una regla o paleta para eliminar excesos de material y obtener una superficie nivelada y uniforme. Posteriormente, se cubrieron los moldes con plástico y se desmoldaron con cuidado luego de alcanzar el tiempo especificado.



Figura 15. Curado

Fuente: Propia

Siguiendo el protocolo estándar de curado de probetas (NTP 339.033) para asegurar un desarrollo adecuado de la resistencia del concreto se realizó el curado de las muestras a 7, 14 y 28 días respectivamente.

Etapa 8: Pruebas mecánicas.



Figura 16. Resistencia a la compresión

Fuente: Propia

Tabla 9: Resultados de compresión.

Testigo	Polvo de tóner residual (PTR)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²)
COMP. 1.7	0%	15.00	176.71	39113	221.33
COMP. 1.8		15.05	177.89	39071	219.63
COMP. 1.9		15.07	178.37	39102	219.22
COMP. PTR 2.7	12%	15.02	177.19	40837	230.48
COMP. PTR 2.8		14.97	176.01	40818	231.91
COMP. PTR 2.9		14.99	176.48	40837	231.40
COMP. PTR 3.7	17%	15.05	177.89	43930	246.94
COMP. PTR 3.8		15.04	177.66	43910	247.16
COMP. PTR 3.9		15.07	178.37	43889	246.06
COMP. PTR 4.7	20%	15.00	176.71	46846	265.09
COMP. PTR 4.8		15.06	178.13	46854	263.03
COMP. PTR 4.9		14.97	176.01	46801	265.90

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la compresión del concreto:

$$\text{Compresion} = \frac{f'c}{\text{Area}} = \frac{39113\text{kg}}{176.71} = 221.33 \text{ kg/cm}^2$$

En la figura 16 y tabla 9 se llevó a llevar a la práctica la resistencia a la compresión (NTP 339.034) utilizando un equipo de ensayo de carga axial. Las muestras fueron posicionadas con precisión en la máquina, asegurando su alineación adecuada con la placa de carga y el cabezal móvil. Se aplicó una carga gradual y constante sobre las probetas hasta que se produjo su fractura. Durante el proceso, se registraron los datos relativos a la carga aplicada y la deformación obtenida para cada una de las muestras. Posteriormente, se calcularon los datos de resistencia a la compresión utilizando las dimensiones y la carga máxima soportada por cada probeta, conforme a las fórmulas establecidas en la normativa correspondiente.



Figura 17. Resistencia a la tracción

Fuente: Propia

Tabla 10: Resultados de tracción.

Testigo	Polvo de tóner residual (PTR)	Diámetro (cm)	Largo (cm)	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²)
TRAC. 1.7	0%	15.02	30.00	19819	28.00
TRAC. 1.8		15.02	30.07	19776	27.88
TRAC. 1.9		14.96	29.94	19820	28.17
TRAC. PTR 2.7	12%	14.96	30.01	24440	34.66
TRAC. PTR 2.8		15.07	29.97	24494	34.53
TRAC. PTR 2.9		14.97	29.96	24442	34.69
TRAC. PTR 3.7	17%	15.02	30.05	26060	36.76
TRAC. PTR 3.8		15.03	30.10	26004	36.59
TRAC. PTR 3.9		14.99	30.13	26015	36.67
TRAC. PTR 4.7	20%	14.99	29.95	28085	39.83
TRAC. PTR 4.8		14.97	29.97	28062	39.82
TRAC. PTR 4.9		15.02	30.07	28023	39.50

Fuente: Elaboración propia

Calculo de la resistencia a tracción:

$$Tracción = \frac{2P}{\pi \cdot l \cdot d} = \frac{2(19819)}{\pi \times 30 \times 15.02} = 28 \text{ kg/cm}^2$$

En la figura 17 y la tabla 10 se evidencia los resultados de tracción del concreto, de este modo se llevó a la practica la de resistencia a la tracción (NTP 339.084) utilizando un equipo de ensayo adecuado. Las muestras fueron colocadas en la máquina de ensayo de manera segura, garantizando su alineación correcta con los dispositivos de sujeción. Se aplicó una fuerza gradual y continua en dirección opuesta al eje longitudinal de las probetas hasta que se produjo su fractura. Durante el ensayo, se registraron cuidadosamente los datos de carga y deformación para cada una de las muestras. Una vez finalizadas todas las pruebas, se calcularon los datos de resistencia a la tracción utilizando los datos obtenidos durante el ensayo.



Figura 18. Resistencia a la flexión

Fuente: Propia

Tabla 11: Resultados de flexión.

Testigo	PTR	Dimensiones			Carga (kg)	F'c (kg/cm ²)
		B (cm)	H (cm)	L (cm)		
FLEX. 1.7	0%	15.07	14.96	45.03	4526	60.43
FLEX. 1.8		14.99	15.07	44.94	4582	60.49
FLEX. 1.9		15.07	15.01	45.21	4588	61.09
FLEX. PTR 2.7	12%	14.96	15.02	44.97	5087	67.78
FLEX. PTR 2.8		15.01	15.01	45.21	5140	68.72
FLEX. PTR 2.9		15.04	14.96	44.94	5060	67.56
FLEX. PTR 3.7	17%	15.00	15.03	45.21	5338	71.22
FLEX. PTR 3.8		15.04	15.01	45.06	5263	69.99
FLEX. PTR 3.9		15.05	15.03	45.15	5318	70.62
FLEX. PTR 4.7	20%	14.99	15.05	44.97	5474	72.50
FLEX. PTR 4.8		14.97	15.04	44.97	5414	71.90
FLEX. PTR 4.9		14.97	14.98	44.97	5492	73.52

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la resistencia a flexión:

$$Flexión = \frac{PL}{BH^2} = \frac{4526 \times 45.03}{15.07 \times 14.96^2} = 60.43 \text{ kg/cm}^2$$

En la figura 18 y la tabla 11 se visualiza la elaboración y resultados del ensayo de resistencia a la flexión (NTP 339.078) utilizando el implemento adecuado. Las vigas fueron colocadas en la máquina de ensayo, asegurando su alineación precisa y garantizando un soporte correcto en sus puntos de apoyo. Se aplicó una carga gradual y controlada en el centro de la viga, perpendicular a su longitud, hasta que se produjo la falla. Durante la realización del ensayo, se registraron minuciosamente los datos relacionados con la carga aplicada y la deformación obtenida para cada muestra. Una vez finalizadas todas las pruebas, se analizaron los datos y se compararon con los directrices de aceptación establecidos en la normativa correspondiente.

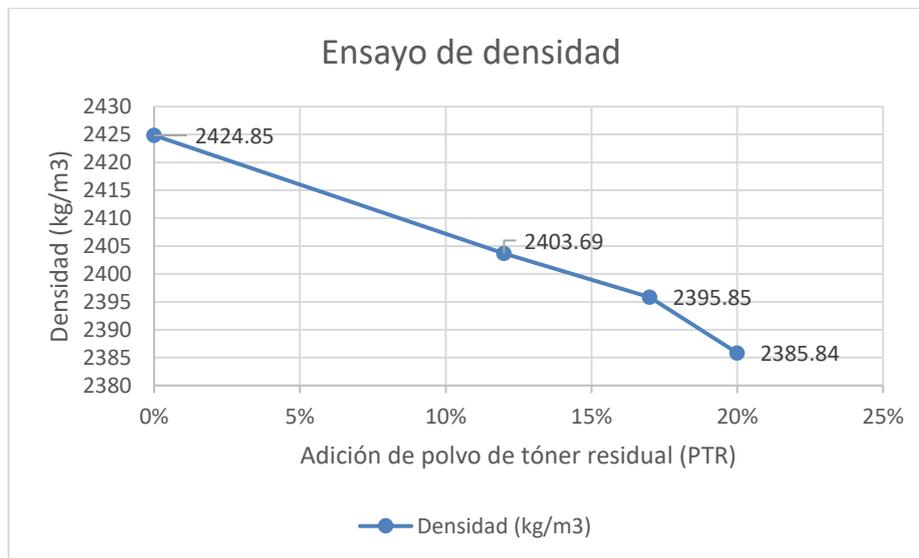
III. RESULTADOS

OE1: Demostrar cómo influye la adición de polvo de tóner residual en la densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024., Lima, 2024.

Tabla 12: Densidad del concreto.

Muestra	Adición de polvo de tóner residual (PTR)	Densidad (kg/m ³)
PATRÓN	0%	2424.85
DENS- PTR 2	12%	2403.69
DENS- PTR 3	17%	2395.85
DENS- PTR 4	20%	2385.84

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 1. Ensayo de consistencia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 y la gráfica 1 se muestra el análisis de las consecuencias donde se evidencia que al incorporar polvo de tóner residual al concreto estándar representado por la muestra PATRON (0% PTR), se produce una disminución en la densidad. Por ejemplo, con un 12% de adición, la densidad desciende a 2403.69 kg/m³, y esta tendencia continúa con un 17% y un 20% de adición, donde la densidad disminuye a 2395.85 kg/m³ y 2385.84 kg/m³ respectivamente. Estos resultados sugieren que conforme aumenta la cantidad de polvo de tóner residual, la densidad del concreto tiende a reducirse, posiblemente debido a la saturación de partículas de polvo de tóner en la mezcla, lo que propicia una disminución en la densidad total del material.

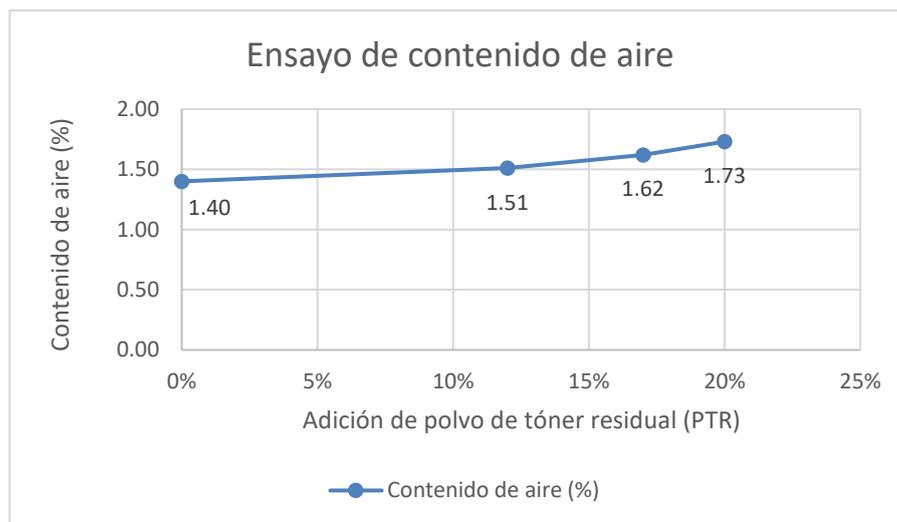
También se observa que cuando se le agrega un 12% de polvo de tóner residual, la densidad disminuye en aproximadamente un 0.87%, mientras que con un 17% y un 20% de adición, la densidad disminuye en aproximadamente un 1.19% y un 1.61%.

OE2: Determinar en qué medida la adición de polvo de tóner residual influye en el contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024.

Tabla 13: *Contenido de aire del concreto.*

Muestra	Adición de polvo de tóner residual (PTR)	Contenido de aire (%)
PATRON	0%	1.40
CON.AIRE- PTR 2	12%	1.51
CON.AIRE- PTR 3	17%	1.62
CON.AIRE- PTR 4	20%	1.73

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 2. Ensayo de densidad

Fuente: Elaboración propia

El estudio de la tabla 13 y gráfica 2 revela el efecto de agregar polvo de tóner residual en distintas proporciones sobre el contenido de aire del concreto. Inicialmente, la muestra PATRON (0% PTR) muestra un contenido de aire del 1.40%, representando el concreto estándar sin polvo de tóner. Al incluir un 12% de polvo de tóner residual (CON.AIRE-PTR 2), el contenido de aire aumenta levemente a 1.51%, sugiriendo una posible influencia del polvo de tóner en la porosidad del concreto. Este patrón de aumento se repite al incrementar la proporción de polvo de tóner en las muestras

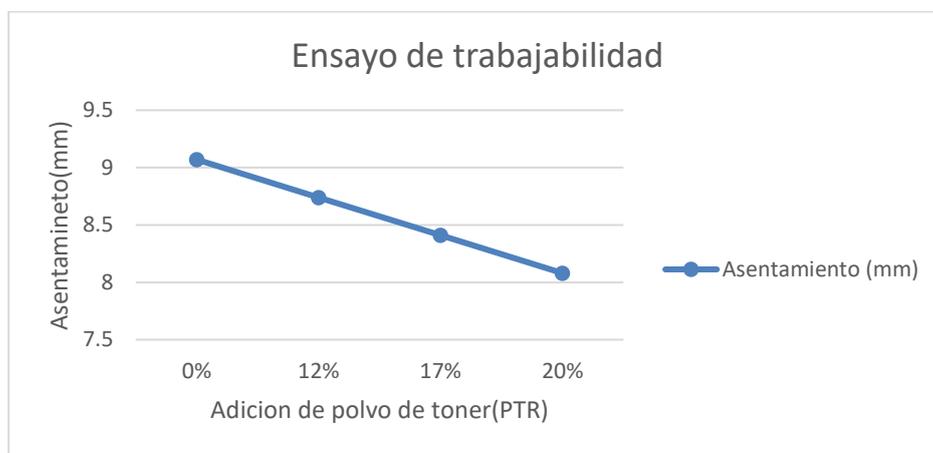
CON.AIRE-PTR 3 (17%) y CON.AIRE-PTR 4 (20%), donde el contenido de aire llega a 1.62% y 1.73% respectivamente. También se muestra que el contenido de aire del hormigón aumenta en aproximadamente un 7.86% con un 12% de adición de polvo de tóner residual, en un 15.71% con un 17% de adición, y en un 23.57% con un 20% de adición.

OE3: Evaluar de qué manera la adición de polvo de tóner residual influye en el asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024.

Tabla 14: *Trabajabilidad del concreto.*

Muestra	Adición de polvo de tóner residual (PTR)	Asentamiento (mm)
PATRÓN	0%	9.07
ASENT- PTR 2	12%	8.74
ASENT- PTR 3	17%	8.41
ASENT- PTR 4	20%	8.08

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 3. Ensayo de trabajabilidad

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la tabla 14 y la gráfica 3 muestra cómo la adición de polvo de tóner residual impacta el asentamiento del concreto en distintas proporciones. Inicialmente, la muestra PATRÓN (0% PTR) presenta un asentamiento de 9.07 mm, representando el concreto sin adición de polvo de tóner. Al agregar un 12% de polvo de tóner residual (ASENT-PTR 2), el asentamiento disminuye ligeramente a 8.74 mm, indicando una posible mejora en la trabajabilidad del concreto. Esta tendencia de reducción se

observa al aumentar la cantidad de polvo de tóner en las muestras ASENT-PTR 3 (17%) y ASENT-PTR 4 (20%), donde los asentamientos alcanzan 8.41 mm y 8.08 mm respectivamente. Finalmente se indicó que el asentamiento del concreto disminuye aproximadamente un 3.63% con un 12% de adición de polvo de tóner residual, un 7.29% con un 17% de adición, y un 10.90% con un 20% de adición.

Prueba de normalidad de las propiedades físicas

Con el objetivo de poder contrastar la hipótesis es necesario y requerido la evaluación de Shapiro – Wilk, Se aplica Shapiro – Wilk, ya que $n < 50$. (Ver ANEXO 6: Prueba de las propiedades físicas).

Se genera el análisis de los resultados de las propiedades físicas ensayados al concreto en estado fresco en el software SPSS,

Contratación de la hipótesis de las propiedades físicas

Se debe recurrir ANOVA para la contratación de hipótesis donde:

Se acepta la H_0 , si $p \text{ valor} > 0,05$; se rechaza la H_0 , si $p \text{ valor} < 0,05$

H₁: La adición de polvo de tóner residual influye notablemente en la densidad del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales, Lima, 2024.

H₂: La adición de polvo de tóner residual influye de manera sustancialmente en el contenido de aire del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales, Lima, 2024.

H₃: La adición de polvo de tóner residual favorece significativamente en el asentamiento del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales, Lima, 2024.

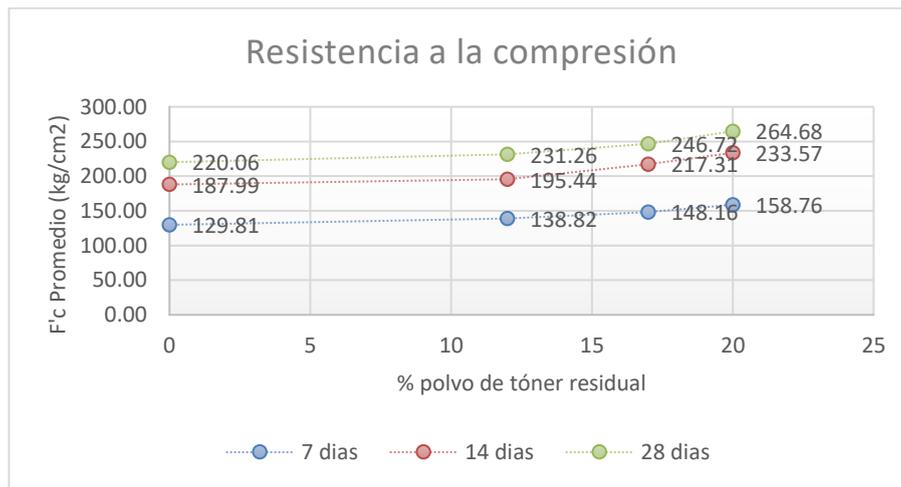
Se pudo justificar que el valor de significancia p es menor que 0.05 con lo cual se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula H_0 . (Ver ANEXO 7: Prueba de ANOVA de las propiedades físicas).

OE4: Analizar de qué manera la adición de polvo de tóner residual influye en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales, Lima, 2024.

Tabla 15: Resistencia a la compresión

% polvo de tóner residual	F'c Promedio (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
0	129.81	187.99	220.06
12%	138.82	195.44	231.26
17%	148.16	217.31	246.72
20%	158.76	233.57	264.68

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 4. Compresión del concreto

Fuente: Elaboración propia

La tabla 15 y la gráfica 4 muestran que la resistencia a la compresión incrementa con el periodo de curado y con el porcentaje de polvo de tóner residual en la mezcla. Por ejemplo, a los 28 días, la resistencia promedio varía desde 220.06 kg/cm² para una mezcla sin polvo de tóner residual hasta 264.68 kg/cm² para una mezcla con un 20% de polvo de tóner residual.

Además, se observa que el mayor incremento en la resistencia se registra en los primeros 7 días de curado, con un aumento significativo del 12.01% al 17% de polvo de tóner residual en este período, mientras que el aumento del 17% al 20% resulta menos pronunciado en el mismo intervalo de tiempo. Se contempla un aumento general en la resistencia a medida que el tiempo transcurre y se incrementa el porcentaje de polvo de tóner residual.

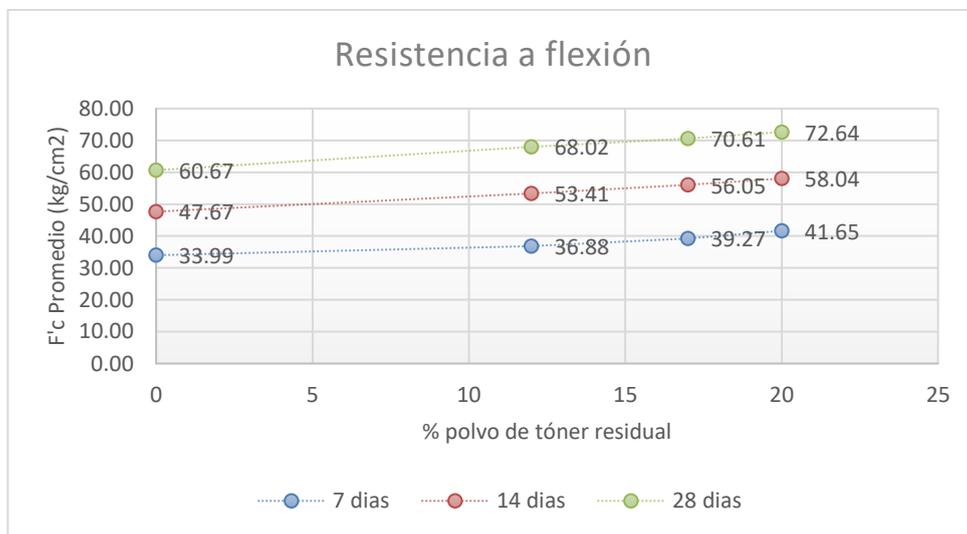
Esto sugiere una correlación directa entre la resistencia a la compresión y el tiempo de curado, así como una influencia positiva del polvo de tóner residual en la mejora de la resistencia.

OE5: Demostrar cómo afecta la adición de polvo de tóner residual en la resistencia a flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024.

Tabla 16: Resistencia a flexión

% polvo de tóner residual	F'c Promedio (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
0	33.99	47.67	60.67
12%	36.88	53.41	68.02
17%	39.27	56.05	70.61
20%	41.65	58.04	72.64

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 5. Flexión del concreto

Fuente: Elaboración propia

La tabla 16 y la gráfica 5 muestran que la resistencia a la flexión aumenta con el paso del tiempo de curado y con el porcentaje de polvo de tóner residual en la mezcla. Por ejemplo, a los 28 días, la resistencia promedio varía desde 60.67 kg/cm² para una mezcla sin polvo de tóner residual hasta 72.64 kg/cm² para una mezcla con un 20% de polvo de tóner residual. Además, se observa que el mayor incremento en la resistencia se registra en los primeros 7 días de curado, con un aumento significativo del 12.89% al 17% de polvo de tóner residual en este período, mientras que el aumento del 17% al 20% resulta menos pronunciado en el mismo intervalo de tiempo. Por ejemplo, después de 28 días, la resistencia promedio aumenta de 33.99 kg/cm² en una mezcla sin polvo de tóner residual a 72.64 kg/cm² en una mezcla con un 20% de este componente. Además, se destaca un mayor aumento durante los primeros 7

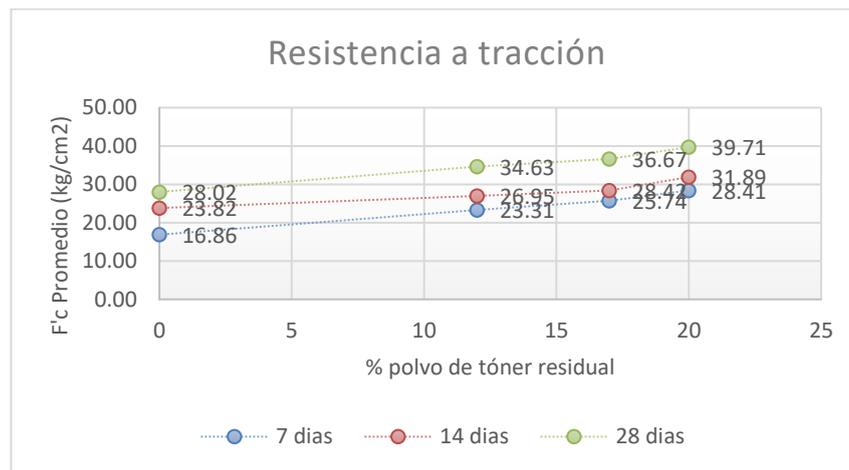
días de curado, donde la resistencia aumenta notablemente de un 12.89% al 17% de polvo de tóner residual, mientras que el aumento entre el 17% y el 20% es menos marcado durante el mismo período de tiempo.

OE6: Evaluar en qué magnitud repercute la adición de polvo de tóner residual influye en la resistencia a tracción del concreto $f'_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales, Lima, 2024.

Tabla 17: Resistencia a la tracción

% polvo de tóner residual	F'c Promedio (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
0	16.86	23.82	28.02
12%	23.31	26.95	34.63
17%	25.74	28.42	36.67
20%	28.41	31.89	39.71

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 6. Tracción del concreto

Fuente: Elaboración propia

La tabla 17 y la gráfica 6 muestran que la resistencia a la tracción se eleva tanto con el tiempo de curado como con el aumento en el porcentaje de polvo de tóner residual en la mezcla. Por ejemplo, a los 28 días, la resistencia promedio varía desde 28.02 kg/cm² en una mezcla sin polvo de tóner residual hasta 39.71 kg/cm² en una mezcla con un 20% de este componente. Además, se observa un crecimiento más notable durante los primeros 7 días de curado, donde la resistencia aumenta significativamente de 16.86 kg/cm² con un 0% de polvo de tóner residual a 23.31 kg/cm² con un 12%, mientras que el aumento entre el 12% y el 17% es menos

pronunciado en el mismo período. Se muestra la tendencia general de cada línea fue ascendente a medida que incrementa el porcentaje de polvo de tóner residual y el tiempo de curado. Inicialmente, las líneas estarían más cercanas entre sí, pero se irían separando gradualmente a medida que avanza el tiempo de curado. Esto sugeriría que el impacto del polvo de tóner residual en la resistencia a la tracción es más pronunciado en las primeras etapas del curado y se incrementa con el tiempo.

Prueba de normalidad de las propiedades mecánicas

Para contrastar la hipótesis, es necesario y fundamental realizar la evaluación de Shapiro – Wilk, Se aplica Shapiro – Wilk, ya que $n < 50$. (Ver ANEXO 8: Prueba de normalidad de las propiedades mecánicas).

Se completó el análisis de los resultados de las propiedades mecánicas ensayados al concreto en estado endurecido en el software SPSS.

Contrastación de la hipótesis de las propiedades mecánicas

Se debe utilizar ANOVA para la contratación de hipótesis donde:

Se acepta la H_0 , si $p \text{ valor} > 0,05$; se rechaza la H_0 , si $p \text{ valor} < 0,05$.

H₄: La adición de polvo de tóner influye de manera considerablemente en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales, Lima, 2024.

H₅: La adición de polvo de tóner residual afecta positivamente en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales, Lima, 2024.

H₆: La adición de polvo de tóner residual repercute sustancialmente en la resistencia a tracción del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en elementos estructurales, Lima, 2024.

Se pudo demostrar que el valor de significancia p es menor que 0.05 con lo cual se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula H_0 . (Ver ANEXO 9: Prueba de ANOVA de las propiedades mecánicas).

IV. DISCUSIÓN

Discusión I: Densidad

En la presente investigación la densidad tuvo una tendencia decadente a medida que se incrementa la incorporación del PTR, de este modo se evidencia en los resultados del concreto patrón que fue de 2424.85 kg/m³ y para la adición de 20 % de PTR presento una densidad de 2385.84 kg/m³. Los resultados obtenidos en nuestro estudio corroboran hallazgos previos que investigaron el impacto de la adición de polvo de tóner residual en la densidad del hormigón. En línea con Zhao et al. (2022), observamos una tendencia descendente en la densidad del hormigón a la vez que aumenta el porcentaje de tóner residual, puesto que en sus resultados del hormigón patrón fue de 2452 kg/m³ y con la incorporación de 6 % de polvo de tóner genero una densidad de 2397 kg/m³. Este patrón podría atribuirse a la saturación de partículas de tóner en la mezcla, lo que dificulta la compactación y reduce la densidad del material, como también se sugiere en los resultados de Jiandong y Shiva (2021) el descenso en la densidad del concreto que presenta se evidencia en su densidad patrón que fue de 2395 kg/m³ mientras que con la incorporación de 16 % de tóner residual alcanzo una densidad de 2278 kg/m³, esto podría tener implicaciones significativas en su aplicabilidad estructural. Una densidad reducida podría afectar la capacidad de carga y la durabilidad del concreto en aplicaciones estructurales. Además, la reducción en la densidad puede influir en otros aspectos del comportamiento del concreto, como su capacidad de aislamiento térmico y acústico. Los resultados obtenidos de la investigación actual son iguales en relación a la tendencia de disminuir la densidad del concreto conforme que se le aumenta la cantidad de PTR, esto puede deberse a la baja densidad que presenta el PTR. Es importante destacar que, aunque la disminución en la densidad puede plantear preocupaciones en términos de aplicaciones estructurales específicas, podría ofrecer ventajas en aplicaciones donde se requiera un peso más ligero, como en ciertas construcciones prefabricadas o en elementos arquitectónicos donde la carga no sea un factor crítico.

Discusión II: Contenido de aire

En la presente investigación el contenido de aire tuvo una predisposición ascendente a medida que se incrementa la incorporación del PTR, de este modo se evidencia en

los resultados del concreto patrón que fue de 1.4 % de contenido de aire y para la adición de 20 % de PTR presento un 1.73 %. Nuestros resultados coinciden con los hallazgos previos de varios estudios que investigaron el impacto de la adición de polvo de tóner residual en el contenido de aire del concreto. Por ejemplo, Zhao et al. (2022) y Jiandong y Shiva (2021) también observaron un aumento en el contenido de aire con la incorporación de tóner residual en diferentes proporciones, donde el contenido alcanzo su máximo valor para las adiciones de 6 % y 16 %, alcanzando 1.59 % y 2.11 % respectivamente. Este aumento en el contenido de aire del hormigón puede atribuirse a varios factores. La presencia de partículas de tóner residual podría actuar como agentes de aireación, introduciendo microburbujas en la mezcla durante el proceso de mezclado. Además, la interfaz entre el tóner residual y la matriz de concreto puede crear porosidades que contribuyan aún más a la retención de aire en la mezcla. Es importante considerar las implicaciones de este aumento en el contenido de aire en el comportamiento del hormigón. Por un lado, un mayor contenido de aire puede potenciar la resistencia al congelamiento y descongelamiento del concreto al proporcionar un espacio para que el agua se expanda durante el congelamiento. Sin embargo, un exceso de aire atrapado en la mezcla podría afectar negativamente la longevidad del concreto y la resistencia mecánica, especialmente en aplicaciones estructurales donde se requiere una alta resistencia y durabilidad.

Discusión III: Asentamiento

En la presente investigación el asentamiento presento una afinidad descendente a medida que se crece la incorporación del PTR, de este modo se evidencia en los resultados del concreto patrón que fue de 9.07 mm y para la adición de 20 % de PTR presento una densidad de 8.08 mm. lo cual muestra una reducción gradual en el asentamiento del concreto, pasando de 9.07 mm en la muestra PATRÓN (0% PTR) a 8.08 mm con un 20% de adición de polvo de tóner residual, lo que representa una disminución del 10.90%. En contraste, Jiandong y Shiva (2021) observaron un aumento progresivo en el asentamiento, alcanzando valores de asentamiento que aumentaron hasta un 9.2% con una dosificación del 12%. Estas discrepancias podrían ser atribuidas a diferencias en las metodologías de prueba o las condiciones de laboratorio. En última instancia, estas cifras destacan la necesidad de una mayor comprensión de cómo la adición de polvo de tóner residual afecta la trabajabilidad del

concreto y cómo estos hallazgos pueden influir en la elección y diseño de mezclas de hormigón para diversas aplicaciones. Es importante considerar las posibles implicaciones de este hallazgo en la práctica de la construcción. Un menor asentamiento del concreto podría requerir ajustes en la mezcla, como la incorporación de superplastificantes u otros aditivos para mejorar la trabajabilidad sin comprometer significativamente otras propiedades del concreto, como la resistencia mecánica. Además, estos resultados resaltan la importancia de realizar pruebas de dosificación y ensayos de campo para garantizar que las mezclas de concreto modificadas con tóner residual cumplan con los requisitos de manipulación y colocación en el sitio de construcción.

Discusión IV: Resistencia a la compresión

En la presente investigación se manifestaron resultados de resistencia a la compresión del hormigón con adición de polvo de tóner residual; se notó un aumento ascendente en la resistencia a la compresión en directa correlación con la incorporación de polvo de tóner residual. Por ejemplo, a los 28 días, la resistencia promedio varió desde 220.06 kg/cm² para una mezcla sin polvo de tóner residual hasta 264.68 kg/cm² para una mezcla con un 20% de polvo de tóner residual, representando un aumento del 20.3%. Los resultados obtenidos en nuestro estudio corroboran hallazgos previos que investigaron el impacto de la adición de polvo de tóner residual en la densidad del hormigón por Zhao et al. (2022), quienes registraron un incremento gradual en la resistencia a la compresión con la adición de tóner residual, por ejemplo, la resistencia a la compresión alcanzó los 244.87 kg/cm² con un 2% de tóner residual y 316.40 kg/cm² con un 6% de tóner residual. Esto demuestra que la adición de polvo de tóner residual mejora la resistencia a compresión del concreto, lo cual podría deberse a la mayor densificación y cohesión de la mezcla. Los resultados obtenidos de la investigación actual guardan congruencia con los hallazgos de los antecedentes mencionados de esta manera se puede demostrar que la adición de polvo de tóner residual efectivamente contribuye al aumento de la resistencia a compresión del hormigón.

Discusión V: Resistencia a la flexión

En la presente investigación se mostraron resultados de resistencia a la flexión del

concreto con añadidura de polvo de tóner residual; se observó un incremento ascendente en la resistencia a la flexión en relación directa con la añadidura de polvo de tóner residual. Por ejemplo, a los 28 días, la resistencia promedio varió desde 60.67 kg/cm² para una mezcla sin polvo de tóner residual hasta 72.64 kg/cm² para una mezcla con un 20% de polvo de tóner residual, representando un aumento del 19.7%. Los resultados obtenidos en nuestro estudio corroboran hallazgos previos que investigaron la incidencia de la adición de polvo de tóner residual en la densidad del concreto por Peralta, Priano y Ortega (2020), quienes también observaron un ascenso en la resistencia a la flexión con la adición de tóner residual. Por ejemplo, la resistencia a la flexión aumentó progresivamente con la concentración de tóner, desde 53.47 kg/cm² hasta 74.76 kg/cm², evidenciando un incremento del 39.8% entre la concentración más baja y más alta que fueron de 2.5% y 15 % de polvo de tóner residual. Esto demuestra que la adición de polvo de tóner residual realce la resistencia a flexión del concreto, lo cual podría deberse a una mayor cohesión y capacidad de carga del material. Los resultados obtenidos de la investigación actual guardan semejanza con los hallazgos de los antecedentes mencionados de esta manera se puede demostrar que la adición de polvo de tóner residual contribuye al aumento de la resistencia a flexión del hormigón.

Discusión VI: Resistencia a la tracción

En la presente investigación se mostraron resultados de resistencia a la tracción del concreto con incorporación de polvo de tóner residual; se observó un incremento ascendente en la resistencia a la tracción en relación directa con la incorporación de polvo de tóner residual. Por ejemplo, a los 28 días, la resistencia promedio varió desde 28.02 kg/cm² en una mezcla sin polvo de tóner residual hasta 39.71 kg/cm² en una mezcla con un 20% de polvo de tóner residual, representando un aumento del 41.7%. Los resultados obtenidos en nuestro estudio corroboran hallazgos previos que investigaron el impacto de la adición de polvo de tóner residual en la densidad del concreto por Honin et al. (2023), quienes también observaron un aumento en la resistencia a la tracción con la adición de tóner residual. Por ejemplo, la resistencia a la tracción incremento paulatinamente con la concentración de tóner, desde 30.33 kg/cm² hasta 36.61 kg/cm², representando un incremento del 20.6% entre la concentración más baja y más alta que fueron de 0 % y 7 % de polvo de tóner residual. Esto demuestra que la adición de polvo de tóner residual mejora la resistencia a

tracción del concreto, lo cual podría deberse a una mayor cohesión y capacidad de carga del material. Los resultados conseguidos de la investigación actual guardan paralelismo con los hallazgos de los antecedentes mencionados de esta manera se puede demostrar que la adición de polvo de tóner residual contribuye al aumento de la resistencia a tracción del concreto.

V. CONCLUSIONES

- Luego del desarrollo del trabajo de investigación se demostró que la adición de polvo de tóner residual influye notablemente en la densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm², constituyéndose que la muestra DENS - PTR 4 (20 % PTR) es la que presenta mayor disminución del orden de -1.61 % respecto al concreto tradicional, según se indica en la tabla N° 12. Este valor alcanzado por la densidad de 2385.84 kg/m³ se encuentra contemplado de los parámetros especificados por norma NTP 339.046.
- Luego del desarrollo del trabajo de investigación se determinó que la adición de polvo de tóner residual influye de manera sustancialmente en el contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm², instaurándose que la muestra CON.AIRE - PTR 4 (20 % PTR) es la que presenta mayor incremento del orden de +23.57 % respecto al concreto tradicional, según se indica en la tabla N° 13. Este valor alcanzado por el contenido de aire de 1.73 % se encuentra abarcado de los parámetros especificados por norma NTP 339.080.
- Luego del desarrollo del trabajo de investigación se evaluó que la adición de polvo de tóner residual favorece significativamente en el asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm², implantándose que la muestra ASENT - PTR 4 (20 % PTR) es la que presenta mayor disminución del orden de -10.92 % respecto al concreto tradicional, según se indica en la tabla N° 14. Este valor alcanzado por el asentamiento de 8.08 mm se encuentra contemplado en los parámetros especificados por norma NTP 339.035 para una mezcla plástica.
- Luego del desarrollo del trabajo de investigación se analizó que la adición de polvo de tóner residual influye de manera considerablemente en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², fundándose que la muestra COMP. PTR 4 (20 % PTR) es la que presenta mayor aumento del orden de +20.28 % respecto al concreto tradicional, según se indica en la tabla N° 17. Este valor alcanzado por la resistencia de 264.68 kg/cm², está incluido dentro de los parámetros especificados por norma NTP 339.034.
- Luego del desarrollo del trabajo de investigación se demostró que la adición de polvo de tóner residual afecta positivamente en la resistencia a flexión del

concreto $f'c=210$ kg/cm², instaurándose que la muestra FLEX. PTR 4 (20 % PTR) es la que presenta mayor aumento del orden de +19.73 % respecto al concreto tradicional, según se indica en la tabla N° 18. Este valor alcanzado por la flexión de 72.64 kg/cm², se encuentra dentro de los límites especificados por norma NTP 339.078.

- Luego del desarrollo del trabajo de investigación se evaluó que la adición de polvo de tóner residual repercute sustancialmente en la resistencia a tracción del concreto $f'c=210$ kg/cm², estableciéndose que la muestra TRAC. PTR 4 (20 % PTR) es la que presenta mayor incremento del orden de +41.72 % respecto al concreto tradicional, según se indica en la tabla N° 19. Este valor alcanzado por la tracción de 39.71 kg/cm², se encuentra dentro de los parámetros especificados por norma NTP 339.084.
- Considerando los resultados de la investigación sobre la adición de polvo de tóner residual (PTR) al concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales en Lima, 2024, se ha determinado que la incorporación de PTR influye sustancialmente en diversas propiedades del concreto. Se evidencia que la densidad se ve afectada positivamente, con una reducción del 1.61%, mientras que el contenido de aire aumenta hasta en 23.57%, siendo este contenido de aire de 1.73 % el cual aún se encuentra dentro del rango permitido, por otra parte, guardando relación con las propiedades físicas se encontró una mejora máxima de 10.90% en la trabajabilidad del concreto cuando está recién preparado. Finalmente, se ha determinado que la adición de tóner residual influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, siendo la dosificación de 20 % de PTR la que presento mejores resultados los cuales se vieron evidenciados en un aumento del 20.28%, 19.73% y 41.72% en la resistencia a compresión, flexión y tracción respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

- Recomendación específica 1: Considerando que la adición de polvo de tóner residual resulta en una disminución en la densidad del concreto, se recomienda realizar un análisis exhaustivo de las propiedades físicas y mecánicas de los elementos estructurales construidos con este material modificado. Es importante evaluar cómo esta reducción en la densidad puede afectar la capacidad de carga y la durabilidad de las estructuras de este modo también se recomienda implementar una dosificación del 15% de PTR en lugar del 20%, y realizar pruebas adicionales con porcentajes intermedios (15%, 17.5%) para encontrar el equilibrio óptimo entre densidad y otras propiedades. Utilizar agregados finos de alta densidad (como arenas silíceas) y micro-sílice para mejorar la densidad y reducir la porosidad del concreto.
- Recomendación específica 2: Dado que la adición de polvo de tóner residual aumenta el contenido de aire en el concreto, se sugiere realizar pruebas adicionales para evaluar cómo este aumento afecta la resistencia a la intemperie y la resistencia al congelamiento y deshielo del material. Es fundamental comprender cómo estos cambios en el contenido de aire pueden influir en la durabilidad y el rendimiento a largo plazo del concreto en condiciones ambientales adversas. Se recomienda incorporar aditivos reductores de aire cuando se utilice un 20% de PTR, para contrarrestar el aumento significativo del contenido de aire. Utilizar aditivos reductores de aire como los basados en polímeros vinílicos y surfactantes específicos para concreto, además de explorar la combinación con agentes anti-espumantes.
- Recomendación específica 3: La disminución en el asentamiento del concreto con la adición de polvo de tóner residual sugiere la necesidad de ajustar las técnicas de colocación y compactación durante la construcción. Se recomienda llevar a cabo estudios adicionales para determinar las mejores prácticas de colocación que permitan lograr la compactación adecuada y garantizar la calidad del concreto en obra. Se recomienda ajustar la cantidad de agua y el uso de superplastificantes en la mezcla con un 20% de PTR, para mejorar la trabajabilidad del concreto sin afectar negativamente sus propiedades. Utilizar superplastificantes basados en policarboxilatos y ajustar la relación

agua/cemento para alcanzar el asentamiento deseado. Además, la incorporación de retardantes de fraguado podría ayudar a mantener la trabajabilidad por más tiempo.

- Recomendación específica 4: Dado que la resistencia a la compresión aumenta con la adición de polvo de tóner residual, se sugiere considerar el uso de este material modificado en aplicaciones donde se requiera una alta resistencia estructural. Sin embargo, es importante realizar pruebas adicionales para evaluar la resistencia a largo plazo y la durabilidad del concreto con esta adicción, especialmente en condiciones de carga cíclica y ambientales adversas. Se recomienda promover la aplicación de un 20% de PTR en proyectos donde la resistencia a compresión es crítica, y monitorear las condiciones específicas de obra para asegurar la consistencia del incremento en resistencia. Usar cemento de alta resistencia (tipo III) y añadir humo de sílice (micro-sílice) para mejorar la compactación y aumentar la resistencia a compresión. Además, considerar el uso de cenizas volantes como material cementante suplementario
- Recomendación específica 5: Considerando que la resistencia a la flexión del concreto aumenta con la adición de polvo de tóner residual, se recomienda explorar el uso de este material modificado en aplicaciones donde se requiera una mayor capacidad de flexión, como en elementos estructurales sometidos a cargas variables o en condiciones de vibración. Es fundamental realizar pruebas adicionales para validar el desempeño del concreto en situaciones de carga real. Se recomienda utilizar un 20% de PTR en estructuras que requieran mayor resistencia a flexión, como pavimentos y losas de gran extensión, y combinar PTR con fibras para mejorar la durabilidad. Incorporar fibras de polipropileno o fibras de acero en la mezcla para mejorar la resistencia a flexión y reducir la propagación de fisuras. También considerar el uso de aditivos mejoradores de la adherencia (adhesivos poliméricos).
- Recomendación específica 6: Se sugiere considerar este material modificado en aplicaciones donde se requiera una mayor resistencia a la tracción, como en elementos estructurales sujetos a tensiones o esfuerzos de flexión. Es importante realizar pruebas adicionales para evaluar la adherencia y la

resistencia al deslizamiento del concreto con esta adición, especialmente en uniones y conexiones críticas. Se recomienda implementar la adición de un 20% de PTR en elementos estructurales sometidos a altas tensiones, y evaluar el comportamiento del concreto PTR en condiciones extremas. Materiales/Aditivos sugeridos: Utilizar fibras sintéticas (como fibras de polipropileno) para mejorar la resistencia a tracción y la durabilidad. Además, la adición de aditivos mejoradores de la cohesión (como polímeros dispersantes) puede ayudar a mejorar la resistencia global del material.

- Recomendación general: Se recomienda realizar un análisis completo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con polvo de tóner residual (PTR), ajustando la dosificación al 15% y explorando técnicas de colocación y compactación específicas para compensar la reducción en el asentamiento. Además, se sugiere llevar a cabo pruebas adicionales para evaluar la resistencia a la intemperie y la durabilidad del material, especialmente en condiciones ambientales adversas, garantizando así su idoneidad para aplicaciones estructurales y su consistencia en el tiempo.

REFERENCIAS

- ABANTO CASTILLO, Flavio, Tecnología del Concreto [en línea]. Segunda edición, Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L. 2009. [fecha de consulta: 26 de octubre de 2022]. Disponible en: https://issuu.com/gerardo_ramos1997/docs/306087568-tecnologia-del-concreto-flavio-abanto. ISBN: 978-612-302-060-6
- AL AQTASH, UMAIMA, Bandini, Paola. Influence of Wall Thickness and Water Content on the Out-of-Plane Stability of Adobe Walls. MDPI [en línea]. 5 (78), September 2020 [Fecha de consulta: 06 de mayo]. Disponible en: DOI: 10.3390/infrastructures5090078 ISSN: 8846-5003
- ALKURDI, Nadir, MOHAMMAD, Fouad & KLALIB, H. Mechanical properties and direct tensile strength of waste toner foamed concrete. Journal of Advanced Civil Engineering Practice and Research. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. January 2020. 11. 10-20. Disponible en: <http://www.ababilpub.com/download/jacepr11-3/>
- BAENA PAZ, G. (2017). Metodología de la investigación. Grupo Editorial Patria. Grupo Editorial Patria, 2017 ISBN 607744748X, 9786077447481 N.º de páginas 156 páginas.
http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- BAENA PAZ, Guillermina. 2017. Metodología de la investigación serie integral por competencias. 3.a ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. 157.
- BALBO, J. T. Relações entre resistências à tração indireta e à tração na flexão em concretos secos e plásticos. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, SP, Brasil. Volume 6, Number 6. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. (December 2013) p. 854-874 • ISSN 1983-4195. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1983-41952013000600003>
- CABEZAS Mejia, Edison Damian; NARANJO, Diedo Andrade & TORRES Santamaria, Johana.(2018). Introducción a la Metodología de la Investigación Científica.

Sangolquí, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

CEBALLOS G, EHRLICH PR, DIRZO R. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2017 Jul 25;114(30):E6089-E6096. doi: 10.1073/pnas.1704949114. Epub 2017 Jul 10. PMID: 28696295; PMCID: PMC5544311

CIP, (2017) ASTM C78 / C78M-15b, Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading), ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016, www.astm.org

CISNEROS Caicedo, A. J., GUEVARA-García, A. F., URDÁNIGO-Cedeño, J. J., & GARCÉS-Bravo, J. E. (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que Apoyan a la Investigación Científica en Tiempo de Pandemia. *Dominio De Las Ciencias*, 8(1), 1165–1185. <https://doi.org/10.23857/dc.v8i1.2546>

COHEN, Nestor & GOMEZ Rojas, Gabriela. 2019. Metodología de la investigación ¿para qué?. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Teseo, 2019. 277.

CONG Zhou, JIANQUN Wang, XUDONG Shao, LIFENG Li, JUNBO Sun, XIANGYU Wang, The feasibility of using ultra-high performance concrete (UHPC) to strengthen RC beams in torsion, *Journal of Materials Research and Technology*, Volume 24, 2023, Pages 9961-9983, ISSN 2238-7854, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.05.185>.

DONG L., Huang Z., Ruan J., Zhu J., Huang J., Huang M., Zhang T. Rutina de pirólisis de compuestos orgánicos y optimización de parámetros de gasificación al vacío para la recuperación de tóner residual peligroso. *Sostenimiento ACS. Química Ing.*, 5 (11) [Fecha de consulta: 06 de mayo]. 2017, pág. 10038 – 10045. Disponible en: 10.1021/acssuschemeng.7b02024

ESPÍRITO Santo, Helena. 2017. A validade nos instrumentos de avaliação. Coimbra: Instituto Superior Miguel Torga, Coimbra, Portugal, 2017. 1.

GALLARDO ECHENIQUE, Eliana Esther. 2017. Metodología de la Investigación. Lima:

Universidad Continental, 2017. 98.

GARDNER CD, Trepanowski JF, Del Gobbo LC, Hauser ME, Rigdon J, Ioannidis JPA, Desai M, King AC. Effect of Low-Fat vs Low-Carbohydrate Diet on 12-Month Weight Loss in Overweight Adults and the Association With Genotype Pattern or Insulin Secretion: The DIETFITS Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2018 Feb 20;319(7):667-679. doi: 10.1001/jama.2018.0245. Erratum in: *JAMA*. 2018 Apr 3;319(13):1386. Erratum in: *JAMA*. 2018 Apr 24;319(16):1728. PMID: 29466592; PMCID: PMC5839290.

HERNÁNDEZ, R., BAPTISTA, M., & FERNÁNDEZ, C. 2014. Metodología de la Investigación (6 ed.). EDITORES, S.A. DE C.V.

HERRERA GRADOS, Sharon Stefany y MONTAÑEZ DEL CASTILLO, Alfred Jhordan. Mejora de las propiedades del concreto con adición de residuos de maíz calcinado. Tesis (Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2022.

HONIN Ali Yahya ALSHAEER, J.M. Irwan, ABDULLAH Faisal Alshalif, EFAQ Ali Noman, MUGAHED Amran, YASER Gamil, ABDULMAJEED Alhokabi, Adel Ali Al-Gheethi, Optimisation of compressive strength of foamed concrete with a novel *Aspergillus iizukae* EAN605 fungus, *Case Studies in Construction Materials*. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. Volume 19, 2023, e02400, ISSN 2214-5095, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02400>.

HUAQUISTO CACERES, Samuel y BELIZARIO QUISPE, Germán. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Rev. investig. Altoandín*. [online]. 2018, vol. 20, n. 2 [Consulta: 06 de mayo], pp. 225-234. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.366>. ISSN 2313-2957.

ITOUA, Prince Igor, SUN, Daquan, LI, Ping y SHEN, Shihui, Influencia del tóner residual en el aglomerante asfáltico: caracterización microscópica y propiedades reológicas. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. 4 de julio de 2022. Disponible en: <https://ssrn.com/abstract=4153269>

JIANDONG HUANG, G. Shiva Kumar, Yuantian Sun. Evaluation of workability and

- mechanical properties of asphalt binder and mixture modified with waste toner. *Construction and Building Materials*. Volume 276, 2021, 122230, ISSN 0950-0618. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122230>.
- KOMINKO, Halyna, RADOMSKI, Piotr, NOWAK, Anna y WZOREK, Zbigniew. Sustainable Management of Calcite Contaminated with Waste Toner Powder in the Construction Industry. *Materials*. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. July 2022. 15. 5. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma15144785>
- LA MADRIZ, Jenniz. 2019. Metodología de la investigación. Actuación humana orientada al conocimiento de la realidad observable. Guayaquil, Ecuador. 2019. 15.
- LOSINI, Alessia, WOLOSZYN, Monika y DOTELLI, Giovanni. 2021. Natural additives and biopolymers for raw earth construction stabilization – a review. *Saboya : ResearchGate*, 2021. 34.
- MELO, Arlan & ALMEIDA, Orlando & DIÓGENES, Hidelbrando. (2023). EXPERIMENTAL STUDY OF THE STATIC AND DYNAMIC MODULUS OF ELASTICITY OF LIGHTWEIGHT CONCRETE WITH THE USE OF EXPANDED CLAY FOR STRUCTURAL PURPOSES. *HOLOS - ISSN 1807-1600*.
- NAVARRO Asencio, E., JIMÉNEZ García, E., RAPPOPORT, S., & THOILLIEZ Ruano, B. (coord.). (2017). *Fundamentos de la investigación y la innovación educativa*. UNIR-Universidad Internacional de La Rioja, UNIR Editorial. ISBN 978-84-16602-55-1.
- NGUYEN Ngoc Tri Huynh, KEI-ICHI Imamoto, CHIZURU Kiyohara, A Study on Biomineralization using *Bacillus Subtilis* Natto for Repeatability of Self-Healing Concrete and Strength Improvement, *Journal of Advanced Concrete Technology*, 2019, Volume 17, Issue 12, Pages 700-714, Released on J-STAGE December 25, 2019, Online ISSN 1347-3913, <https://doi.org/10.3151/jact.17.700>.
- NOTANI, M. A., MOGHADAS Nejad, F., FINI, E. H., & HAJIKARIMI, P. " Low-Temperature Performance of Toner-Modified Asphalt Binder ". *Journal of*

Transportation Engineering, Part B: Pavimentos. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. (2022). 145(3). Disponible en: <https://doi.org/10.1061/JPEODX.0000123>

OSPINA Henao, P A, OÑATE Ballesteros, R D, PEÑARANDA Vega. J S . Analysis of the mechanical behavior of adobe walls without reinforcement through computational modelling. Journal of Physics: Conference Series [en línea]. 2159 (1), Jun 2022 [Fecha de consulta: 6 de Octubre]. Disponible en: DOI: 10.1088/1742-6596/2159/1/012006

PERALTA Ring, R., PRIANO, C., & ORTEGA, N. F. (2020). Final disposal of tóner waste in cement mortars. In 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development" "Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on a Knowledge-Based Economy", 29-31 July 2020, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: https://laccei.org/LACCEI2020-VirtualEdition/student_papers/SP654.pdf

PICÓN Darío y MELIAN Yanina Alejandra La unidad de análisis en la problemática enseñanza-aprendizaje. Informe Científico Técnico UNPA, ISSN-e 1852-4516, Vol. 6, Nº. 3, 2014, págs. 101-117. Español. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5123550>

PRESECKI, Ivana, VUCINIC, Aleksandra, RADETIĆ, Lucija y GRČIĆ, Ivana. Waste tóner powder in concrete industry: An approach towards circular economy. Environmental Engineering and Management Journal. September 2019, Vol. 18, No. 9, 1897-1906. Disponible en: http://www.eemj.icpm.tuiasi.ro/pdfs/vol18/no9/5_370_Melnjak_18.pdf

RIOS RAMIREZ, Roger Ricardo. 2017. Metodología para la investigación y redacción. España: Grupo de investigación (SEJ 309) eumed.net de la Universidad de Málaga, 2017. 152.

ROBIN, Jean. Mesure de la teneur en air du béton frais dans un camion malaxeur: exploration et étude des techniques. Université Laval. Faculté des sciences et de génie. Collection Mémoires et thèses électroniques. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. (2020) Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=23kGzgEACAAJ>

ROCHA-Filho DR, PEIXOTO RD, Weschenfelder RF, REGO JFM, Riechelmann R, COUTINHO AK, FERNANDES GS, Souza T, RIBEIRO U Jr, Jesus VHF, COSTA WL Jr, Prolla G. Brazilian Group of Gastrointestinal Tumours' consensus guidelines for the management of oesophageal cancer. *Ecancermedicalscience*. 2021 Mar 2;15:1195. doi: 10.3332/ecancer.2021.1195. PMID: 33889204; PMCID: PMC8043684.

RUIZ HUARAZ, Carlos Bernardino & VALENZUELA RAMOS, Marisel Roxana. 2022. Metodología de la investigación. Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernandez Morillo, 2022. 121.

SHAWNIM, PA y MOHAMMAD, F. Tóner utilizado en el desarrollo de hormigón celular para uso estructural. *Revista de Ingeniería Civil, Ciencia y Tecnología*. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. (2018). 9 (1), 27-33. Disponible en: <https://doi.org/10.33736/jcest.874.2018>

SHAWNIM, Paybar y MOHAMMAD, Fouad. COMPRESSIVE STRENGTH OF FOAMED CONCRETE IN RELATION TO POROSITY USING SEM IMAGES. *Journal of Civil Engineering, Science and Technology*. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. 2019. 10. 34-44. DOI: 10.33736/jcest.1005.2019.

Singh, Gurwinder, Aditya Kumar Tiwary, Sandeep Singh, Raman Kumar, Jasgurpreet Singh Chohan, Shubham Sharma, Changhe Li, Prashant Sharma y AHMED FAROUK Deifalla. "Incorporación de humos de sílice y polvo de vidrio residual en propiedades de hormigón que contienen caucho granulado como reemplazo parcial de agregados finos" *Sostenibilidad*. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. 2022; 14(21):14453. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su142114453>

SIPP, Gustavo; MATURANA, Murilo de Carvalho; BRESSIANI, Lucia; PARSEKIAN, Guilherme Aris. Resistência à tração na flexão para alvenaria estrutural de blocos de concreto, executada com juntas finas de composto polimérico: métodos de ensaio. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2226. Disponível em:

<https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2226>. Acesso em: 2 jun. 2024.

TACILLO, E. 2016. Metodología de la investigación científica. Lima - Perú: (Tesis de maestría) Universidad Jaime Bausate y Meza.

TONG Li, MINGKE Deng, ZHIFANG Dong, YANGXI Zhang, Cong ZHANG, Masonry columns confined with glass textile-reinforced high ductile concrete (TRHDC) jacket, Eng. Struct. 222 (2020), 111123. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117606>

UGSTUDENT, S, S., Richard y NALINI, Jebastina Prabha. Experimental study on concrete by using waste toner cartridge powder and flexbanner as partial replacement of cement and coarse aggregate. Industrial Engineering Journal. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. Diciembre 2023 52(11):7-13. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/376414256>

VANALLI, L., FORIGO, C., & LOPES, Y. D. (2021). Determinação da resistência à compressão do concreto exposto a altas temperaturas pelo método de velocidade de propagação de ondas ultrassônicas. Holos, 7, 1–20. <https://doi.org/10.15628/holos.2020.9904>

ZHAO Z, Chen J, WANG J, Zhuang S, CHEN H, Zhao H, WANG C, Zhang L, LI M, Li G, et al. Mecanismos de efecto del tóner y Nano-SiO₂ sobre la resistencia temprana de materiales de lechada de cemento para reparación de hormigón armado. Edificios. [online]. 2021. [Fecha de consulta: 06 de mayo]. 2022; 12(9):1320. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/buildings12091320>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima,

2024 PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente (X) Polvo de tóner residual	Dosificación del polvo de tóner residual	0 %	Ficha de recolección de datos
¿Cuál es la influencia de la adición de polvo de tóner residual en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024?	Evaluar la influencia de la adición de polvo de tóner residual en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Lima, 2024.	La adición de polvo de tóner residual influye sustancialmente en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.			12 %	
					17 %	
					20 %	
			Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente (Y) Propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales
Silicio (10.25 %)						
Peso específico (entre 0.91 y 1.32 kgf/m ³)						
Finura (10 μ m)						
¿Cómo influye la adición de polvo de tóner residual en la densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024?	Demostrar como influye la adición de polvo de tóner residual en la densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.	La adición de polvo de tóner residual influye notablemente en la densidad del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.	Propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	Propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales	Densidad (kg/cm ³)	NTP 339.035
¿En qué medida influye la adición de polvo de tóner residual en el contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024?	Determinar en que medida la adición de polvo de tóner residual influye en el contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.	La adición de polvo de tóner residual influye de manera sustancialmente en el contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.			Contenido de aire (%)	NTP 339.046
¿De que manera la adición de polvo de tóner residual influye en el asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024?	Evaluar de qué manera la adición de polvo de tóner residual influye en el asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.	La adición de polvo de tóner residual favorece significativamente en el asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.			Asentamiento (pulg.)	NTP 339.080
¿De qué manera la adición de polvo de tóner residual influye en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024?	Analizar de qué manera la adición de polvo de tóner residual influye en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.	La adición de polvo de tóner influye de manera considerablemente en la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.			Resistencia a compresión (kg/cm ²)	NTP 339.185
¿Cómo afecta la adición de polvo de tóner residual en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024?	Demostrar como afecta la adición de polvo de tóner residual en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.	La adición de polvo de tóner residual afecta positivamente en la resistencia a flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.			Resistencia a la flexión (kg/cm ²)	NTP 400.017
¿En qué magnitud repercute la adición de polvo de tóner residual en la resistencia a tracción del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en	Evaluar en qué magnitud repercute la adición de polvo de tóner residual influye en la resistencia a tracción del	La adición de polvo de tóner residual repercute sustancialmente en la resistencia a tracción del concreto $f'c=210$ kg/cm ² en			Resistencia a la tracción (kg/cm ²)	NTP 400 021

elementos estructurales, Lima, 2024?	concreto $f'c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales, Lima, 2024.	elementos estructurales, Lima, 2024.				
--------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------	--	--	--	--

ANEXO 2: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente (X): Polvo de tóner residual	Según Cohen y Gomez (2019) se refiere a una sustancia en polvo que ha sido cargada eléctricamente y empleada en procesos de impresión, comúnmente desechada por los dispositivos impresores tras su uso. Este polvo se utiliza en impresoras láser, máquinas de fax y fotocopiadoras. Gracias a su carga eléctrica, el polvo puede ser transferido desde el interior del cartucho de tóner hasta el papel mediante la interacción con cargas eléctricas de signo opuesto.	En cuanto a la definición operacional del polvo de tóner residual, se medirá la presencia o ausencia de polvo de tóner residual en muestras de dispositivos impresores después de su uso. La presencia de polvo de tóner residual se identificará visualmente mediante la observación de partículas de polvo en el interior de la mezcla de concreto, y se confirmará mediante pruebas de análisis físicos y mecánicos para verificar su influencia	Dosificación	0 % 12 % 17 % 20 %	De razón
			Propiedades	Óxido de hierro (86.6 %) Silicio (10.25 %) Peso específico (0.91 y 1.32 kgf/m ³) Finura (10 µm)	De razón
Variable Dependiente (Y): Propiedades del concreto f'c=210 kg/cm ² en elementos estructurales	Según Tong et al. (2020) las propiedades físicas y mecánicas del concreto, con una resistencia especificada de f'c = 210 kg/cm ² , se refieren a las características intrínsecas del material de concreto a esta resistencia nominal. Incluyen aspectos como la densidad, la absorción de agua, la porosidad, la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, la resistencia a la flexión, la durabilidad, entre otros, que influyen en su comportamiento estructural y su capacidad para soportar cargas y deformaciones bajo diversas condiciones de carga y entorno ambiental.	Se plante como la medición de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con una resistencia nominal de f'c = 210 kg/cm ² se llevará a cabo mediante una serie de pruebas de laboratorio estandarizadas. Estas pruebas incluyen, pero no se limitan a, ensayos de densidad, absorción de agua, porosidad, resistencia a la compresión (según normas ASTM C39 o equivalentes), resistencia a la tracción por flexión (según normas ASTM C78 o equivalentes), resistencia a la flexión (según normas ASTM C78 o equivalentes), pruebas de durabilidad como la resistencia al desgaste, la resistencia al ciclo de congelación y descongelación, entre otras pruebas pertinentes según los estándares de la industria y las especificaciones del proyecto.	Propiedades mecánicas del adobe	Densidad (kg/cm ³) Contenido de aire (%) Asentamiento (pulg.)	De razón
			Propiedades estructurales	Resistencia a compresión (kg/cm ²) Resistencia a la flexión (kg/cm ²) Resistencia a la tracción(kg/cm ²)	De razón

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3. Instrumentos de recolección de datos

FORMATO 1

REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO – MTC E 704

OBSERVADOR		Robles Tufino, Jhohan Ashli						
PROYECTO		"Em Evaluación de las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"						
LABORATORIO								
FECHA		N° de probetas cilíndricas				36		
RELACION A/C		0.5		F'C		210 kg/cm2		
ENSAYO		RESISTENCIA A LA COMPRESION						
Código	Fecha del ensayo	Edad (horas)	Diámetro	Altura	Esfuerzo (Kg/cm2)	Esfuerzo promedio	Esfuerzo (Mpa)	% prom. f'c
001								
promedio								
002								
promedio								
003								
promedio								
004								
promedio								
005								
promedio								
006								
promedio								
007								
promedio								
008								
promedio								

FORMATO 2

REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO – NTC-17

OBSERVADOR				Robles Tufino, Jhohan Ashli											
PROYECTO				" Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm2 con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"											
LABORATORIO															
FECHA								N° de probetas cilíndricas						36	
RELACION A/C						F'C		210 kg/cm2							
ENSAYO				RESISTENCIA A LA FLEXION											
				Diam. Sup.		Diam. Inf.		D.Prom cm	Altura cm	Carga Máxima Kg-f	Area cm2	$f'c$ Kg / cm2	TIPO DE FALLA		
				D1	D2	D1	D2								
Nº	ELEMENTO ESTRUCTURAL	F. Modeo	F. Prueba												
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															

FORMATO 3REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO -
MTC E 705.

OBSERVADOR		Robles Tufino, Jhohan Ashli					
PROYECTO		"Emp Evaluación de las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"					
LABORATORIO							
FECHA							
RELACION A/C		0.5	F'C		210 kg/cm2		
ENSAYO		ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)					
ITEM	Fecha del ensayo	Hora de ensayo	Muestra	Diseño f'c (kg/cm2)	Slump de Diseño	Asentamiento observado	Observaciones
1							
2			Concreto	210	3" o 4"		
3							

ANEXO 4. Validez

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Deny Gora Flores identificado con DNI 45648925 con CIP N° 170330, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO – MTC E 704
2. REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DEL ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO – NTC-17.
3. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO - MTC E 705.
4. D REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO- NTP400.

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al tesista de la Universidad Cesar Vallejo JHOHAN ASHLI, ROBLES TUFINO quien elabora la tesis titulada:

“Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024”

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.				X	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X

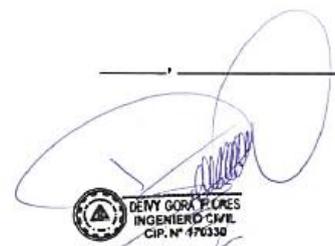
VALORACION TOTAL	36
-------------------------	-----------

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 36 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue Bueno.



 Firma del experto
 N° DNI: 45648925
 N° CIP: 170330

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Jorge Víctor Cabanillas Aguilar identificado con DNI 19235542 con CIP N° 42887, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO – MTC E 704
2. REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DEL ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO – NTC-17.
3. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO - MTC E 705.
4. D REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO- NTP400.

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al tesista de la Universidad Cesar Vallejo JHOHAN ASHLI, ROBLES TUFINO quien elabora la tesis titulada:

“Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024”

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.				X	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				X	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X

VALORACION TOTAL 35

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 35 y está dentro del rango de valoración 31 a 36 y su validación fue Buena.

14 . Noviembre 2022.


JORGE VÍCTOR CABANILLAS AGUILA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 42887

Firma del experto

N° DNI: 19235542

N° CIP: 42887

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Lourdes Mery Navarro Arellano identificado con DNI 43047430 con CIP N° 256233 como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO – MTC E 704
2. REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DEL ENSAYO RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO – NTC-17.
3. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO - MTC E 705.
4. D REGISTRO DE DATOS PARA EL ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO- NTP400.

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al tesista de la Universidad Cesar Vallejo JHOHAN ASHLI, ROBLES TUFINO quien elabora la tesis titulada:

“Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024”

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.				X	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					X
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				X	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	

VALORACION TOTAL 34

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 34 y está dentro del rango de valoración 31 – 36 y su validación fue Bueno.

Lima, 14 de Noviembre de 2022.



 LOURDES MERY
 NAVARRO ARELLANO
 Ingeniera Civil
 CIP N° 256233

Firma del experto

N° DNI: 43047430

N° CIP: 256233

Anexo 4. Resultados de laboratorio

	Formato	Versión: 01
	ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
		Año: 2024
		Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tónor residual, Lima, 2024"

SOLICITANTE : Robles Tuñino, Jhohan Ashli

REFERENCIA : Ensayo de materiales del concreto

FECHA DE INICIO : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima

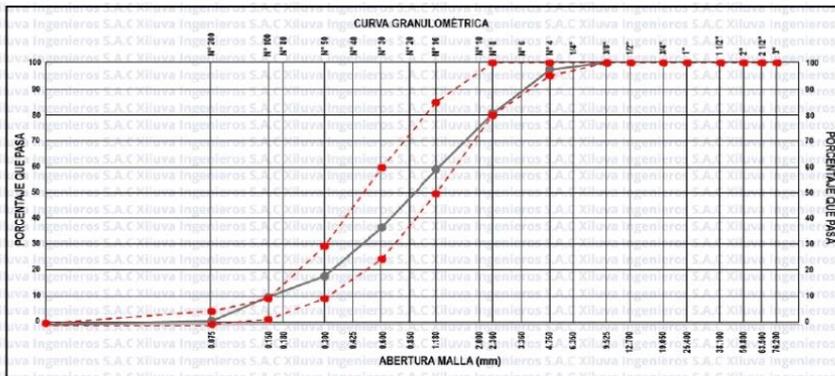
FECHA DE EMISIÓN : Lima, 01 de mayo del 2023

MÉTODO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO DEL CONCRETO (ASTM C 33)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	2.61	2.61	97.39
N° 8	2.360	16.65	19.26	80.74
N° 16	1.180	21.44	40.70	59.30
N° 30	0.600	22.27	62.97	37.03
N° 50	0.300	18.61	81.58	18.42
N° 100	0.150	7.95	89.53	10.47
N° 200	0.075	9.20	98.73	1.27
-200	FONDO	1.27	100.00	0.00

DESCRIPCIÓN	
Grava (Retenido malla N° 4)	: 3%
Arena (de N° 8 a N° 200)	: 96%
Fino (Pasante malla N° 200)	: 1%
Descripción de la muestra	: Arena
Cantera	: Arids Ribas SAC
Contenido de humedad	: 1.99
Módulo de fineza	: 2.97

- Observaciones:**
- El agregado fino (arena) fue administrado por la cantera Arids Ribas SAC, Ventanilla, Callao.
 - Los tamices empleados fueron de Acero Inoxidable de marca PALIO.
 - Cumple con la norma ASTM E 11.



- REFERENCIA:**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
 - ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void fraction in aggregates.
 - ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
 - ASTM C128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.
 - ASTM D-422 Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of series used in the test, up to the 75 mm mesh (No. 200).

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Formato
ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO

Versión: 01
Ref.: 26-03202
Año: 2024
Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"

SOLICITANTE : Robles Tufino, Johan Ashli

REFERENCIA : Ensayo de materiales del concreto

FECHA DE INICIO : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima

FECHA DE EMISIÓN : Lima, 01 de mayo del 2023

MÉTODO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO DEL CONCRETO (ASTM C 33)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
MALLAS	RETENIDO	RETENIDO		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	8.91	8.91	91.09
3/4"	19.050	31.06	39.97	60.03
1/2"	12.700	39.35	79.32	20.68
3/8"	9.525	13.09	92.41	7.59
N° 4	4.750	7.59	100.00	0.00
N° 8	2.360	0.00	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	100.00	0.00
-200	FONDO	0.00	100.00	0.00

DESCRIPCIÓN	
Grava (Retenido malla N° 4)	100%
Arena (de N° 8 a N° 200)	0%
Fino (Pasante malla N° 200)	0%
Descripción de la muestra	Piedra
Cantera	Arids Ribas SAC
Contenido de humedad	0.54
Tamaño máximo nominal	1"

- Observaciones:
- El agregado grueso (piedra chancada) fue administrado por la cantera Arids Ribas SAC, Ventanilla, Callao
 - Los tamices empleados fueron de Acero Inoxidable de marca PALIO.
 - Cumple con la norma ASTM E 11.



REFERENCIA:

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregate.
- ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
- ASTM C128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate
- ASTM D-422 Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the series used in the test, up to the 74 mm mesh (No. 200).

KENNETH MIGUEL BULLON LOPEZ
 Ing. Civil
 CIP N° 255069

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Formato
ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO
Versión: 01
Ref.: 26-03202
Año: 2024
Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"
SOLICITANTE : Robles Tufino, Johan Ashli
REFERENCIA : Ensayo de materiales del concreto
FECHA DE INICIO : Lima, 26 de abril del 2023
LOCALIZACIÓN : Lima
FECHA DE EMISIÓN : Lima, 01 de mayo del 2023

ENSAYO DE PESO UNITARIO AGREGADOS FINO (NTP 400.017:2011)

Densidad de masa suelta del agregado fino.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa suelta		
	Muestra 1.1	Muestra 1.2	Muestra 1.3
Peso molde + material	6.201 kg	5.988 kg	6.002 kg
Peso molde	1.445 kg	1.445 kg	1.445 kg
Peso del material	4.756 kg	4.543 kg	4.557 kg
Volumen del molde	0.0030 m ³	0.0030 m ³	0.0030 m ³
Peso Unitario	1595.06 kg/m ³	1523.63 kg/m ³	1528.32 kg/m ³
Peso Unitario Promedio	1549.01 kg/m ³		

Densidad de masa compactada del agregado fino.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa compactada		
	Muestra 1.4	Muestra 1.5	Muestra 1.6
Peso molde + material	6.693 kg	6.806 kg	6.691 kg
Peso molde	1.412 kg	1.412 kg	1.412 kg
Peso del material	5.281 kg	5.394 kg	5.279 kg
Volumen del molde	0.0030 m ³	0.0030 m ³	0.0030 m ³
Peso Unitario	1737.51 kg/m ³	1774.69 kg/m ³	1736.85 kg/m ³
Peso Unitario Promedio	1749.68 kg/m ³		

- Observaciones:**
- El peso unitario suelto del agregado fino es de 1549.01 kg/cm³
 - El peso unitario compactado del agregado fino es de 1749.68 kg/cm³

REFERENCIA:

ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
 ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.
 ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
 ASTM C128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate
 ASTM D-422 Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves in the test, up to the 74 mm mesh (No. 200).

[Signature]
MANNETH MIGUEL BULLÓN LOPEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Formato **Versión: 01**
Ref.: 26-03202
Año: 2024
Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"

SOLICITANTE : Robles Tufino, Johan Ashli

REFERENCIA : Ensayo de materiales del concreto **FECHA DE INICIO** : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima **FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 01 de mayo del 2023

ENSAYO DE PESO UNITARIO AGREGADOS GRUESO (NTP 400.017:2011)

Densidad de masa suelta del agregado grueso.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa suelta		
	Muestra 2.1	Muestra 2.2	Muestra 2.3
Peso molde + material	19.980 kg	20.019 kg	19.977 kg
Peso molde	5.034 kg	5.034 kg	5.029 kg
Peso del material	14.946 kg	14.985 kg	14.948 kg
Volumen del molde	0.0093 m ³	0.0093 m ³	0.0093 m ³
Peso Unitario	1605.57 kg/m ³	1609.76 kg/m ³	1605.79 kg/m ³
Peso Unitario Promedio	1607.04 kg/m ³		

Densidad de masa compactada del agregado grueso.			
Descripción de materiales e instrumentos	Densidad de masa compactada		
	Muestra 2.4	Muestra 2.5	Muestra 2.6
Peso molde + material	20.931 kg	20.839 kg	20.832 kg
Peso molde	5.069 kg	5.073 kg	5.071 kg
Peso del material	15.862 kg	15.766 kg	15.761 kg
Volumen del molde	0.0093 m ³	0.0093 m ³	0.0093 m ³
Peso Unitario	1703.98 kg/m ³	1693.66 kg/m ³	1693.13 kg/m ³
Peso Unitario Promedio	1696.92 kg/m ³		

- Observaciones:**
- El peso unitario suelto del agregado grueso es de 1607.04 kg/cm³
 - El peso unitario compactado del agregado grueso es de 1696.92 kg/cm³

REFERENCIA:

ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.

ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.

ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate

ASTM C128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate

ASTM D-422 Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the sizes used in the test, up to the 74 mm mesh (No. 200).

KENNETH MIGUEL BULLÓN LOPEZ
 Ingeniero Civil

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Formato
ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO

Versión: 01
Ref.: 26-03202
Año: 2024
Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"

SOLICITANTE : Robles Tufino, Johan Ashli

REFERENCIA : Ensayo de materiales del concreto

FECHA DE INICIO : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima

FECHA DE EMISIÓN : Lima, 01 de mayo del 2023

ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO Y GRUESO (NTP 400.022 - NTP 400.021)

AGREGADO FINO

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de la fiola	173.8 g	174.2 g	174.7 g
Peso de arena superficialmente seca	500 g	500 g	500 g
Peso de la arena superficialmente seca + peso de la fiola + peso del agua	985.6 g	986.5 g	988.7 g
peso del agua (W)	311.4 g	310.8 g	312.5 g
peso de la arena seca (A)	495.96 g	495.37 g	495.49 g
volumen de la fiola (V)	500 ml	500 ml	500 ml

Peso Especifico masa	2.63 g/cm ³	2.62 g/cm ³	2.64 g/cm ³
----------------------	------------------------	------------------------	------------------------

2.63 g/cm³
 0.89 %

Absorción	0.81 %	0.93 %	0.91 %
-----------	--------	--------	--------

AGREGADO GRUESO

Peso de muestra S.S.S.	2203.92 g	2203.65 g	2204.63 g
Peso de la muestra + peso del recipiente + peso del agua	1388.40 g	1385.60 g	1383.35 g
Peso de la muestra seca (A)	2185.31 g	2182.80 g	2187.33 g

Peso Especifico masa	2.68 g/cm ³	2.67 g/cm ³	2.66 g/cm ³
----------------------	------------------------	------------------------	------------------------

2.67 g/cm³
 0.87 %

Absorción	0.85 %	0.96 %	0.79 %
-----------	--------	--------	--------

Observaciones:

- El peso específico del agregado fino es de 2.63 g/cm³ y presenta una absorción de 0.89 %
- El peso específico del agregado grueso es de 2.67 g/cm³ y presenta una absorción de 0.87 %

REFERENCIA:

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.
- ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate
- ASTM C128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregates
- ASTM D-422 Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the Series used in the test, up to the 74 mm mesh (No. 200).

Kenneth Miguel Bullón López
KENNETH MIGUEL BULLÓN LOPEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Formato
ENSAYO DE AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO

Versión: 01
Ref.: 26-03202
Año: 2024
Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"

SOLICITANTE : Robles Tufino, Johan Ashli

REFERENCIA : Ensayo de materiales del concreto

FECHA DE INICIO : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima

FECHA DE EMISIÓN : Lima, 01 de mayo del 2023

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS (NTP 339.185)

Contenido de humedad del agregado fino			
DESCRIPCIÓN	PROCESO		
	1	2	3
Ensayo N°	1	2	3
Peso del suelo húmedo + Tara (g)	750.00	749.00	749.00
Peso del suelo seco + Tara (g)	735.00	736.00	736.00
Peso de Tara (g)	48.00	48.00	48.00
Peso de agua (g)	15.00	13.00	13.00
Peso del suelo seco (g)	687.00	688.00	688.00
Contenido de Humedad (%)	2.18	1.89	1.89
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.99		

Contenido de humedad del agregado grueso			
DESCRIPCIÓN	PROCESO		
	1	2	3
Ensayo N°	1	2	3
Peso del suelo húmedo + Tara (g)	603.00	603.00	602.00
Peso del suelo seco + Tara (g)	600.00	599.00	600.00
Peso de Tara (g)	48.00	48.00	48.00
Peso de agua (g)	3.00	4.00	2.00
Peso del suelo seco (g)	552.00	551.00	552.00
Contenido de Humedad (%)	0.54	0.73	0.36
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.54		

- Observaciones:**
- El contenido de humedad del agregado fino es de 1.99 %
 - El contenido de humedad del agregado grueso es de 0.54 %

REFERENCIA:

ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.

ASTM C 29 Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates.

ASTM C70 - 20 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate

ASTM C128-15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.

ASTM D-422 Method to determine the percentages of soil that passes through the different sieves of the series used in the test.

KENNETH MIGUEL BULLÓN LOPEZ
 Ingeniero Civil (No. 200),
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Formato **Versión: 01**

ENSAYO DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO **Ref.: 26-03202**

Lugar: Lima **Año: 2024**

PROYECTO : Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tónor residual, **Lima, 2024*** **SOLICITANTE** : Robles Tufino, Johhan Ashli

REFERENCIA : Ensayo de propiedades físicas del concreto **FECHA DE INICIO** : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima **FECHA DE EMISIÓN** : Lima, 01 de mayo del 2023

**ENSAYO DE CONSISTENCIA DE CONCRETO 210 KG/CM2
SLUMP DE MEZCLAS DE CONCRETO EMPLEANDO EL CONO ABRAMS
(NTP 339.035 - 2009)**

Muestra	Adición de polvo de tónor residual (PTR)	Asentamiento (mm)			
		Diseño (pulg)	Obtenido(pulg)	Obtenido(cm)	Promedio
ASENTAMIENTO 1.1	0%	3" - 4"	3.58	9.09	9.07
ASENTAMIENTO 1.2			3.56	9.04	
ASENTAMIENTO 1.3			3.57	9.07	
ASENT- PTR 2.1	12%	3" - 4"	3.47	8.81	8.74
ASENT- PTR 2.2			3.41	8.66	
ASENT- PTR 2.3			3.44	8.74	
ASENT- PTR 3.1	17%	3" - 4"	3.32	8.43	8.41
ASENT- PTR 3.2			3.34	8.48	
ASENT- PTR 3.3			3.27	8.31	
ASENT- PTR 4.1	20%	3" - 4"	3.20	8.13	8.08
ASENT- PTR 4.2			3.18	8.08	
ASENT- PTR 4.3			3.16	8.03	

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0cm) a 2" (5cm)
Plástica	3" (7.5cm) a 4" (10cm)
Fluida	≥5" (12.5cm)

- Observaciones:**
- Los SLUMP se encuentran del rango de 3" a 4" para una mezcla de consistencia plástica.
 - Muestras de la mezcla fueron tomadas para el solicitante.
 - La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
 - Cemento Portland Tipo I
 - El Cono de Abrams cumple con las medidas especificadas en la norma.
 - El polvo de tónor residual (PTR) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

NTP 339 036 1999 Concreto. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de hormigón fresco

NTP 400 037 Granulometría del agregado grueso y fino.

ASTM C 670.2003 Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

NTP 334 005 2001 Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.

NTP 339 080.1981 Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas de concreto tipo hidráulico.

KENNETH MIGUEL BULLÓN LOPEZ
 Ingeiero Civil
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Formato	Versión: 01
ENSAYO DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=20$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tónor residual, Lima, 2024"

SOLICITANTE : Robles Tufino, Johan Ashli

REFERENCIA : Ensayo de propiedades físicas del concreto

FECHA DE INICIO : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima

FECHA DE EMISIÓN : Lima, 01 de mayo del 2023

**ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE DE CONCRETO 210 KG/CM²
EMPLEANDO EL MÉTODO DE PRESIÓN
(NTP 339.080 – 2017)**

Instrumento - Olla de Washington
Capacidad: 7l
Rango de contenido de aire: 0 - 10%
Precisión: $\pm 0,1\%$ (1 - 6% de aire); $\pm 0,2\%$ (6 - 10% de aire)
Dimensiones: 330 x 500 mm
Peso: 10 kg

Muestra	Adición de polvo de tónor residual (PTR)	Contenido de aire	
		%	Promedio
CON AIRE 1.1	0%	1.41	1.40
CON AIRE 1.2		1.41	
CON AIRE 1.3		1.39	
CON AIRE - PTR 2.1	12%	1.52	1.51
CON AIRE - PTR 2.2		1.51	
CON AIRE - PTR 2.3		1.51	
CON AIRE - PTR 3.1	17%	1.60	1.62
CON AIRE - PTR 3.2		1.63	
CON AIRE - PTR 3.3		1.64	
CON AIRE - PTR 4.1	20%	1.73	1.73
CON AIRE - PTR 4.2		1.74	
CON AIRE - PTR 4.3		1.71	

- Observaciones:**
- **Muestras de la mezcla fueron tomadas para el solicitante.**
 - **Olla de Washington cumple con las medidas especificadas en la norma.**
 - **La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.**
 - **Cemento Portland Tipo I**
 - **El polvo de tónor residual (PTR) fue administrado por el solicitante.**

REFERENCIA:

- NTP 339 036 1999 Concreto. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de hormigón fresco
- NTP 400 037 Granulometría del agregado grueso y fino.
- ASTM C 670.2003 Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements
- NTP 334 005.2001 Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland
- NTP 339 080.1981 Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo hidráulico.


KENNETH MIGUEL
 Ingeiero Civil
 CIP N° 25969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Formato	Versión: 01
ENSAYO DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tónor residual, Lima, 2024"

SOLICITANTE : Robles Tufino, Johán Ashli

REFERENCIA : Ensayo de propiedades físicas del concreto

FECHA DE INICIO : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima

FECHA DE EMISIÓN : Lima, 01 de mayo del 2023

**ENSAYO DE DENSIDAD DE CONCRETO 210 KG/CM2
PESO UNITARIO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO
(Normas NTP 339.046 - 2009)**

Altura recipiente: 0.224
Diámetro recipiente: 0.196

Muestra	Adición de polvo de tónor residual (PTR)	Volumen del recipiente (m3)	Densidad			
			Recipiente + mezcla de concreto (kg)	Masa del recipiente de medida (kg)	Densidad (kg/m3)	Densidad Promedio (kg/m3)
DENSIDAD 1.1	0%	0.0068	19.89	3.496	2425.10	2424.85
DENSIDAD 1.2			19.88		2423.91	
DENSIDAD 1.3			19.89		2425.54	
DENS- PTR 2.1	12%	0.0068	19.72	3.496	2400.53	2403.69
DENS- PTR 2.2			19.76		2406.01	
DENS- PTR 2.3			19.75		2404.53	
DENS- PTR 3.1	17%	0.0068	19.69	3.496	2396.39	2395.85
DENS- PTR 3.2			19.68		2394.76	
DENS- PTR 3.3			19.69		2396.39	
DENS- PTR 4.1	20%	0.0068	19.64	3.496	2388.85	2385.84
DENS- PTR 4.2			19.62		2386.03	
DENS- PTR 4.3			19.60		2382.63	

Observaciones:

- Se calculó el Peso unitario del concreto fresco con la fórmula $\text{Peso unitario} = \text{Masa} / \text{Volumen}$.
- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- Balanza sensible al 0.1% del peso de la muestra que se va a ensayar
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arid Ribas SAC.
- Cemento Portland Tipo I
- El polvo de tónor residual (PTR) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

- NTP 339.036.1999 Concreto. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de hormigón fresco
- NTP 400.037 Granulometría del agregado grueso y fino.
- ASTM C 670.2003 Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Construction Materials
- NTP 334.005.2001 Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland
- NTP 339.080.1981 Método por presión para la determinación del contenido de aire en concreto. Ensayo tipo hidráulico.

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Formato	Versión: 01
Ref.: 26-03202	
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"

SOLICITANTE : Robles Tuño, Johan Ashli

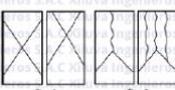
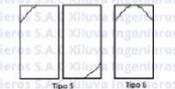
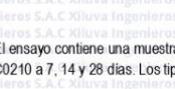
REFERENCIA : Ensayo de resistencia a la compresión

FECHA DE INICIO : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima

FECHA DE EMISIÓN : Lima, 24 de mayo del 2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO PATRÓN F' C = 210 KG/CM2 (NTP 339.034-2008)

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura							
	COMP. 1.1	26/04/2024	3/05/2024	6	15.03	177.42	23070	7	130.03
	COMP. 1.2	26/04/2024	3/05/2024	6	15.06	178.13	23031	7	129.29
	COMP. 1.3	26/04/2024	3/05/2024	6	15.06	178.13	23176	7	130.11
	COMP. 1.4	26/04/2024	10/05/2024	4	15.03	177.42	33440	14	188.48
	COMP. 1.5	26/04/2024	10/05/2024	4	15.05	177.89	33483	14	188.22
	COMP. 1.6	26/04/2024	10/05/2024	4	15.04	177.66	33271	14	187.28
	COMP. 1.7	26/04/2024	24/05/2024	4	15.00	176.71	39113	28	221.33
	COMP. 1.8	26/04/2024	24/05/2024	4	15.05	177.89	39071	28	219.63
	COMP. 1.9	26/04/2024	24/05/2024	4	15.07	178.37	39102	28	219.22

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm², estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

Materiales:

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua alca

Observaciones:

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 20 °C – 23 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:

- ASTM C 1077-2006 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation
- NTP 339.215-2007 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y proyectadas
- NTP 339.034-2008 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras

JUAN LOPEZ
Ingeniero Civil
CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Formato	Versión: 01
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"

SOLICITANTE : Robles Tuño, Johan Ashli

REFERENCIA : Ensayo de resistencia a la compresión

FECHA DE INICIO : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima

FECHA DE EMISIÓN : Lima, 24 de mayo del 2023.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c = 210$ KG/CM² CON LA ADICIÓN DE 12 % DE POLVO DE TÓNER RESIDUAL (NTP 339.034-2008)

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Edad Días	Fc (kg/cm ²)	Fc Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura							
	COMP. PTR 2.1	26/04/2024	3/05/2024	6	15.06	178.13	24603	7	138.12
		COMP. PTR 2.2	26/04/2024	3/05/2024	6	15.01	176.95	24538	7
	COMP. PTR 2.3	26/04/2024	3/05/2024	6	14.96	175.77	24549	7	139.66
		COMP. PTR 2.4	26/04/2024	10/05/2024	2	15.07	178.37	34738	14
	COMP. PTR 2.5	26/04/2024	10/05/2024	2	15.05	177.89	34682	14	194.96
		COMP. PTR 2.6	26/04/2024	10/05/2024	2	14.98	176.24	34647	14
	COMP. PTR 2.7	26/04/2024	24/05/2024	3	15.02	177.19	40837	28	230.48
		COMP. PTR 2.8	26/04/2024	24/05/2024	3	14.97	176.01	40818	28
	COMP. PTR 2.9	26/04/2024	24/05/2024	3	14.99	176.48	40837	28	231.40

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm² adicionando el 12 % de polvo de tóner residual (PTR) en relación al cemento, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

- Materiales:**
- Cemento (Cemento Sol)
 - Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
 - Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
 - Agua

- Observaciones:**
- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
 - La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
 - Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 20 °C – 23 °C.
 - Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xilua Ingenieros S.A.C.
 - El polvo de tóner residual (PTR) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

- ASTM C 1077-2006 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction
- NTP 339.215-2007 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y a edades mayores.
- NTP 339.034-2008 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión en muestras cilíndricas.

KENNETH LÓPEZ
 Ingeiero Civil

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Formato	Versión: 01
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"

SOLICITANTE : Robles Tuño, Johan Ashli

REFERENCIA : Ensayo de resistencia a la compresión

FECHA DE INICIO : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima

FECHA DE EMISIÓN : Lima, 24 de mayo del 2023.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c = 210$ KG/CM² CON LA ADICIÓN DE 17 % DE POLVO DE TÓNER RESIDUAL (NTP 339.034-2008)

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Edad Días	F _c (kg/cm ²)	F _c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura							
	COMP. PTR 3.1	26/04/2024	3/05/2024	6	14.99	176.48	26285	7	148.94
	COMP. PTR 3.2	26/04/2024	3/05/2024	6	15.07	178.37	26192	7	146.84
	COMP. PTR 3.3	26/04/2024	3/05/2024	6	14.98	176.24	26209	7	148.71
	COMP. PTR 3.4	26/04/2024	10/05/2024	4	14.97	176.01	38566	14	219.11
	COMP. PTR 3.5	26/04/2024	10/05/2024	4	15.06	178.13	38516	14	216.22
	COMP. PTR 3.6	26/04/2024	10/05/2024	4	15.05	177.89	38528	14	216.58
	COMP. PTR 3.7	26/04/2024	24/05/2024	6	15.05	177.89	43930	28	246.94
	COMP. PTR 3.8	26/04/2024	24/05/2024	6	15.04	177.66	43910	28	247.16
	COMP. PTR 3.9	26/04/2024	24/05/2024	6	15.07	178.37	43889	28	246.06

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm² adicionando el 12 % de polvo de tóner residual (PTR) en relación al cemento, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

- Materiales:**
- Cemento (Cemento Sol)
 - Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
 - Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
 - Agua alca

- Observaciones:**
- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
 - La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
 - Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 20 °C – 23 °C.
 - Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xilua Ingenieros S.A.C.
 - El polvo de tóner residual (PTR) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

ASTM C 1077-2006 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction Laboratory Evaluation.

NTP 339 215-2007 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y probetas mayores.

NTP 339 034-2008 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

KENNETH MIGUEL
 INGENIERO CIVIL

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Formato	Versión: 01
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO : "Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"

SOLICITANTE : Robles Tufino, Johan Ashli

REFERENCIA : Ensayo de resistencia a la compresión

FECHA DE INICIO : Lima, 26 de abril del 2023

LOCALIZACIÓN : Lima

FECHA DE EMISIÓN : Lima, 24 de mayo del 2023.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F_c = 210$ KG/CM² CON LA ADICIÓN DE 20 % DE POLVO DE TÓNER RESIDUAL (NTP 339.034-2008)

Testigo	Fecha		Tipo de falla	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	Edad Días	F _c (kg/cm ²)	F _c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura							
	COMP. PTR 4.1	26/04/2024	3/05/2024	4	14.99	176.48	28006	7	158.69
		26/04/2024	3/05/2024						
	COMP. PTR 4.2	26/04/2024	3/05/2024	4	14.97	176.01	28010	7	159.14
		26/04/2024	3/05/2024						
	COMP. PTR 4.3	26/04/2024	3/05/2024	4	15.03	177.42	28113	7	158.45
		26/04/2024	3/05/2024						
	COMP. PTR 4.4	26/04/2024	10/05/2024	4	15.05	177.89	41395	14	232.69
		26/04/2024	10/05/2024						
	COMP. PTR 4.5	26/04/2024	10/05/2024	4	14.98	176.24	41435	14	235.10
		26/04/2024	10/05/2024						
	COMP. PTR 4.6	26/04/2024	10/05/2024	4	15.05	177.89	41434	14	232.91
		26/04/2024	10/05/2024						
	COMP. PTR 4.7	26/04/2024	24/05/2024	6	15.00	176.71	46846	28	265.09
		26/04/2024	24/05/2024						
	COMP. PTR 4.8	26/04/2024	24/05/2024	6	15.06	178.13	46854	28	263.03
		26/04/2024	24/05/2024						
	COMP. PTR 4.9	26/04/2024	24/05/2024	6	14.97	176.01	46801	28	265.90
		26/04/2024	24/05/2024						

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm² adicionando el 20 % de polvo de tóner residual (PTR) en relación al cemento, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos a compresión por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días. Los tipos de rupturas se establecieron en relación a la NTP 339.034.

Materiales:

- Cemento (Cemento Sol)
- Agregado fino (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agregado grueso (Cantera Arids Ribas SAC)
- Agua

Observaciones:

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 20 °C – 23 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xilua Ingenieros S.A.C.
- El polvo de tóner residual (PTR) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

- ASTM C 1077-2006 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction
- NTP 339.215-2007 Método de ensayo para la medición de resistencias a la compresión a edades tempranas y posteriores a edades mayores.
- NTP 339.034-2008 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

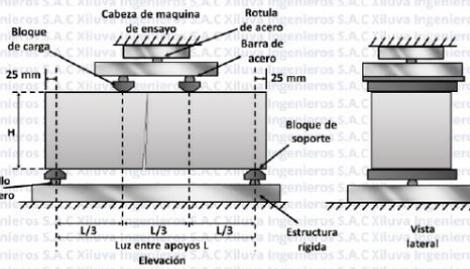

KENNETH MIGUEL
 INGENIERO EN CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN
 N° 255965

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Formato	Versión: 01
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO	Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024*	SOLICITANTE	Robles Tuño, Johnan Ashli
REFERENCIA	Ensayo de resistencia a la flexión	FECHA DE INICIO	Lima, 26 de abril del 2023
LOCALIZACIÓN	Lima	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 24 de mayo del 2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 (NTP 339.078-2012)



$$M_r = \frac{PL}{BH^2}$$

M_r = Resistencia a la rotura (kg/cm²)
 P = Carga máxima de ruptura (kg)
 L = Luz libre entre apoyos (cm)
 B = Ancho promedio de la viga (cm)
 H = Altura promedio de la viga (cm)

Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad (Días)	F _c (kg/cm ²)	F _c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX. 1.1	26/04/2024	3/05/2024	15.02	15.00	44.88	2521	7	33.48	
FLEX. 1.2	26/04/2024	3/05/2024	15.05	15.00	45.09	2561	7	34.10	33.99
FLEX. 1.3	26/04/2024	3/05/2024	15.03	14.96	45.15	2562	7	34.39	
FLEX. 1.4	26/04/2024	10/05/2024	14.99	14.96	45.00	3563	14	47.79	
FLEX. 1.5	26/04/2024	10/05/2024	15.01	14.97	45.12	3547	14	47.58	47.67
FLEX. 1.6	26/04/2024	10/05/2024	15.01	15.00	44.88	3585	14	47.64	
FLEX. 1.7	26/04/2024	24/05/2024	15.07	14.96	45.03	4526	28	60.43	
FLEX. 1.8	26/04/2024	24/05/2024	14.99	15.07	44.94	4582	28	60.49	60.67
FLEX. 1.9	26/04/2024	24/05/2024	15.07	15.01	45.21	4588	28	61.09	

Observaciones:

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm², estas vigas fueron sometidas a ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a los 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 20 °C – 23 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:

ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
 NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas de punto en el tramo

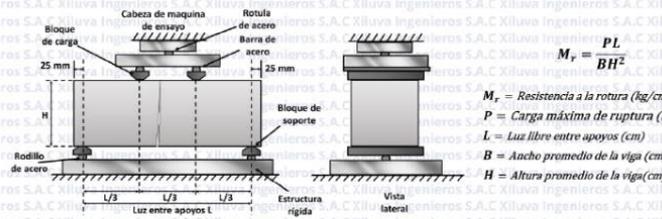
KENNETH MIGUEL BULLÓN LOPEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Formato	Versión: 01
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO	"Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"	SOLICITANTE	Robles Tuño, Johnan Ashli
REFERENCIA	Ensayo de resistencia a la flexión	FECHA DE INICIO	Lima, 26 de abril del 2023
LOCALIZACIÓN	Lima	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 24 de mayo del 2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO $F'c = 210$ KG/CM² CON LA ADICIÓN DE 12% DE POLVO DE TÓNER RESIDUAL (NTP 339.078-2012)



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad (Días)	Fc (kg/cm2)	Fc Prom (kg/cm2)
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX PTR 2.1	26/04/2024	3/05/2024	14.99	15.00	45.18	2722	7	36.46	36.88
FLEX PTR 2.2	26/04/2024	3/05/2024	14.99	15.04	45.18	2780	7	37.04	
FLEX PTR 2.3	26/04/2024	3/05/2024	15.01	14.96	45.09	2766	7	37.13	
FLEX PTR 2.4	26/04/2024	10/05/2024	14.98	15.04	44.88	4012	14	53.14	
FLEX PTR 2.5	26/04/2024	10/05/2024	14.98	14.96	45.12	4044	14	54.43	
FLEX PTR 2.6	26/04/2024	10/05/2024	15.03	15.04	44.94	3984	14	52.66	
FLEX PTR 2.7	26/04/2024	24/05/2024	14.96	15.02	44.97	5087	28	67.78	
FLEX PTR 2.8	26/04/2024	24/05/2024	15.01	15.01	45.21	5140	28	68.72	
FLEX PTR 2.9	26/04/2024	24/05/2024	15.04	14.96	44.94	5060	28	67.56	

Observaciones:

- El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm² adicionando 12% de polvo de tóner residual (PTR) en relación al cemento, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a los 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.
- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Andis Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 20 °C - 23 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- El polvo de tóner residual (PTR) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

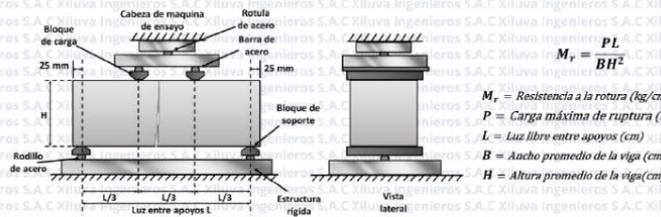
ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading)
 NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simples sometidas a los tercios del tramo.
 KENNETH MIGUEL
 Ingeniero Civil
 CIP N° 25599

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Formato	Versión: 01
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO	"Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales con la adición polvo de tónor residual, Lima, 2024"	SOLICITANTE	Robles Tuño, Johnan Ashli
REFERENCIA	Ensayo de resistencia a la flexión	FECHA DE INICIO	Lima, 26 de abril del 2023
LOCALIZACIÓN	Lima	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 24 de mayo del 2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO $F'c = 210$ KG/CM² CON LA ADICIÓN DE 17% DE POLVO DE TÓNOR RESIDUAL (NTP 339.078-2012)



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad (Días)	Fc (kg/cm ²)	Fc Prom (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX PTR 3.1	26/04/2024	3/05/2024	14.96	15.02	45.09	2928	7	39.12	39.27
FLEX PTR 3.2	26/04/2024	3/05/2024	14.99	15.05	45.18	2933	7	39.03	
FLEX PTR 3.3	26/04/2024	3/05/2024	14.97	14.96	45.18	2942	7	39.67	
FLEX PTR 3.4	26/04/2024	10/05/2024	14.99	15.05	44.97	4183	14	55.40	
FLEX PTR 3.5	26/04/2024	10/05/2024	15.06	14.98	45.00	4237	14	56.42	
FLEX PTR 3.6	26/04/2024	10/05/2024	14.97	15.07	44.97	4259	14	56.34	
FLEX PTR 3.7	26/04/2024	24/05/2024	15.00	15.03	45.21	5338	28	71.22	
FLEX PTR 3.8	26/04/2024	24/05/2024	15.04	15.01	45.06	5263	28	69.99	
FLEX PTR 3.9	26/04/2024	24/05/2024	15.05	15.03	45.15	5318	28	70.62	

Observaciones:

El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm² adicionando 17% de polvo de tónor residual (PTR) en relación al cemento, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a los 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Anids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 20 °C - 23 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- El polvo de tónor residual (PTR) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

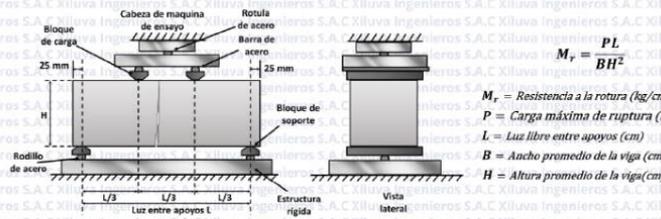
ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
 NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas en los tercios del tramo.

KENNETH MIGUEL BUTEÑON LOPEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 55555

Formato	Versión: 01
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO	"Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"	SOLICITANTE	Robles Tuño, Johnan Ashli
REFERENCIA	Ensayo de resistencia a la flexión	FECHA DE INICIO	Lima, 26 de abril del 2023
LOCALIZACIÓN	Lima	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 24 de mayo del 2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO $F'c = 210$ KG/CM² CON LA ADICIÓN DE 20 % DE POLVO DE TÓNER RESIDUAL (NTP 339.078-2012)



Testigo	Fecha		Dimensiones			Carga (kg)	Edad (Días)	Fc (kg/cm2)	Fc Prom (kg/cm2)
	Modelo	Ruptura	B (cm)	H (cm)	L (cm)				
FLEX PTR 4.1	26/04/2024	3/05/2024	15.05	14.96	44.97	3120	7	41.66	
FLEX PTR 4.2	26/04/2024	3/05/2024	14.99	15.03	45.00	3152	7	41.89	41.65
FLEX PTR 4.3	26/04/2024	3/05/2024	15.01	15.07	45.21	3122	7	41.41	
FLEX PTR 4.4	26/04/2024	10/05/2024	14.96	15.05	45.03	4349	14	57.79	
FLEX PTR 4.5	26/04/2024	10/05/2024	15.02	15.03	45.21	4380	14	58.36	58.04
FLEX PTR 4.6	26/04/2024	10/05/2024	15.00	14.97	45.12	4318	14	57.96	
FLEX PTR 4.7	26/04/2024	24/05/2024	14.99	15.05	44.97	5474	28	72.50	
FLEX PTR 4.8	26/04/2024	24/05/2024	14.97	15.04	44.97	5414	28	71.90	72.64
FLEX PTR 4.9	26/04/2024	24/05/2024	14.97	14.98	44.97	5492	28	73.52	

Observaciones:

- El ensayo contiene una muestra de 9 vigas prismáticas de concreto 210 Kg/cm² adicionando 20 % de polvo de tóner residual (PTR) en relación al cemento, estas vigas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de flexión por una prensa REXON PYM150/35 a los 7, 14 y 28 días. La falla que se presentó en todos los ensayos ocurrieron dentro del tercio medio de la luz, por lo cual el módulo de rotura se calculó mediante la fórmula mostrada.
- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Anids Ribas SAC.
- Las vigas prismáticas fueron almacenadas a temperaturas entre 20 °C - 23 °C.
- Los prismas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.
- El polvo de tóner residual (PTR) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

ASTM C78 / C78M - 18 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
 NTP 339.078-2012 Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas prismáticas apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

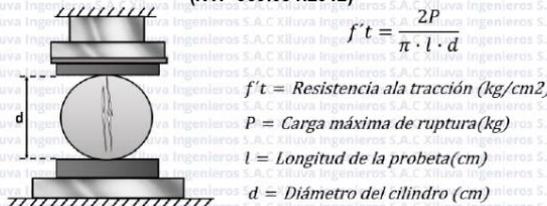
BULLON LOPEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 255968

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Formato	Versión: 01
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO	Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024*	SOLICITANTE	Robles Tuño, Jhohan Ashli
REFERENCIA	Ensayo de resistencia a la tracción	FECHA DE INICIO	Lima, 26 de abril del 2023
LOCALIZACIÓN	Lima	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 24 de mayo del 2023.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIAMETRAL DE CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM2 (NTP 339.084:2012)



Testigo	Fecha		Diámetro (cm)	Largo (cm)	Carga (kg)	Edad Días	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura						
TRAC. 1.1	26/04/2024	3/05/2024	14.99	29.98	11979	7	16.97	23.82
TRAC. 1.2	26/04/2024	3/05/2024	15.03	30.14	11946	7	16.79	
TRAC. 1.3	26/04/2024	3/05/2024	15.02	30.03	11921	7	16.83	
TRAC. 1.4	26/04/2024	10/05/2024	15.05	29.95	16931	14	23.91	
TRAC. 1.5	26/04/2024	10/05/2024	15.07	30.02	16929	14	23.82	
TRAC. 1.6	26/04/2024	10/05/2024	15.05	30.11	16894	14	23.73	
TRAC. 1.7	26/04/2024	24/05/2024	15.02	30.00	19819	28	28.00	
TRAC. 1.8	26/04/2024	24/05/2024	15.02	30.07	19776	28	27.88	
TRAC. 1.9	26/04/2024	24/05/2024	14.96	29.94	19820	28	28.17	

Observaciones:

- El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 Kg/cm², estas probetas fueron sometidas a ensayos de resistencia a tracción a acción simple del concreto, por compresión diametral por una prensa LIYA TEST LT-C0210 a los 7, 14 y 28 días.
- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arids Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 20 °C - 23 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.

REFERENCIA:

- NTP 400.037 Granulometría del agregado grueso y fino.
- ASTM C496 - 96 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- NTP 339.084:2012 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

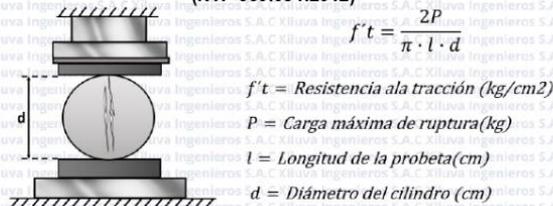

KENNETH MIGUEL
 Ingeiero Civil
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Formato	Versión: 01
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO	"Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"	SOLICITANTE	Robles Tufino, Johhan Ashli
REFERENCIA	Ensayo de resistencia a la tracción	FECHA DE INICIO	Lima, 26 de abril del 2023
LOCALIZACIÓN	Lima	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 24 de mayo del 2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIAMETRAL DE CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM2 CON LA ADICIÓN DE 12 % DE POLVO DE TÓNER RESIDUAL (NTP 339.084:2012)



Testigo	Fecha		Diámetro (cm)	Largo (cm)	Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm2)	F'c Prom. (kg/cm2)
	Modelo	Ruptura						
TRAC. PTR 2.1	26/04/2024	3/05/2024	15.05	29.94	16497	7	23.31	23.31
TRAC. PTR 2.2	26/04/2024	3/05/2024	15.03	29.97	16504	7	23.33	
TRAC. PTR 2.3	26/04/2024	3/05/2024	15.07	30.00	16539	7	23.29	
TRAC. PTR 2.4	26/04/2024	10/05/2024	14.96	29.94	19003	14	27.01	26.95
TRAC. PTR 2.5	26/04/2024	10/05/2024	14.97	29.93	19005	14	27.00	
TRAC. PTR 2.6	26/04/2024	10/05/2024	14.99	30.05	18998	14	26.85	34.63
TRAC. PTR 2.7	26/04/2024	24/05/2024	14.96	30.01	24440	28	34.66	
TRAC. PTR 2.8	26/04/2024	24/05/2024	15.07	29.97	24494	28	34.53	
TRAC. PTR 2.9	26/04/2024	24/05/2024	14.97	29.96	24442	28	34.69	

Observaciones:

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 kg/cm² adicionando el 12 % de polvo de tóner residual (PTR) en relación al cemento, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de resistencia a tracción a acción simple del concreto, por compresión diametral por una prensa LUYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días de curado.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.

- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arid Ribas SAC.

- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 20 °C – 23 °C.

- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xilua Ingenieros S.A.C.

- El polvo de tóner residual (PTR) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

- NTP 400 037 Granulometría del agregado grueso y fino.
- ASTM C496 - 96 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- NTP 339 084:2012 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

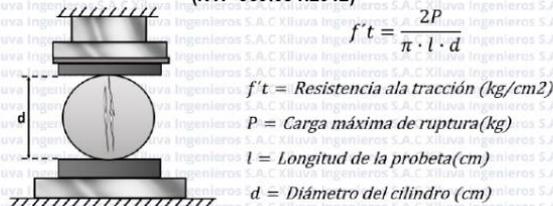

BULLON LOPEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Formato	Versión: 01
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO	"Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"	SOLICITANTE	Robles Tufino, Johnan Ashli
REFERENCIA	Ensayo de resistencia a la tracción	FECHA DE INICIO	Lima, 26 de abril del 2023
LOCALIZACIÓN	Lima	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 24 de mayo del 2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIAMETRAL DE CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM² CON LA ADICIÓN DE 17 % DE POLVO DE TÓNER RESIDUAL (NTP 339.084:2012)



Testigo	Fecha		Diámetro (cm)	Largo (cm)	Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)
	Modelo	Ruptura						
TRAC. PTR 3.1	26/04/2024	3/05/2024	15.06	29.94	18249	7	25.77	25.74
TRAC. PTR 3.2	26/04/2024	3/05/2024	14.99	29.95	18218	7	25.83	
TRAC. PTR 3.3	26/04/2024	3/05/2024	15.06	30.05	18211	7	25.62	28.42
TRAC. PTR 3.4	26/04/2024	10/05/2024	15.06	29.97	20100	14	28.35	
TRAC. PTR 3.5	26/04/2024	10/05/2024	15.04	30.09	20177	14	28.38	36.7
TRAC. PTR 3.6	26/04/2024	10/05/2024	15.00	29.99	20153	14	28.52	
TRAC. PTR 3.7	26/04/2024	24/05/2024	15.02	30.05	26060	28	36.76	36.67
TRAC. PTR 3.8	26/04/2024	24/05/2024	15.03	30.10	26004	28	36.59	
TRAC. PTR 3.9	26/04/2024	24/05/2024	14.99	30.13	26015	28	36.67	

Observaciones:

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 kg/cm² adicionando el 17 % de polvo de tóner residual (PTR) en relación al cemento, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de resistencia a tracción a acción simple del concreto, por compresión diametral por una prensa LUYA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días de curado.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.

- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arid Ribas SAC.

- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 20 °C – 23 °C.

- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xiluva Ingenieros S.A.C.

- El polvo de tóner residual (PTR) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

NTP 400 037 Granulometría del agregado grueso y fino.

ASTM C496 - 96 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

NTP 339 084:2012 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

KENNETH A. BULLON LOPEZ
Ingeniero Civil
CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

☎ 01 769 2004

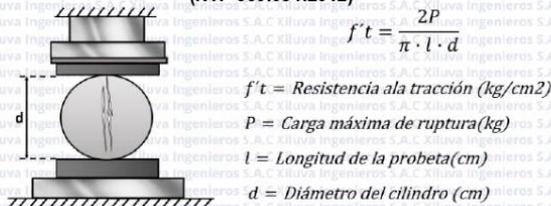
✉ informes@xiluvaingenieros.com

🌐 www.xiluvaingenieros.com

Formato	Versión: 01
ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO	Ref.: 26-03202
	Año: 2024
	Lugar: Lima

PROYECTO	"Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm ² en elementos estructurales con la adición polvo de tóner residual, Lima, 2024"	SOLICITANTE	Robles Tuño, Johhan Ashli
REFERENCIA	Ensayo de resistencia a la tracción	FECHA DE INICIO	Lima, 26 de abril del 2023
LOCALIZACIÓN	Lima	FECHA DE EMISIÓN	Lima, 24 de mayo del 2023

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DIAMETRAL DE CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM2 CON LA ADICIÓN DE 20 % DE POLVO DE TÓNER RESIDUAL (NTP 339.084:2012)



Testigo	Fecha		Diámetro (cm)	Largo (cm)	Carga (kg)	Edad Dias	F'c (kg/cm2)	F'c Prom. (kg/cm2)
	Modelo	Ruptura						
TRAC. PTR 4.1	26/04/2024	3/05/2024	15.00	29.92	20126	7	28.55	28.41
TRAC. PTR 4.2	26/04/2024	3/05/2024	15.01	30.09	20068	7	28.29	
TRAC. PTR 4.3	26/04/2024	3/05/2024	15.04	29.98	20118	7	28.40	31.89
TRAC. PTR 4.4	26/04/2024	10/05/2024	15.06	30.02	22593	14	31.81	
TRAC. PTR 4.5	26/04/2024	10/05/2024	15.04	29.99	22603	14	31.90	39.71
TRAC. PTR 4.6	26/04/2024	10/05/2024	15.00	29.98	22580	14	31.97	
TRAC. PTR 4.7	26/04/2024	24/05/2024	14.99	29.95	28085	28	39.83	39.50
TRAC. PTR 4.8	26/04/2024	24/05/2024	14.97	29.97	28062	28	39.82	
TRAC. PTR 4.9	26/04/2024	24/05/2024	15.02	30.07	28023	28	39.50	

Observaciones:

El ensayo contiene una muestra de 9 probetas de concreto 210 kg/cm² adicionando el 20 % de polvo de tóner residual (PTR) en relación al cemento, estas probetas fueron sometidas en grupos de 3 ensayos de resistencia a tracción a acción simple del concreto, por compresión diametral por una prensa LIVA TEST LT-C0210 a 7, 14 y 28 días de curado.

- Muestras de agregados tomadas para el solicitante.
- La arena gruesa y piedra chancada fueron producidos en la Cantera Arid Ribas SAC.
- Los especímenes cilíndricos fueron almacenados a temperaturas entre 20 °C – 23 °C.
- Las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de Xilua Ingenieros S.A.C.
- El polvo de tóner residual (PTR) fue administrado por el solicitante.

REFERENCIA:

- NTP 400 037 Granulometría del agregado grueso y fino.
- ASTM C496 - 96 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- NTP 339 084:2012 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

KENNETH MIGUEL BULLON LOPEZ
 Ingeniero Civil
 CIP N° 255969

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

ANEXO 4: Certificados de calibración.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1423734**

1. **EXPEDIENTE** : N° 0189-2023 1 de 3
Fecha de emisión : 2023-08-19

SOLICITANTE : XILUVA INGENIEROS S.A.C
DIRECCIÓN : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA
 SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : EC30
Número de serie : 8032032960
Mecanismo : ELECTRICA
Capacidad máxima : 30000 g
Capacidad mínima : 20 g
Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

CALITEST 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.

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**
Fecha : 2023-08-19
Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**
 La calibración se realizó haciendo una Comparación Directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento, P-CAL-01 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático" (Versión 02) basado en el PC-001 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IV" (Edición 03) del SNM-INDECOPI; este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la recomendación internacional OIML-R-76:2006

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19.34	20.18
Humedad Relativa (%)	68	72

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JÚNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
 ING. ARMANDO ANDRÉ
 MESTAS PIZANGO
 CIP/258285
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-40

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA
 Tel: 562 8972 Cel: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1423734
6. PATRONES UTILIZADOS

2 de 3

Nombre del Patrón	Código del patrón	N° de Certificado	Trazabilidad
Pesas de 20 kg/M2	PTB-PEM2-01a1 10	PE 18-C-0192	CALITEST S.A.C.
Pesas de 10 kg/M2	PTB-PEM2-002	PE17-C-0872	CALITEST S.A.C.
Pesas de 5 kg/M2	PTB-PEM2-005	PE17-C-1102	CALITEST S.A.C.
Pesas de 5 kg/M2	PTB-STM2-01	PE17-C-1095	CALITEST S.A.C.
Juego Pesas de 1mg a 500 mg/M1	PTB-STM2-02	PE17-C-0793	CALITEST S.A.C.

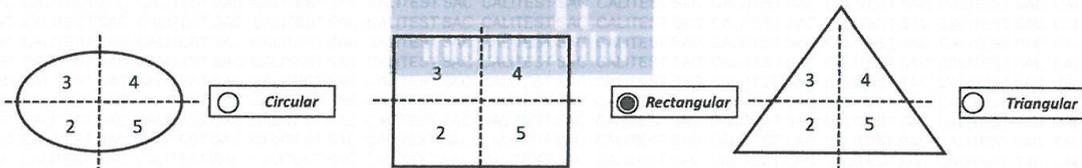
RESULTADOS ANTES DEL AJUSTE

Previo al ajuste del instrumento se encontraron los siguientes resultados para dos valores de carga

Valor Nominal	Carga	Indicación
Aprox. al 50 % de la cap. Max	15000,0	14995
Aprox. al 100 % de la cap. Max.	30000,0	29990

Serie 1-Aproximadamente 50% Máx.		Carga Aplicada	15 000 g
N° Pesada	Indicación I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0,7	-0,20
2	14 999	0,5	-1,00
3	14999	0,4	-0,90
4	15000	0,5	0,00
5	15000	0,6	-0,10
6	14999	0,7	-1,20
7	14999	0,6	-1,10
8	14999	0,5	-1,00
9	14999	0,5	-1,00
10	14999	0,6	-1,10
Diferencia Máxima Encontrada		1.20	
E.M.P.		20 g	

Serie 2-Aproximadamente 100% Máx.		Carga Aplicada L	30 000 g
N° Pesada	Indicación I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	30000	0,8	-0,30
2	30000	0,8	-0,30
3	30000	0,7	-0,20
4	29999	0,6	-1,10
5	29999	0,7	-1,20
6	30000	0,6	-0,10
7	30000	0,8	-0,30
8	29999	0,7	-1,20
9	30000	0,6	-0,10
10	29999	0,7	-1,20
Diferencia Máxima Encontrada		1.10	
E.M.P.		30 g	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD


Sello

Laboratorio de Metrología


CALITEST S.A.C.

 Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALITEST SAC

 ING. GUANIMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP/ 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-40

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel : 562 8972 Cel : 925076321 / E-mail servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

Posición	Carga	Indicación	ΔL	E	Carga	Indicación	ΔL	E	Ec
N°	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1		10	0.8	-0.3		10 000	0.7	-0.20	0.1
2		10	0.7	-0.2		10 000	0.9	-0.40	-0.2
3	10	10	0.9	-0.4	10000	9 999	0.7	-1.20	-0.8
4		10	0.8	-0.3		9 999	0.5	-1.00	-0.7
5		10	0.7	-0.2		10001	0.9	0.6	0.8
								E.M.P	20g

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN (ENSAJO DE PESAJE)

Load (L)	Indicación I	ΔL	E	Ec	Indicación	ΔL	E	Ec	Error Máximo Permitido
g	g	g	g	g	g	g	g	g	
10.00	10	0.8	-0.3						10 g
20.00	20	0.9	-0.4	-0.1	20	0.7	-0.2	0.1	10 g
100.00	100	0.8	-0.3	-0.01	99	0.5	-1	0.7	10 g
500.03	500	0.7	-0.23	0.07	500	0.6	-0.13	0.1	10 g
1000.03	1000	0.6	-0.13	0.17	1000	0.6	-0.13	0.1	10 g
5000.00	4999	0.6	-1.1	-0.8	5000	0.7	-0.2	0.1	10 g
10000.00	10000	0.7	-0.2	0.1	9999	0.5	-1	0.7	20 g
15000.00	15001	0.6	0.9	1.2	15	0.8	0.7	1	20 g
20000.00	2000	0.7	-0.2	0.1	20	0.8	0.7	1	20 g
25000.00	24999	0.6	-1.1	-0.8	25	0.7	-0.2	0.1	30 g
30000.00	30000	0.9	-0.4	-0.1	30	0.9	-0.4	0.1	30 g

L Carga colocada sobre la balanza
I Indicación de la balanza
E Error encontrado
Ec Error Corregido
ΔL Carga incrementada

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2\sqrt{0.49 g^2 + 0.0000000015 R^2}$$

$$R_{\text{corregida}} = R - 0.000011 R$$

Lectura Corregida

R: Indicación de lectura de balanza : (g)

8. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor k=2. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximada del 95 %.

9. OBSERVACIONES

- El valor de "e", capacidad mínima y clase de exactitud están de acuerdo a la NMP-003 "Instrumentos de pesaje de Funcionamiento no Automático.
- Se ha considerado el coeficiente de variación térmica 0.000 01 °C⁻¹ según el PC-001 "Procedimiento de Calibración de Balanzas Clase III y IV" SNM - INDECOPI.



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.
Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
ING. GUANMAYO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-40

Rev00

Elaborado: PF0P

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA
Tel 562 8972 Cel 925076321 / E-mail servicios@calitestsac.com certificado@calitestsac.com / Web calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1423732**

1. **EXPEDIENTE** : N° 0189-2023 1 de 2
Fecha de emisión : 2023-08-19

SOLICITANTE : XILUVA INGENIEROS S.A.C.
DIRECCIÓN : MZ. D LT.6 ASOC. SANTA ROSA PIEROLA
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : COPA CASAGRANDE - LÍMITE LÍQUIDO
Marca : PALIO
Modelo : PE7009.2
Número de serie : 1823012
Mecanismo : Manual
Ranurador : Acero
Contador : Digital
Procedencia : PERÚ
Identificación : No indica
Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Fecha : 2023-08-19
Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C.

CALITEST 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 de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta.Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18.2	19.5
Humedad Relativa (%)	74	78

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

ING. GUANMARECO A. DRE
MESTAS PIZANGO
CIP 258285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-71

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel: 562 8972 Cel: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V 1523033

6. TRAZABILIDAD

2 de 2

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
METROSYSTEMS	Vernier (Pie de rey)	MS-0075-2023

7. OBSERVACIONES

No presenta ninguna observación.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Dimensiones	Aparato de Límite Líquido							Ranurador		
	Conjunto de la Cazuela			Bases				Extremo Curvado		
Descripción	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	2	0.1	1	1.5	5	5	5	0.1	0.1	0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.850	1.97	5.90	4.92	0.394	0.079	0.531
Tolerancia, pulg.	0.08	0.004	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	0.004	0.004	0.004

	Dato Promedio (mm)	Tolerancia (mm)	Resultados
Cazuela			
Espesor	2.03	± 0.1	OK
Profundidad	26.82	± 1	OK
Base			
Guía del elevador	47.5	± 1.5	OK
Espesor	47.83	± 5	OK
Largo	153.47	± 5	OK
Ancho	128.75	± 5	OK
Huella	5.07	< 13	OK
Ranurador de Acero			
Cuadrado Calibrador	9.87	± 0.2	OK
Espesor	9.99	± 0.1	OK
Borde Cortante	2.05	± 0.1	OK
Ancho	13.54	± 0.1	OK

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.
Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
ING. GUANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP / 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-71

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel 562 8972 Cel 925076321 / E-mail servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1423737**

1 de 2

1. **EXPEDIENTE** : N° 0189-2023
Fecha de emisión : 2023-08-23

SOLICITANTE : XILUVA INGENIEROS S.A.C
DIRECCIÓN : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : PRENSA REXON
Marca : REXON
Modelo : PYM150/35
Número de serie : 2400-400-2850
Mecanismo : HIDRÁULICO
Capacidad : 150TON 10HP
Velocidad de Prensa : 4.9 mm/s
Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Fecha : 2023-08-19
Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

CALITEST 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.

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó haciendo una Comparación Directa con una celda de carga e indicador patrón y la Norma del ASTM C496.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19.83	20.51
Humedad Relativa (%)	67	71

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

ING. GUANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-53

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N°, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1423737

2 de 2

6. TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón referencia	Celda de Carga Patrón	PY-0165-2023

7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación Manómetro (kPa)	Lectura del Patrón		Error		
	Ascendente (kPa)	Ascendente (kPa)	Ascendente (kPa)	Descendente (kPa)	Histéresis (kPa)
10.0	9.6	9.4	-0.4	-0.6	-0.2
40.0	39.6	39.6	-0.4	-0.4	-0.2
100.0	98.8	98.6	-1.2	-1.4	0.0
200.0	198.8	198.6	-1.2	-1.4	-0.2
300.0	298.4	298.0	-1.6	-2.0	-0.4
400.0	398.4	398.0	-1.6	-2.0	-0.4
500.0	498.4	498.2	-1.6	-1.8	-0.2
600.0	598.2	598.0	-1.8	-2.0	-0.2
700.0	698.2	698.0	-1.8	-2.0	-0.2
800.0	798.2	798.2	-1.8	-1.8	0.0
900.0	898.2	898.2	-1.8	-1.8	0.0

Máximo Error Absoluto de Indicación	-2,0 kPa
Máximo Error Absoluto de Histéresis	-0,4 kPa
Máxima Incertidumbre encontrada U(k=2)	1,1 kPa

9. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expansiva de medición se ha obtenido, multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Sello

Laboratorio de Metrología


CALITEST S.A.C.

 Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
 JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALITEST SAC
 ING. JUANMARCO ANDRE
 MESTAS PIZANGO
 CIP 256285
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-53

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N°, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1423736**

1. **EXPEDIENTE** : N° 0189-2023
Fecha de emisión : 2023-08-23

1 de 3

SOLICITANTE : XILUVA INGENIEROS S.A.C
DIRECCIÓN : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN

Marca : LIYA TEST
Modelo : LT-C0210
Número de serie : F-1100KN-VFD-220
Mecanismo : Mecánico - Hidráulico
Capacidad : 110000 kgf
Procedencia : Turquía
Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

CALITEST 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.

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Fecha : 2023-08-19
Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realiza bajo el procedimiento de la ISO 17025, "Método de compactación directa utilizando patrones trazables al SI", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del ASTM C39. Establece que la planicidad de las caras extremas del espécimen debe ser de 0.05 mm en 150 mm, igual que la exigida para los bloques de carga y soporte en uso.

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19.37	20.43
Humedad Relativa (%)	68	74

6. **TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Celdas patrones calibradas en el Nacional Standars Testing Laboratory Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0.6 %	MS-0235-2023

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
ING. GUANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-37

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N°, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1423736

2 de 3

7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de 2.0 C

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F _i (kgf)	F ₁ (kgf)	F ₂ (kgf)	F ₃ (kgf)	F Promedio (kgf)
10	10000	9949	9969	9965	9961
20	20000	19977	19968	19961	19969
30	30000	29985	29941	29961	29962
40	40000	39940	39963	39974	39959
50	50000	49975	49964	49962	49967
60	60000	59964	59983	59973	59973
70	70000	69979	69944	69957	69960
80	80000	79948	79954	79956	79953
90	90000	89974	89954	89956	89961
100	100000	99954	99979	99961	99965
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
10000	0.390	0.12	-	0.08	0.34
20000	0.157	0.10	-	0.05	0.34
30000	0.126	0.27	-	0.06	0.34
40000	0.103	0.21	-	0.05	0.34
50000	0.066	0.08	-	0.04	0.34
60000	0.044	0.12	-	0.04	0.34
70000	0.057	0.21	-	0.04	0.34
80000	0.059	0.05	-	0.03	0.34
90000	0.043	0.12	-	0.04	0.34
100000	0.035	0.15	-	0.04	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f0)	0.00%
------------------------------------	-------

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
ING. GUANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-37

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N°, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1423721**

1. **EXPEDIENTE** : N° 0189-2023 1 de 2
Fecha de emisión : 2023-08-19

SOLICITANTE : XILUVA INGENIEROS S.A.C
DIRECCIÓN : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : Tamiz N° 4
Marca : PALIO
Modelo : No indica
Número de serie : 22J027
Diámetro : 8 pulgada
Estructura : Acero Inox.
Procedencia : Perú
Identificación : No indica
Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Fecha : 2023-08-19
Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

CALITEST 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.

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18.61	18.78
Humedad Relativa (%)	59	63

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

ING. GUANMARECO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1423721

6. TRAZABILIDAD

2 de 2

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
JMR EQUIPOS S.A.C. (INACAL)	Retícula (Microscopio)	JMR-397-2022
METROSYSTEMS S.R.L.	Pie de Rey (Vernier)	MS-0075-2023

7. OBSERVACIONES

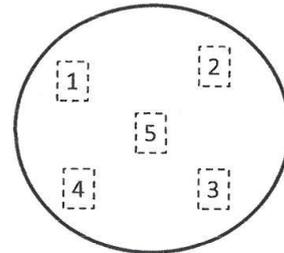
- No presenta ninguna observación.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TABLA N° 01	
Tamiz	N° 4
Luz	4.75 mm

FIGURA N° 01

Ubicación de puntos



Error máximo permitido (emp): ± 15 mm	
Mínimo	4.6 mm
Máximo	4.9 mm

N° Medición	Medición
1	4.8
2	4.9
3	4.7
4	4.8
5	4.9
Promedio	4.8

Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11

9. INCERTIDUMBRE

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

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

ING. GUANIMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP/ 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA
Tel: 562 8972 Cel: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1423722**

1. **EXPEDIENTE** : N° 0189-2023 1 de 2
Fecha de emisión : 2023-08-19

SOLICITANTE : XILUVA INGENIEROS S.A.C
DIRECCIÓN : MZ. D LOTE.6 ASOC. SANTA ROSA DE PIEROLA
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : Tamiz N° 8
Marca : PALIO
Modelo : No indica
Número de serie : 22K024
Diámetro : 8 pulgada
Estructura : Acero Inox.
Procedencia : Perú
Identificación : No indica
Ubicación : Instalaciones de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

3. **LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

Fecha : 2023-08-19
Lugar : Laboratorio de XILUVA INGENIEROS S.A.C

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

4. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18.61	18.78
Humedad Relativa (%)	59	63

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
ING. GUANIMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP/ 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel. 562 8972 Cel. 925076321 / E-mail servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

6. TRAZABILIDAD

2 de 2

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
JMR EQUIPOS S.A.C. (INACAL)	Retícula (Microscopio)	JMR-397-2022
METROSYSTEMS S.R.L.	Pie de Rey (Vernier)	MS-0075-2023

7. OBSERVACIONES

- No presenta ninguna observación.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

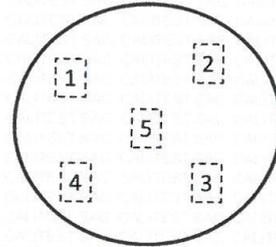
TABLA N° 01	
Tamiz	N° 8
Luz	2.36 mm

Error máximo permitido (emp): ± 0.08 mm	
Mínimo	2.28 mm
Máximo	2.44 mm

N° Medición	Medición
1	2.30
2	2.34
3	2.39
4	2.40
5	2.43
Promedio	2.37

FIGURA N° 01

Ubicación de puntos



Se encuentra en el rango aceptable considerando las medidas y tolerancias establecidas por la Norma ASTM-E11

9. INCERTIDUMBRE

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

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
ING. GUANAMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP / 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-20

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJP

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° BREÑA - LIMA - LIMA

Tel: 562 8972 Cel: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificado@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

ANEXO 5: Estadística con SPSS.

*PROPIEDADES FISICAS.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

11 : Densid_20

*Resultado2 [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ver

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Asentamiento	,219	3	.	,987	3	,780
Asenta_0	,219	3	.	,987	3	,780
Asenta_12	,184	3	.	,999	3	,927
Asenta_17	,272	3	.	,947	3	,554
Asenta_20	,253	3	.	,964	3	,637
Densidad	,283	3	.	,934	3	,504
Densid_0	,283	3	.	,934	3	,504
Densid_12	,283	3	.	,934	3	,504
Densid_17	,268	3	.	,950	3	,571
Densid_20	,202	3	.	,994	3	,852
Contenidoaire	,253	3	.	,964	3	,637
Contenid_0	,253	3	.	,964	3	,637
Contenid_12	,253	3	.	,964	3	,637
Contenid_17	,292	3	.	,923	3	,463
Contenid_20	,253	3	.	,964	3	,637

a. Corrección de significación de Lilliefors

Asentamiento

Asentamiento Gráfico de tallo y hojas

Frecuencia Stem & Hoja

IBM SP

IBM SPSS Statistics Processor está listo

*PROPIEDADES FISICAS.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

1 : Densid_20

*Resultado2 [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Contenid_12	Se basa en la media	.			
Contenid_17	Se basa en la media	.			
Contenid_20	Se basa en la media	.			

a. La prueba de igualdad de Levene de las varianzas de error no se ha calculado porque hay menos de grupos no vacíos.

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Asentamiento	Entre grupos	1,614	3	,538	152,245	<.001
	Dentro de grupos	,028	8	,004		
	Total	1,642	11			
Densidad	Entre grupos	2303,384	3	767,795	284,456	<.001
	Dentro de grupos	21,593	8	2,699		
	Total	2324,978	11			
Contenidoaire	Entre grupos	,153	3	,051	180,029	<.001
	Dentro de grupos	,002	8	,000		
	Total	,155	11			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Scheffe

Variable dependiente	(I) Adición	(J) Adición	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar

IBM SPSS Statistics Processor está listo

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

1: Tracc_20 39,81

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ve

Rango						,14
Rango intercuartil						
Asimetría						-1,597
Curstosis						1,225

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Compresion	,316	3	.	,889	3	,352
Compri_0	,316	3	.	,889	3	,352
Compri_12	,241	3	.	,973	3	,687
Compri_17	,314	3	.	,893	3	,363
Compri_20	,278	3	.	,941	3	,530
Flexi_0	,356	3	.	,818	3	,157
Flexi_12	,318	3	.	,886	3	,343
Flexi_17	,177	3	.	1,000	3	,973
Flexi_20	,235	3	.	,978	3	,716
Traccion	,212	3	.	,990	3	,811
Tracc_0	,212	3	.	,990	3	,811
Tracc_12	,319	3	.	,885	3	,339
Tracc_17	,182	3	.	,999	3	,935
Tracc_20	,337	3	.	,855	3	,253

a. Corrección de significación de Lilliefors

Compresion

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

*PROPIEDADES MECANICAS.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

1: Tracc_20 39,81

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Tracc_0	Se basa en la media	.
Tracc_12	Se basa en la media	.
Tracc_17	Se basa en la media	.
Tracc_20	Se basa en la media	.

a. La prueba de igualdad de Levene de las varianzas de error no se ha calculado porque hay menos de grupos no vacíos.

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Compresion	Entre grupos	3378,059	3	1126,020	1046,203	<.001
	Dentro de grupos	8,610	8	1,076		
	Total	3386,669	11			
Flexion	Entre grupos	246,210	3	82,070	210,180	<.001
	Dentro de grupos	3,124	8	,390		
	Total	249,334	11			
Traccion	Entre grupos	222,353	3	74,118	7155,356	<.001
	Dentro de grupos	,083	8	,010		
	Total	222,436	11			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Scheffe

Diferencia de medias (I, J)

Error estándar

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Unicode/

ANEXO 6: Prueba de las propiedades físicas.

Características		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Densidad	Patrón + 0 % de polvo de tóner residual	0.934	3	0.504
	Patrón + 12 % de polvo de tóner residual	0.934	3	0.504
	Patrón + 17 % de polvo de tóner residual	0.950	3	0.571
	Patrón + 20 % de polvo de tóner residual	0.994	3	0.852
Contenido de aire	Patrón + 0 % de polvo de tóner residual	0.964	3	0.637
	Patrón + 12 % de polvo de tóner residual	0.964	3	0.637
	Patrón + 17 % de polvo de tóner residual	0.923	3	0.463
	Patrón + 20 % de polvo de tóner residual	0.964	3	0.637
Asentamiento	Patrón + 0 % de polvo de tóner residual	0.987	3	0.780
	Patrón + 12 % de polvo de tóner residual	0.999	3	0.927
	Patrón + 17 % de polvo de tóner residual	0.947	3	0.554
	Patrón + 20 % de polvo de tóner residual	0.964	3	0.637

Fuente: Propia (SPSS)

ANEXO 7: Prueba de ANOVA de las propiedades físicas.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Densidad	Entre grupos	2303.384	3	767.795	284.456	<.001
	Dentro de grupos	21.593	8	2.699		
	Total	2324.978	11			
Contenido de aire	Entre grupos	0.153	3	0.051	180.029	<.001
	Dentro de grupos	0.002	8	0.000		
	Total	0.155	11			
Asentamiento	Entre grupos	1.614	3	0.538	152.245	<.001
	Dentro de grupos	0.028	8	0.004		
	Total	1.642	11			

Fuente: Propia (SPSS)

ANEXO 8: Prueba de normalidad de las propiedades mecánicas.

Características		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Compresión	Patrón + 0 % de polvo de tóner residual	0.889	3	0.352
	Patrón + 12 % de polvo de tóner residual	0.973	3	0.687
	Patrón + 17 % de polvo de tóner residual	0.893	3	0.363
	Patrón + 20 % de polvo de tóner residual	0.941	3	0.530
Flexión	Patrón + 0 % de polvo de tóner residual	0.818	3	0.157
	Patrón + 12 % de polvo de tóner residual	0.886	3	0.343
	Patrón + 17 % de polvo de tóner residual	1.000	3	0.973
	Patrón + 20 % de polvo de tóner residual	0.978	3	0.716
Tracción	Patrón + 0 % de polvo de tóner residual	0.990	3	0.811
	Patrón + 12 % de polvo de tóner residual	0.885	3	0.339
	Patrón + 17 % de polvo de tóner residual	0.999	3	0.935
	Patrón + 20 % de polvo de tóner residual	0.855	3	0.253

Fuente: Propia (SPSS)

ANEXO 9: Prueba de ANOVA de las propiedades mecánicas.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Compresión	Entre grupos	3378.059	3	1126.020	1046.203	<.001
	Dentro de grupos	8.610	8	1.076		
	Total	3386.669	11			
Flexión	Entre grupos	246.210	3	82.070	210.180	<.001
	Dentro de grupos	3.124	8	0.390		
	Total	249.334	11			
Tracción	Entre grupos	222.353	3	74.118	7155.356	<.001
	Dentro de grupos	0.083	8	0.010		
	Total	222.436	11			

Fuente: Propia (SPSS)

ANEXO 10 : Boletas.

<p>XILUVA INGENIEROS SAC MZA. D LOTE. 6 ASC. SANTA ROSA DE PIEROLA SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA</p>	<p>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20611250780 EB01-28</p>					
<p>Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : 20/05/2024 Señor(es) : JHOHAN ASHLI ROBLES TUFINO DNI : 71208983 Dirección del Cliente : URB. EL OLIVAR MZA. C LOTE. 18 LIMA-LIMA-SAN MARTIN DE PORRES Tipo de Moneda : SOLES Observación : BCP CTA CTE. 191-1006999-0-05 CCI:00219100100699900558</p>						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	ENSAYO DE AGREGADOS Y PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO	1271.18644	0.00	1,499.999992	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/1,500.00
SON: UN MIL QUINIENTOS Y 00/100 SOLES						
<p>(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.</p>						
Op. Gravada :						S/ 1,271.19
Op. Exonerada :						S/ 0.00
Op. Inafecta :						S/ 0.00
ISC :						S/ 0.00
IGV :						S/ 228.81
ICBPER :						S/ 0.00
Otros Cargos :						S/ 0.00
Otros Tributos :						S/ 0.00
Monto de Redondeo :						S/ 0.00
Importe Total :						S/ 1,500.00
<p><i>Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.</i></p>						

ANEXO 11: Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&ro=103&io=2415731039&u=1088032488&ts=1

feedback studio JHOHAN ASHLI ROBLES TUFINO Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm² en elementos estructurales con la adición polvo de tónor residual, Lima, 2024

Resumen de coincidencias 17 %

Se están viendo fuentes estándar
Ver fuentes en inglés

Coincidencias

#	Fuente de Internet	Porcentaje
1	hdl.handle.net	8 %
2	Entregado a Universida... Fuente de Internet	5 %
3	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
4	Entregado a Universida... Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.unco.edu.pe	<1 %
6	Di. For. S. Vileca, "Com... Publicación	<1 %
7	di. dia-portal.org	<1 %
8	Diksha Choudhary, Sap... Publicación	<1 %
9	repositorio.usapetro...	<1 %
10	repositorio.ugm.edu.pe	<1 %
11	www.semanticscholar...	<1 %
12	es.scribd.com	<1 %
13	repositorio.vandina.ed...	<1 %
14	es.slideshare.net	<1 %
15	repositorio.usa.edu.pe	<1 %
16	stockbyte.es	<1 %

Página: 1 de 54 Número de palabras: 17071 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado 16:12 17/07/2024