

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ADICIÓN DE CELULOSA DEL PAPEL EN LAS
PROPIEDADES DEL RELLENO FLUIDO DE BAJA
RESISTENCIA CONTROLADA PARA LA ELABORACIÓN DE
BASE DE LOSAS EN TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Juan Diego Colchado Vigo

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo – Perú

JURADO EVALUADOR

| | |
|---------------|---------------------------------|
| Jurado 1 | JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA |
| Presidente(a) | Nombre y Apellidos |

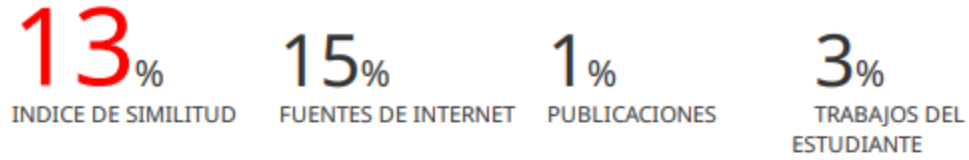
| | |
|----------|----------------------------------|
| Jurado 2 | SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN |
| | Nombre y Apellidos |

| | |
|----------|-----------------------------------|
| Jurado 3 | ALBERTO RUBEN VASQUEZ DIAZ |
| | Nombre y Apellidos |

INFORME DE SIMILITUD

Informe_Turnitin_Tesis ColchadoVigo

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet | 7% |
| 2 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 6% |

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a mis amados padres, por haber inculcado en mí sus valores y por brindarme durante todos estos años su gran amor y apoyo incondicional. Sin ellos no hubiese sido posible llegar hasta aquí, ya que son la fuerza que me impulsa a salir adelante y a ser una mejor persona todos los días.

A mi querida hermana Adriana Valeria, por sus valiosos consejos, por brindarme la motivación que muchas veces necesitaba y por estar presentes en cada momento de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme brindado la salud y fuerzas necesarias para culminar con éxito mi carrera profesional.

A toda mi familia Colchado y Vigo por haberme acompañado incondicionalmente durante todos estos años brindándome su apoyo siempre.

A mis más queridos docentes y mentores por haberme transmitido sus conocimientos y brindarme su apoyo durante los años de estudio en esta prestigiosa universidad bajo su tutela.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| JURADO EVALUADOR | 2 |
| INFORME DE SIMILITUD..... | 3 |
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| TABLA DE CONTENIDO..... | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 8 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 9 |
| ÍNDICE DE ECUACIONES | 10 |
| RESUMEN | 11 |
| 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 12 |
| 1.1. Realidad Problemática | 12 |
| 1.2. Antecedentes de la investigación..... | 14 |
| 1.3. Bases teóricas..... | 20 |
| <i>1.3.1. Concreto</i> | <i>20</i> |
| <i>1.3.2. Diseño de mezcla</i> | <i>22</i> |
| <i>1.3.3. Celulosa del papel.....</i> | <i>23</i> |
| <i>1.3.4. Relleno fluido.....</i> | <i>23</i> |
| 1.4. Formulación del problema..... | 24 |
| 1.5. Objetivos..... | 24 |
| <i>1.5.1. Objetivo general.....</i> | <i>24</i> |
| <i>1.5.2. Objetivos específicos</i> | <i>24</i> |
| 1.6. Hipótesis..... | 24 |
| <i>1.6.1. Hipótesis general</i> | <i>24</i> |
| 2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA | 26 |
| 2.1. Tipo y diseño de investigación | 26 |
| <i>2.1.1. Según el propósito</i> | <i>26</i> |
| <i>2.1.2. Según el diseño</i> | <i>26</i> |
| 2.2. Diseño de investigación..... | 26 |
| 2.3. Variables..... | 27 |
| <i>2.3.1. Variable independiente</i> | <i>27</i> |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.3.2. | <i>Variable dependiente</i> | 27 |
| 2.4. | Población y muestra | 31 |
| 2.4.1. | <i>Población</i> | 31 |
| 2.4.2. | <i>Muestra</i> | 31 |
| 2.5. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 33 |
| 2.5.1. | <i>Técnica de recolección de datos</i> | 33 |
| 2.5.2. | <i>Instrumento de recolección de datos</i> | 33 |
| 2.5.3. | <i>Validación del instrumento de recolección de datos</i> | 33 |
| 2.5.4. | <i>Análisis de datos</i> | 33 |
| 2.5.5. | <i>Instrumento de análisis de datos</i> | 34 |
| 2.6. | Aspectos éticos | 34 |
| 2.7. | Procedimiento | 35 |
| 2.7.1. | <i>Caracterización de agregados</i> | 36 |
| 2.7.2. | <i>Diseño de mezcla</i> | 40 |
| 2.7.3. | <i>Ensayos en estado fresco</i> | 40 |
| 2.7.4. | <i>Ensayos en estado endurecido</i> | 42 |
| 3. | CAPÍTULO III. RESULTADOS | 43 |
| 3.1. | Caracterización de agregados | 43 |
| 3.2. | Diseños de mezcla | 44 |
| 3.3. | Fluidez de asentamiento | 46 |
| 3.4. | Resistencia a la compresión | 46 |
| 3.5. | Prueba de hipótesis | 48 |
| 4. | CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 52 |
| 4.1. | Discusión | 52 |
| 4.2. | Limitaciones | 58 |
| 4.3. | Implicancias | 58 |
| 4.4. | Conclusiones | 59 |
| 4.5. | Recomendaciones | 60 |
| | REFERENCIAS | 61 |
| | ANEXOS | 65 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Diseño de investigación..... | 26 |
| Tabla 2. Clasificación de variables..... | 27 |
| Tabla 3. Matriz de operacionalización de la variable independiente..... | 29 |
| Tabla 4. Matriz de operacionalización de la variable dependiente..... | 30 |
| Tabla 5. Tamaño de muestra del concreto endurecido. | 32 |
| Tabla 6. Tamaño de muestra del concreto fresco. | 32 |
| Tabla 7. Características del agregado fino..... | 43 |
| Tabla 8. Características del agregado grueso. | 43 |
| Tabla 9. Diseño de mezcla del concreto patrón..... | 44 |
| Tabla 10. Diseño de mezcla del concreto con 5% de celulosa del papel..... | 44 |
| Tabla 11. Diseño de mezcla del concreto con 10% de celulosa del papel..... | 45 |
| Tabla 12. Diseño de mezcla del concreto con 15% de celulosa del papel..... | 45 |
| Tabla 13. Fluidez de asentamiento de los concretos..... | 46 |
| Tabla 14. Normalidad de la compresión a 7 días de curado..... | 48 |
| Tabla 15. Normalidad de la compresión a 14 días de curado..... | 48 |
| Tabla 16. Normalidad de la compresión a 28 días de curado..... | 48 |
| Tabla 17. Varianza de la compresión a 7 días de curado..... | 49 |
| Tabla 18. Varianza de la compresión a 14 días de curado..... | 49 |
| Tabla 19. Varianza de la compresión a 28 días de curado..... | 49 |
| Tabla 20. Post prueba de la compresión a 7 días de curado. | 50 |
| Tabla 21. Post prueba de la compresión a 14 días de curado. | 50 |
| Tabla 22. Post prueba de la compresión a 28 días de curado. | 51 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Procedimiento de la investigación. | 35 |
| Figura 2. Resistencia a la compresión de los concretos a 7 días de curado. | 46 |
| Figura 3. Resistencia a la compresión de los concretos a 14 días de curado. | 47 |
| Figura 4. Resistencia a la compresión de los concretos a 28 días de curado. | 47 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|----|
| Ecuación 1. Cálculo del módulo de fineza de los agregados..... | 36 |
| Ecuación 2. Cálculo del contenido de humedad de los agregados. | 37 |
| Ecuación 3. Cálculo del peso específico del agregado fino..... | 38 |
| Ecuación 4. Cálculo de la absorción del agregado fino..... | 38 |
| Ecuación 5. Cálculo del peso específico del agregado grueso. | 38 |
| Ecuación 6. Cálculo de la absorción del agregado grueso..... | 38 |
| Ecuación 7. Cálculo del peso unitario suelto de los agregados. | 39 |
| Ecuación 8. Cálculo del peso unitario compactado de los agregados. | 39 |
| Ecuación 9. Cálculo del peso unitario del concreto..... | 41 |
| Ecuación 10. Cálculo de la resistencia a la compresión del concreto. | 42 |

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló bajo una metodología experimental, permitiendo evaluar las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada al adicionar celulosa del papel como reemplazo parcial del agregado grueso, considerando un muestreo no probabilístico y la observación como técnica de recolección de datos. La problemática surge a partir de la necesidad por confeccionar rellenos fluidos con resistencias bajas que permitan realizar con facilidad los trabajos de excavación tanto manual como mecánica, evitando los rellenos compactado de materiales granulares, así como utilizar materiales cuyo desuso contaminan al medio ambiente; por lo que se realizaron cuatro diseños de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$, constituidos por uno patrón y tres experimentales con dosis de celulosa de 5%, 10% y 15%; cuyos resultados permiten concluir que la dosis óptima corresponde al concreto con dosis de 5%, ya que su comportamiento satisface los requerimientos de un concreto autocompactante con una extensibilidad de 662mm y su resistencia a la compresión presenta una reducción respecto al concreto patrón de 49.32%.

Palabras clave: Celulosa de papel, relleno fluido, fluidez de asentamiento, extensibilidad, resistencia a la compresión.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Es sabido que actualmente el concreto se posiciona como uno de los materiales más empleados en el rubro de la construcción, el cual se coloca en diversos elementos y estructuras que pueden ser de pequeña, mediana y gran envergadura con el objetivo de cubrir las necesidades del hombre, siendo razón suficiente para encontrarse constantemente en estudio de manera que se puedan obtengan métodos para mejorar sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido. Por su parte, los rellenos fluidos corresponden a materiales autocompactantes económicos respecto a los tradicionales rellenos granulares, ya que optimizan costos al no requerir personal para trabajos manuales de compactación. La problemática surge a partir de la necesidad por confeccionar rellenos fluidos con resistencias bajas que permitan realizar con facilidad los trabajos de excavación tanto manual como mecánica, por lo que se propone a la celulosa del papel como alternativa parcial del agregado grueso; pues comúnmente se utiliza aditivos incorporadores de aire para tal efecto, sin embargo, éstos causan una reducción considerable en la trabajabilidad del concreto, siendo perjudicial ya que los rellenos deben fluir libremente hasta consolidarse sin necesidad de vibración.

A nivel internacional, en Italia, Cardinale, et *al.* (2021), precisan que en los últimos años se han realizado varios estudios para sustituir parcialmente el cemento por componentes reciclados, enfocándose en el papel, desarrollando así el llamado “papercrete”, donde se mezclan residuos sólidos de papel o pasta de papel con un mortero cementoso; lo que hace reducir la carga muerta de su estructura. Se consideró al papel debido que, a pesar

de ser un material reciclable, solo se le puede procesar un número limitado de veces, convirtiéndose luego en lodos residuales que cada año ocupan gran parte de vertederos. También, en Iraq, Zaki, Gorgis y Salih (2018), mencionan que el papel reciclado viene siendo utilizado como un material de construcción como consecuencia de ser un residuo presente en todas las áreas y actividades que llega a representar aproximadamente el 41% de todos los residuos domésticos, por lo que surgen investigaciones que buscan potenciar su desarrollo sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido; asimismo, se pretende con su uso optimizar costos y ser más respetuosos con el medio ambiente, pues se conoce que el sector constructivo es uno de los que produce mayores efectos nocivos.

Por otro lado, a nivel nacional Pablo y Ortiz (2020), indican que el concreto tiene gran demanda dentro el país y alrededor el mundo en diversos tipos de obras gracias a su facilidad de manipulación, versatilidad, resistencia, durabilidad, etc.; por ello, las empresas encargadas de su producción están cada vez más comprometidas con el medio ambiente y la calidad final de exportación; por lo que buscan la incorporación de diferentes materiales a los tradicionales, como adición o como reemplazo, encontrando entre ellos a la celulosa del papel reciclado, el cual corresponde a un material nuevo en la construcción que puede resultar beneficioso específicamente dentro del concreto y mortero.

Así también, Mejía (2019), menciona que el Perú es un país que teniendo como referencia los avances internacionales, se ha ido adaptando a la consideración de materiales sustentables para el sector constructivo de propuestas eco amigables, siendo uno de ellos el papel reciclado, pasando de desechables a aprovechables para la

producción de concretos, poseedor de características como económico, ecológico, aislante, liviano, etc.

1.2. Antecedentes de la investigación

Cardinale, et *al.* (2021), en su artículo científico se propusieron como objetivo principal estudiar el uso del papel reciclado como sustituto parcial del cemento portland para la producción de concretos y/o morteros ligeros conocidos comúnmente como el material ecológico papercrete; para lo cual se llevó a cabo una campaña experimental basada en la elaboración de una mezcla control, es decir, un concreto con materiales convencionales; y, mezclas con incorporación de papel reciclado en dosis de 2%, 5% y 10% respecto al peso del cemento, midiendo la resistencia a la compresión en especímenes cúbicos a la edad de 28 días luego de iniciado el proceso de curado. Los resultados que los autores encontraron, muestran que todos los concretos experimentales no lograron siquiera alcanzar al concreto patrón; asimismo, se logra evidenciar que a medida que aumenta la dosis de papel, la propiedad mecánica analizada empieza a decaer obteniendo reducciones respecto al control de 39.9%, 48.0% y 69.3% respectivamente con las dosificaciones anteriormente listadas. Luego del análisis de cada uno de sus resultados, los autores concluyen que la resistencia a la compresión forma una relación proporcionalmente inversa con la dosis de papel utilizado, sin embargo, puede ser empleado como material de construcción ecológico en obras que requieran concretos y/o morteros de uno no estructural o donde se busque reducir la resistencia para cumplir con partidas específicas. (p.10).

El aporte que brinda esta investigación se relaciona directamente con el uso del papel reciclado para la confección de concretos, sin embargo, difiere en cuanto al material de

reemplazo, pues los autores consideran al cemento mientras que en la presente tesis al agregado grueso; no obstante, se deja evidencia que en dosis de 10% se puede reducir la resistencia a la compresión en hasta más de 69% respecto a un concreto convencional.

Alshahwany, et al. (2020), en su artículo de revista se propusieron como objetivo general evaluar la posibilidad de incorporar papel reciclado, para la elaboración de concretos conocidos como papercrete, como adición respecto al peso del cemento; para lo cual se llevó a puseo en práctica un plan experimental basado en el desarrollo de una mezcla patrón, es decir, un concreto convencional; y, mezclas experimentales con adición de papel procesado luego de su reciclaje en dosis de 5%, 10% y 15% respecto al peso del cemento, midiendo la trabajabilidad en estado fresco y la resistencia a la compresión en especímenes cúbicos de 10cm de lado a la edad de 28 días de curado. Los resultados que los autores encontraron, muestran que la trabajabilidad no disminuyó significativamente, pues respecto a los 14mm del concreto patrón, los experimentales obtuvieron 13mm, 12mm y 12mm respectivamente según el orden de dosis enumeradas anteriormente, ello debido al aumento en la cantidad de aditivo plastificante, pasando de 0.75% a 0.8%, 1.3% y 2.0%. Por otro lado, la resistencia a la compresión incrementó con la dosis de papel del 5%, sin embargo, para las siguientes dosis se observó un decrecimiento; de manera que quedaron representados como +6.8%, -12.7% y -25.7% respectivamente. Luego de analizar sus resultados obtenidos, los autores llegaron a la conclusión que, a mayor incorporación de papel, el concreto pierde trabajabilidad, por lo que se requiere que se aumente la cantidad de agua o aditivo plastificante; asimismo, debido al aumento en la propiedad mecánica evaluada, consideran como óptima a la dosis de 5%. (p.9).

El aporte que brinda este segundo antecedente internacional se relaciona con la presente tesis por la incorporación de papel reciclado para la confección de concretos; sin

embargo, no entran como reemplazo parcial de algún material, sino como adición respecto al peso del cemento, dejando en evidencia que a medida que la cantidad de papel aumenta, la trabajabilidad y la resistencia a la compresión disminuyen.

Zaki, Gorgis, Salih (2018), en su artículo científico se plantearon como objetivo principal el estudio del uso del papel como material adicional en función al peso del cemento en la elaboración de concretos, dando forma a lo que se conoce como papercrete; por lo que consideraron indispensable la ejecución de un plan experimental basado en la comparación entre una mezcla patrón, o lo que equivale a un concreto convencional; contra mezclas experimentales con incorporación de papel reciclado en dosis de 5%, 10%, 15% y 20% respecto al peso del cemento, explorando sus propiedades mecánicas, de las cuales por motivos de relevancia con la presente investigación, únicamente se tomará en cuenta lo correspondiente a la resistencia a la compresión en la edad de curado de 28 días. Los resultados que Zaki, Gorgis, Salih encontraron, muestran que la trabajabilidad no disminuyó significativamente, pues respecto a los 45mm del concreto patrón, los experimentales obtuvieron 48mm, 50mm, 46mm y 42mm respectivamente según el orden de dosis enumeradas anteriormente, ello debido al incremento en la cantidad de plastificante, pasando de 0.75% a 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0%. Por otro lado, la resistencia a la compresión incrementó con la adición de 5% de papel; sin embargo, para las dosis siguientes, se observó una disminución progresiva; de manera que quedaron representados como +6.0%, -20.9%, -44.1% y -57.7% respectivamente. Luego de analizar sus resultados, los autores llegaron a concluir que, mientras se añada mayor cantidad papel, el concreto pierde trabajabilidad, siendo necesario el aumento de plastificante; asimismo, consideran como óptima la dosis de 20%, recomendando su utilización en la producción de concretos ligeros. (p.7).

El aporte que deja la presente investigación se relaciona con la presente tesis gracias al uso de papel reciclado para la elaboración de concretos, dejando constancia que se pierde trabajabilidad y resistencia a la compresión a medida que la dosis incrementa.

A nivel nacional, Chahuayo y Jorge (2022), en su investigación desarrollada en la búsqueda por optar al título profesional de ingenieros civiles, se fijaron como objetivo central la determinación de los efectos que causa el papel reciclado en forma redondeada sobre la resistencia a la compresión del concreto; para lo cual se llevó a cabo una campaña experimental basada en la confección de un concreto patrón y otros tres experimentales que adicionan papel reciclado en forma redondeada en dosis de 5%, 10% y 15% como reemplazo parcial del agregado grueso que en este caso es de $\frac{3}{4}$ "; midiendo la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de 150mm de diámetro con 300mm de altura a la edad de curado de 28 días. Los resultados que los autores encontraron, muestran que todos los valores arrojados por los concretos experimentales se posicionaron muy por debajo del concreto patrón; evidenciando que a medida que se aumenta la dosis de papel, la propiedad mecánica analizada sigue decreciendo, llegando a obtener de esta forma, reducciones respecto al concreto control de hasta 64.0%, 79.2% y 89.4% respectivamente con las dosificaciones anteriormente listadas. Luego que Chahuayo y Jorge realizaran un análisis de cada uno de sus resultados, llegaron a la conclusión que entre el porcentaje de papel reciclado en forma redondeada y la propiedad mecánica de resistencia a la compresión, existe una influencia significativa que forma una tendencia inversamente proporcional, lo que significa que, conforme aumenta la dosis de papel, los valores obtenidos tienden a ser cada vez menores. (p.142).

El aporte que brinda este antecedente nacional se relaciona con la presente tesis debido a la incorporación de papel reciclado como reemplazo parcial del agregado grueso,

poniendo en evidencia que la resistencia a la compresión reduce considerablemente desde la primera dosis.

Pablo y Ortiz (2020), se propusieron como objetivo principal la determinación del efecto, como consecuencia de agregar celulosa de hojas papel reciclado, sobre las propiedades mecánicas de concretos $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$; de manera que, para lograr tal planteamiento, ejecutaron una metodología experimental enfocada en la realización de una mezcla patrón y otras tres mezclas experimentales con incorporación de celulosa de papel en porcentajes de 1%, 5% y 9% respecto al peso del cemento de tipo I, analizando sus propiedades en estado fresco de las cuales se tomó como foco el slump o asentamiento, así como sus propiedades mecánicas, de las cuales se tomó en cuenta únicamente lo correspondiente a la resistencia a la compresión. Los resultados que los autores encontraron, muestran que la trabajabilidad disminuyó en pequeña escala, pues en referencia a las 4" del concreto patrón, los experimentales obtuvieron 3.9", 3.5" y 3.2" respectivamente según el orden de dosis mencionadas anteriormente. Por otro lado, en la resistencia a la compresión evaluada a la edad final de 28 días de curado, se evidenció que todos los concretos experimentales se posicionaron por debajo del concreto control, formando un pico máximo con 5% de celulosa, obteniendo así disminuciones de 28%, 25% y 52% respectivamente. Luego de analizar sus resultados, Pablo y Ortiz concluyeron que, la incorporación de celulosa de papel genera un efecto adverso en las propiedades evaluadas del concreto tanto en estado fresco como endurecido. (p.86).

El aporte que brinda el primer antecedente nacional considerado guarda relación con la presente tesis debido al uso de la celulosa de papel como un material diferente a los tradicionales para la confección de concretos; dejando evidencia que, en porcentajes del

1% al 9% respecto al peso del cemento, se generan efectos negativos sobre su trabajabilidad y resistencia a la compresión.

Finalmente, Mejía (2019), en su investigación desarrollada en la búsqueda por optar al título profesional de ingeniero civil, se planteó como objetivo principal obtener las características del concreto producido con incorporación de papel reciclado (papercrete) para ser utilizado como elementos estructurales en construcción de viviendas unifamiliares; por lo que consideró indispensable la ejecución de un plan experimental basado en la comparación entre una mezcla patrón, o lo que equivale a un concreto convencional; contra mezclas experimentales con incorporación de papel reciclado en dosis de 50%, 70%, 90% y 100% como reemplazo parcial del agregado grueso, explorando la resistencia a la compresión en diferentes edades de curado, de las que se tomó como de mayor importancia la de 28 días por ser la edad en que el concreto alcanza su mayor resistencia. Los resultados que Mejía encontró, muestran que, la resistencia a la compresión de todos los concretos experimentales, al igual que en los antecedentes previos, disminuyó considerablemente respecto al concreto control; donde, las disminuciones progresivas ascendieron hasta 77.4%, 88.6%, 92.2% y 93.3% respectivamente. Luego de analizar sus resultados, los autores llegaron a concluir que, mientras se añade mayor cantidad papel, el concreto pierde resistencia a la compresión, la cual oscila entre 13 y 67 kg/cm² al considerar dosis entre 50% y 100% de papel reciclado como reemplazo del agregado grueso, lo que se traduce como la no posibilidad de ser utilizado como concretos estructurales. (p.49).

El aporte que brinda este último antecedente se relaciona de igual forma con la utilización de papel reciclado para la confección de concretos como reemplazo parcial

del agregado grueso, sin embargo, el autor buscó que se obtengan concretos estructurales, lo que no fue conseguido, sino por el contrario, las resistencias resultaron tan bajas que sirve a la presente tesis ya que es lo que se busca para rellenos fluidos.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Concreto

El concreto se define como la mezcla de dos elementos básicos correspondientes a la pasta y los agregados, siendo estos últimos, la arena y la grava. La pasta se adhiere a los agregados gracias a la reacción del cemento al entrar en contacto con el agua, haciendo que al endurecer se obtenga un material similar a las rocas. Se conocen diversos tipos de concreto, teniendo dos principales, el simple y el armado. El primero corresponde a aquel sin refuerzo de acero, poseedor de grandes resistencias a la compresión, pero bajas a tensión. Por su parte, el concreto armado es aquel que contiene aceros de refuerzo y por ello su uso en elementos estructurales, poseedor de propiedades como alta resistencia a la compresión, tracción, cortante y torsión. (Hernández y Rojas, 2021).

1.3.1.1. Componentes del concreto

- Cemento

El cemento es definido como un conglomerante hidráulico, lo que significa que es un producto inorgánico de partículas muy finas que al entrar en contacto con el agua se transforma en lo que se conoce como pasta, donde, conforme va endureciendo adquiere resistencia y estabilidad. Existen diversos tipos de cemento, cada uno con propiedades diferentes para hacer frente a condiciones puntuales; así, por ejemplo, se tiene al cemento de

uso general, cemento antisulfato, cemento de alta resistencia a los sulfatos, cemento para uso en ambientes marinos, etc. (García, 2019).

- Agregados

El término agregados hace referencia a todas aquellas partículas pétreas formadas por la desintegración de las rocas con el paso del tiempo por acciones naturales; o de manera artificial luego de ser trituradas. Es fundamental que los agregados posean resistencia, durabilidad y que además se encuentren libres de impurezas, pues llegan a perjudicar la unión con la pasta afectando directamente las propiedades del concreto; volviéndose imprescindible la determinación de sus características previo a la ejecución de mezclas. (Martínez, 2009).

- Agua de mezcla

El agua de mezclado corresponde a toda aquella que de primera instancia sea potable, libre de color y libre de sabor; sin embargo, existen algunos criterios descritos en la NTP 339.088 que permiten utilizar cualquier otro tipo de agua, de manera que no repercuta de forma negativa sobre las propiedades iniciales y finales del concreto y es que la existencia de impurezas en concentraciones considerables llegan a perjudicar el tiempo de fraguado y los valores de resistencia, incluso pueden causar patologías como eflorescencia, corrosión del refuerzo, etc. Los criterios máximos a tener en cuenta respecto a la composición de las aguas están relacionados a la cantidad de cloruros, sulfatos, sales, PH, sólidos y materia orgánica. Dentro de las principales funciones del agua de mezcla se tiene hidratación al cemento al entrar en contacto, brindar la trabajabilidad necesaria durante la colocación del concreto, incorporar una necesaria estructura de vacíos. (Molina y Sencara, 2018).

- Aditivos

Los aditivos son compuestos químicos que por lo general se añaden al concreto, durante el proceso de elaboración, en pequeñas dosis que no superan el 5% del peso del cemento; elaborados estrictamente para hacer cambios sobre las propiedades del concreto fresco como el aumento de trabajabilidad; así como en las propiedades luego del endurecimiento ligadas a la resistencia y durabilidad de una estructura. Actualmente existen muchos tipos de aditivos, agrupados de acuerdo al beneficio que aportan, por ejemplo, en la reducción de agua, aumento o disminución del tiempo de fraguado, aumento de resistencia, aumento en la facilidad de colocación, etc. (Vivanco, 2021).

1.3.1.2. Propiedades del concreto

- Fluidez de asentamiento

La fluidez o flujo de asentamiento, corresponde a una propiedad principal de los concretos autocompactantes en estado plástico, la cual oscila en el rango de 455mm a 810mm en cuanto al diámetro de extensibilidad gracias a la incorporación de aditivos superplastificantes de alto rango durante el proceso de mezclado; permitiendo medir la facilidad que tendrá el concreto para llenar por sí mismos todos los espacios de los encofrados sin la presencia de segregación u otras patologías. (NRMCA, 2017).

- Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión corresponde a la propiedad de mayor referencia del concreto en estado endurecido, la misma que basta para dar garantía de un adecuado comportamiento estructural. Asimismo, se define como la capacidad para soportar cargas o grandes esfuerzos de compresión, en función las propiedades mecánicas de sus componentes como los agregados y la pasta; aunque también a causa otros factores como la relación agua-cemento, el proceso de curado, el clima, etc. (Reyes y Rodríguez, 2010).

1.3.2. Diseño de mezcla

Los diseños de mezcla son un conjunto de procedimientos que se basan en la determinación de la proporción de materiales que dan lugar a concretos que alcanzan las características para las que se diseñaron. Existen diversos métodos para tales procesos, sin embargo, el más empleado para concretos convencionales corresponde al del capítulo ACI 211.1, cuyo resumen consta de los siguientes pasos:

- Elección de la resistencia de diseño.
- Elección de TMN del agregado.
- Elección del asentamiento.
- Estimación de la cantidad de agua y aire atrapado.
- Elección de la relación agua-cemento.
- Determinación del cemento.
- Determinación del agregado grueso.
- Determinación del agregado fino por volúmenes.
- Correcciones por humedad de los agregados. (Sánchez y Tapia, 2015).

1.3.3. Celulosa del papel

La celulosa de papel, tal y como se aprecia si se rompe alguna hoja, corresponde a la red conformada por fibras individuales adheridas entre sí por enlaces de hidrógeno, de las cuales, las fibras largas se encargan de añadir resistencia, mientras que las cortas añaden suavidad y sirven como relleno. (Sanz, s.f.).

1.3.4. Relleno fluido

También conocidos como suelos líquidos, o materiales de baja resistencia controlada, se definen como reemplazos de suelo colocados de forma líquida que al endurecer adquiere mejor comportamiento y propiedades que con los clásicos materiales granulares. Su empleo suele darse en el relleno de zanjas de tuberías, bases de

pavimento, terraplenes, nivelación de terrenos, firmes de viviendas, etc., gracias a la facilidad y agilización de procesos constructivos, pues no se necesita vibración, compactación y/o curado. (Cervantes, 2005).

1.4. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo.

1.5.2. Objetivos específicos

OE.1: Determinar las características físicas de los agregados.

OE.2: Elaborar los diseños de mezcla por el método ACI 237.r para cada concreto considerando dosis de celulosa del papel de 5%, 10% y 15% como sustitución del agregado grueso.

OE.3: Determinar la fluidez de asentamiento de los concretos cuando se encuentran en estado fresco.

OE.4: Determinar la resistencia a la compresión de los concretos a las edades de curado de 7, 14 y 28 días.

OE.5: Realizar la prueba de hipótesis y determinar estadísticamente si la celulosa del papel genera influencia significativa en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La celulosa del papel genera influencia significativa sobre las propiedades evaluadas del relleno fluido de baja resistencia controlada.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Según el propósito

Teniendo en cuenta el propósito de investigación, la presente tesis desarrolló una metodología aplicada, donde se plasmaron todos los apuntes relevantes recogidos de los antecedentes nacionales e internacionales resultantes luego de un proceso de filtrado previo, relacionados con el efecto de la adición de celulosa del papel sobre las propiedades del relleno fluido de resistencia controlada.

2.1.2. Según el diseño

En la presente investigación se puso en práctica un diseño experimental haciendo referencia a la manipulación de la variable independiente equivalente a la adición de celulosa del papel, con el fin de encontrar las repercusiones ocasionadas en la variable dependiente equivalente a las propiedades del relleno fluido.

2.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación correspondiente a la presente tesis es el denominado cuasi experimental, ello debido en primera instancia, a la formación no aleatoria de los grupos analizados; además de la aplicación de los supuestos lógicos de control y repetición.

Tabla 1.

Diseño de investigación.

| Grupo | Tratamiento | Post prueba |
|--------------|-----------------------|--|
| GE: Concreto | X: Celulosa del papel | O1: Fluidez de asentamiento O2: Resistencia a la compresión |
| GP: Concreto | Sin tratamiento | O3: Fluidez de asentamiento |

2.3. Variables

2.3.1. Variable independiente

2.3.1.1. Adición de celulosa del papel

La celulosa de papel, tal y como se aprecia si se rompe alguna hoja, corresponde a la red conformada por fibras individuales adheridas entre sí por enlaces de hidrógeno, de las cuales, las fibras largas se encargan de añadir resistencia, mientras que las cortas añaden suavidad y sirven como relleno. (Sanz, s.f.).

2.3.2. Variable dependiente

2.3.2.1. Propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada

También conocidos como suelos líquidos, o materiales de baja resistencia controlada, se definen como reemplazos de suelo colocados de forma líquida que al endurecer adquiere mejor comportamiento y propiedades que con los clásicos materiales granulares. Su empleo suele darse en el relleno de zanjas de tuberías, bases de pavimento, terraplenes, nivelación de terrenos, firmes de viviendas, etc., gracias a la facilidad y agilización de procesos constructivos, pues no se necesita vibración, compactación y/o curado. (Cervantes, 2005).

Tabla 2.

Clasificación de variables.

| Variables | Clasificación | | | | |
|-------------------------------|---------------|-----------------------|--------------------|--------------|----------|
| | Relación | Naturaleza | Escala de medición | Dimensión | Medición |
| Adición de celulosa del papel | Independiente | Cuantitativa continua | Razón | Adimensional | Directa |

Propiedades del
relleno fluido de
baja resistencia
controlada

Dependiente

Cuantitativa
continua

Razón

Multidimensional

Indirecta

Tabla 3.

Matriz de operacionalización de la variable independiente.

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición | Instrumento |
|-------------------------------------|---|---|--------------|--------------------------|--------------------|-------------|
| V.I.: Adición de celulosa del papel | La celulosa de papel, tal y como se aprecia si se rompe alguna hoja, corresponde a la red conformada por fibras individuales adheridas entre sí por enlaces de hidrógeno. (Sanz, s.f.). | La celulosa del papel es un producto obtenido por el reciclaje del mismo luego de haberse introducido en agua por un periodo de tiempo tal que le permita desintegrarse; y, luego del secado, formar partículas con tamaños y formas semejantes a las de un agregado grueso convencional. | Adimensional | 5% 10% 15% | - | - |

Tabla 4.

Matriz de operacionalización de la variable dependiente.

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición | Instrumento |
|--|---|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| V.D.: Propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada. | También conocidos como suelos líquidos, o materiales de baja resistencia controlada, se definen como reemplazos de suelo colocados de forma líquida que al endurecer adquiere mejor comportamiento y propiedades que con los clásicos materiales granulares. (Cervantes, 2005). | Las propiedades de mayor relevancia de un relleno fluido corresponden a la fluidez de asentamiento ya que permite medir la facilidad de su colocación en estado fresco; así como la resistencia a la compresión en estado endurecido. | Características de los agregados | Hum, P.E., Abs, P.U., TMN, mf. | %, kg/m ³ , in | Guías de observación. |
| | | | Diseños de mezcla | Dosificación | kg | |
| | | | Fluidez de asentamiento | Trabajabilidad | cm | |
| | | | Resistencia a la compresión | Carga soportada por área | kg/cm ² | |

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

La población de la presente tesis la conforman todos aquellos concretos para relleno fluido de baja resistencia controlada confeccionados en la ciudad de Trujillo.

2.4.2. Muestra

La muestra constó de probetas con forma de cilindro que, elaboradas en conformidad con la NTP 339.033, permitieron evaluar la propiedad de resistencia a la compresión.

Dichos especímenes tuvieron como medidas 100mm de diámetro en la base circular y 200mm de altura, asimismo, debido al tamaño máximo nominal del agregado grueso utilizado correspondiente a $\frac{3}{4}$ ", el diámetro empleado da cumplimiento al mínimo permitido que asciende a 3 veces el TMN mencionado.

2.4.2.1. Técnica de muestreo.

La técnica de muestreo que se desarrolló en esta investigación obedece a la no probabilística, pues, para determinar el tamaño de muestra "n" no se utilizaron fórmulas estadísticas con los datos de investigaciones referentes previas; sino que, se acudió al juicio de experto, siendo un rol ocupado por un profesional con especialidad certificada en tecnología del concreto.

2.4.2.2. Tamaño de muestra.

En cuanto al tamaño total de muestra, se consideró el planteamiento del especialista mencionado con anterioridad, el mismo que valiéndose de su expertis y amplio conocimiento en las normativas que rigen la unidad de estudio, refirió la elaboración de un total de 36 especímenes cilíndricos divididos en diferentes edades de curado. Así también, recomendó la ejecución de 4 pruebas de fluidez de asentamiento, de manera que se analice la trabajabilidad de los concretos en estado fresco; quedando todo en conjunto distribuido como se muestra a continuación:

Tabla 5.

Tamaño de muestra del concreto endurecido.

| Tipo de concreto | Dosis | Diseño de concreto (kg/cm ²) | Edad de curado (días) | Ensayo | N° Probetas |
|---------------------------------|-------|--|-----------------------|-----------------------------|-------------|
| Concreto patrón | - | 210 | 7 | Resistencia a la compresión | 3 |
| | | | 14 | | 3 |
| | | | 28 | | 3 |
| Concreto con celulosa del papel | 5% | 210 | 7 | Resistencia a la compresión | 3 |
| | | | 14 | | 3 |
| | | | 28 | | 3 |
| Concreto con celulosa del papel | 10% | 210 | 7 | Resistencia a la compresión | 3 |
| | | | 14 | | 3 |
| | | | 28 | | 3 |
| Concreto con celulosa del papel | 15% | 210 | 7 | Resistencia a la compresión | 3 |
| | | | 14 | | 3 |
| | | | 28 | | 3 |
| TOTAL DE PROBETAS | | | | | 36 |

Tabla 6.

Tamaño de muestra del concreto fresco.

| Tipo de concreto | Dosis | Diseño de concreto (kg/cm ²) | Ensayo | N° Probetas |
|---------------------------------|-------|--|-------------------------|-------------|
| Concreto patrón | - | 210 | Fluidez de asentamiento | 3 |
| Concreto con celulosa del papel | 5% | 210 | Fluidez de asentamiento | 3 |
| Concreto con celulosa del papel | 10% | 210 | Fluidez de asentamiento | 3 |
| Concreto con celulosa del papel | 15% | 210 | Fluidez de asentamiento | 3 |
| TOTAL DE ENSAYOS | | | | 12 |

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. *Técnica de recolección de datos*

La técnica que se aplicó en la presente tesis para la recolección de los datos corresponde a la observación, pues en laboratorio se tuvo contacto directo con los ensayos relacionados al comportamiento de las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada.

2.5.2. *Instrumento de recolección de datos*

Los instrumentos por los que se optaron para el recojo de toda información relevante resultante de los ensayos de laboratorio relacionados al comportamiento de la variable dependiente, corresponden a las denominadas guías de observación, las mismas cuyo uso se dio solo con previamente validación.

2.5.3. *Validación del instrumento de recolección de datos*

Las guías de observación se utilizaron luego de su validación por parte del especialista ya mencionado al establecer su firma como respaldo que en la estructura de cada una de ellas se encuentra todo lo necesario para coger información puntual e indispensable, facilitando su comprensión en los análisis posteriores.

2.5.4. *Análisis de datos*

Para analizar los datos recogidos en las guías de observación en función de los diferentes ensayos correspondientes a la variable dependiente, se consideró justo el desarrollo de dos técnicas. La primera fue la conocida estadística descriptiva, pues en el capítulo de resultados se aprecian las tablas y gráficos que resumen los resultados de una manera más fácil de comprender; así también, se tuvo a la estadística inferencial, la misma que permite conocer el comportamiento de una población teniendo un análisis previo de una pequeña muestra.

2.5.5. Instrumento de análisis de datos

Los valores recogidos en las guías de observación, luego de su representación gráfica, se ordenaron en Excel, facilitando así su ingreso en el software SPSS, el mismo que luego de analizarlos estadísticamente haciendo uso de pruebas paramétricas de normalidad, varianza y post hoc, permitió tomar la decisión sobre validar o rechazar la hipótesis propuesta.

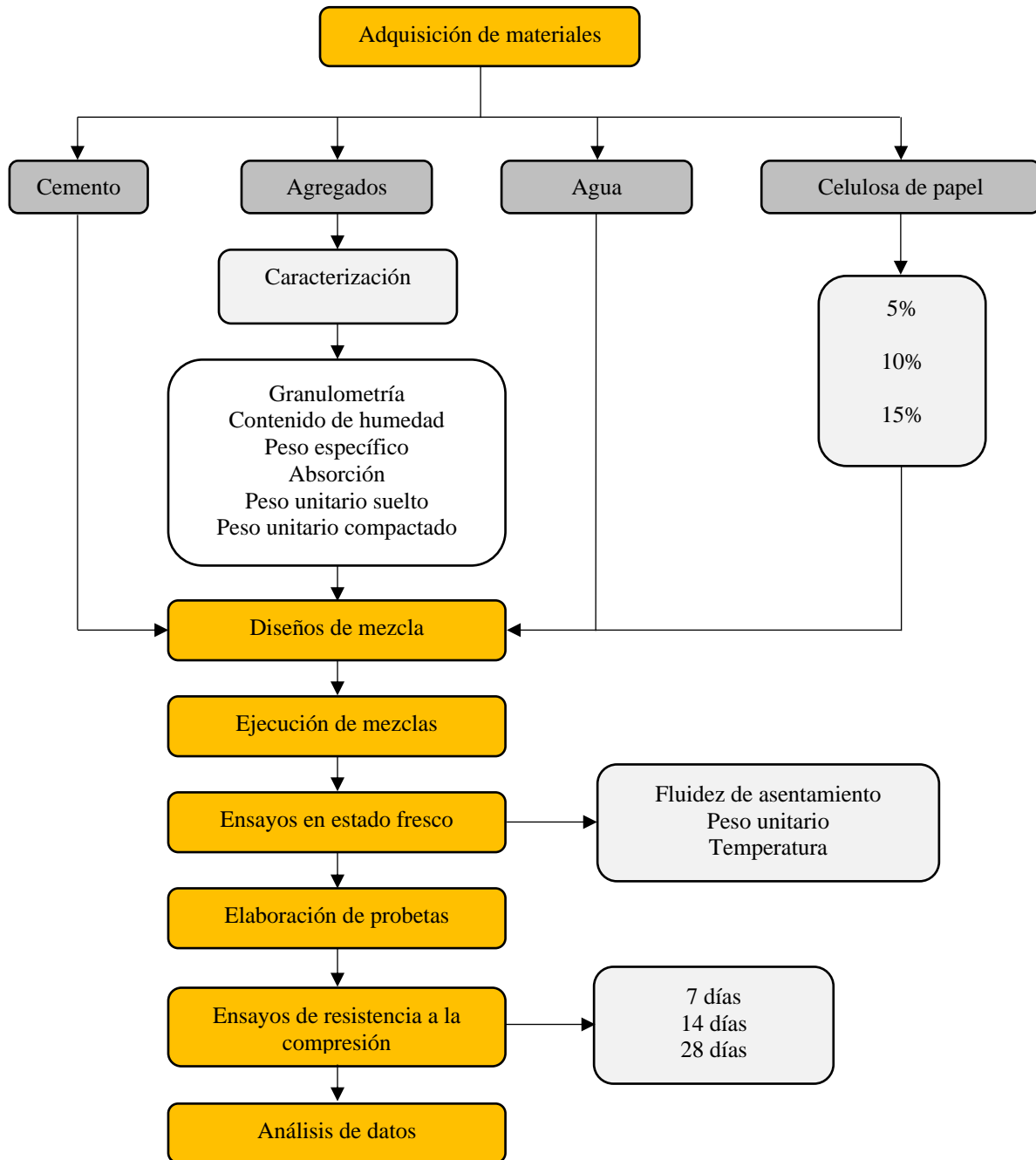
2.6. Aspectos éticos

La presente tesis, al ser de carácter científico, consideró indispensable dar cumplimiento a la mayor cantidad de criterios éticos posibles durante todas las etapas de su desarrollo; así por ejemplo antes de su elaboración, se seleccionaron antecedentes que se relacionen directamente con la variable de estudio, cuyo contenido pertenezca a portales confiables tanto en libros como artículos científicos; asimismo, durante la ejecución de ensayos, se aseguró la realización de más de una repetición por cada uno de ellos, de manera que se obtengan promedios más cercanos al valor real, así también, durante la redacción, se le otorgó la autoría de contenido a cada referencia utilizada, lo que se conoce como no maleficencia. Finalmente, al completar la elaboración, se someterá a un software que determinará su autonomía es decir, la comprobación que el archivo no contiene plagio, quedando una vez aprobado, de libre acceso para cualquier lector interesado en su revisión, lo que se conoce como beneficencia.

2.7. Procedimiento

Figura 1.

Procedimiento de la investigación.



2.7.1. Caracterización de agregados

2.7.1.1. Granulometría.

Los ensayos de granulometría se ejecutaron para el agregado fino y el agregado grueso teniendo como referencia la normativa peruana NTP 400.012, siendo necesario el uso de tamices con aberturas estándar, apilados desde la abertura más grande en la parte superior hasta la más pequeña en la parte inferior, seguido del tamiz sin abertura o conocido como tamiz ciego. Los procedimientos consistieron en pasar por el conjunto de tamices ya mencionados, una muestra de agregado cuya masa estuvo relacionada al tamaño máximo nominal de sus partículas; de manera que luego de agitarlos, se encontró material retenido en cada malla únicamente con el tamaño de partículas que les corresponde, conociéndose como pesos retenidos, los cuales dieron lugar a los porcentajes retenidos, porcentajes retenidos acumulados y porcentajes pasantes responsables de la formación de las curvas granulométricas, las cuales satisficieron los límites permitidos por la NTP 400.037. Otras características determinadas por este ensayo fueron el tamaño máximo nominal de cada agregado, el cual consistió en inspeccionar en qué tamiz se obtuvo el primer retenido; y, el módulo de fineza gracias a la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Módulo de fineza} = \frac{(\sum \% \text{retenidos acumulados en tamices } N^{\circ} 4 \text{ hasta } N^{\circ} 100)}{100}$$

Ecuación 1. Cálculo del módulo de fineza de los agregados.

2.7.1.2. Contenido de humedad

Los ensayos de contenido de humedad se ejecutaron para el agregado fino y el agregado grueso teniendo como referencia la normativa peruana NTP 339.185, cuyos procedimientos consistieron en registrar el peso de una porción de muestra, en función al tamaño máximo nominal de las partículas, en las condiciones tal cual se recibieron. Luego, se introdujo a

un horno eléctrico por espacio de 24 horas, donde finalmente, se retiró la muestra del horno y se registró su masa seca una vez fría. El cálculo del porcentaje de humedad de los agregados corresponde a la siguiente expresión:

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{100 * (\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}}$$

Ecuación 2. *Cálculo del contenido de humedad de los agregados.*

2.7.1.3. Peso específico y absorción

- Agregado fino

Los ensayos de peso específico y absorción se ejecutaron para el agregado fino teniendo como referencia la normativa peruana NTP 400.022; donde, a diferencia de los ensayos anteriores, fue necesario dejar saturando previamente el agregado en agua por espacio de 24 horas. Los procedimientos consistieron en retirar la muestra del agua e ingresarla al horno por alrededor de 3 horas; posteriormente, se retiró el agregado del horno y se dejó enfriar por alrededor de 2 horas. Como siguiente paso, se llenó con la muestra procesada, un cono metálico en una sola capa, compactando el contenido al dejar caer por 25 veces un pisón; se levantó el cono y al comprobar que la muestra se encontraba saturada superficialmente seca, se tomó 500 gramos del agregado procesado y se lo introdujo en un picnómetro, el cual completó su capacidad con agua para que luego de dejar sedimentar las partículas flotantes se registre el peso. Después, se retiró la muestra del picnómetro y se la llevó al horno por un periodo de 24 horas, permitiendo registrar el peso seco. Finalmente, se registró también el peso del picnómetro lleno únicamente con agua. Los resultados del ensayo se obtuvieron haciendo uso de la siguiente expresión:

$$P. E. = 997.5 \left[\frac{\text{Muestra seca}}{\text{Frasco con muestra} + \text{Muestra SSS} - \text{Frasco con muestra y agua}} \right]$$

Ecuación 3. *Cálculo del peso específico del agregado fino.*

$$\text{Absorción} = \left[\frac{\text{Muestra SSS} - \text{Muestra seca}}{\text{Muestra seca}} \right] * 100$$

Ecuación 4. *Cálculo de la absorción del agregado fino.*

- Agregado grueso

Los ensayos de peso específico y absorción se ejecutaron para el agregado grueso teniendo como referencia la normativa peruana NTP 400.021; donde, al igual que con el agregado fino, fue necesario dejar saturando previamente el material en agua por espacio de 24 horas. Los procedimientos consistieron en retirar la muestra del agua y secar las partículas solo hasta desaparecer su brillo superficial, luego se llevaron a una canastilla suspendida de una balanza y se registró el peso al aire; se continuó con la toma del peso sumergido luego de elevar un recipiente con agua y cubrir la canastilla totalmente; por último, se retiró la muestra y se la llevó al horno por 24 horas para obtener el peso seco. Los resultados del ensayo se obtuvieron haciendo uso de la siguiente expresión:

$$\text{Peso específico} = 997.5 \left[\frac{\text{Muestra seca}}{\text{Muestra al aire} - \text{Muestra sumergida}} \right]$$

Ecuación 5. *Cálculo del peso específico del agregado grueso.*

$$\text{Absorción} = \left[\frac{\text{Muestra al aire} - \text{Muestra seca}}{\text{Muestra seca}} \right] * 100$$

Ecuación 6. *Cálculo de la absorción del agregado grueso.*

2.7.1.4. Peso unitario

- Peso unitario suelto

Los ensayos de peso unitario suelto se ejecutaron para el agregado fino y el agregado grueso teniendo como referencia la normativa peruana NTP 400.017, siendo necesario el uso de un recipiente cilíndrico con volumen mínimo de acuerdo al tamaño máximo nominal de las partículas. Los procedimientos consistieron en registrar el peso del recipiente vacío; y, posteriormente llenarlo con agregado hasta su capacidad máxima en una sola capa para registrar el segundo peso. Los resultados del ensayo se obtuvieron aplicando:

$$\text{Peso unitario suelto} = \frac{\text{Recipiente lleno} - \text{Recipiente vacío}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Ecuación 7. *Cálculo del peso unitario suelto de los agregados.*

- Peso unitario compactado

Los ensayos de peso unitario compactado se ejecutaron para el agregado fino y el agregado grueso teniendo como referencia la normativa peruana NTP 400.017, siendo necesario el uso de un recipiente cilíndrico con volumen mínimo de acuerdo al tamaño máximo nominal de las partículas. Los procedimientos consistieron en registrar el peso del recipiente vacío; y, posteriormente llenarlo con agregado hasta su capacidad máxima en tres capas de igual altura, compactando cada una, un total de 25 veces con ayuda de una varilla de borde semiesférico, completando el ensayo con el registro del segundo peso mencionado. Los resultados del ensayo se obtuvieron haciendo uso de la siguiente expresión:

$$\text{Peso unitario compactado} = \frac{\text{Recipiente lleno} - \text{Recipiente vacío}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Ecuación 8. *Cálculo del peso unitario compactado de los agregados.*

2.7.2. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla patrón se realizó siguiendo la metodología ACI 237R, debido a que se trata de un concreto autoconsolidado o conocido también como autocompactante; en el cual se requirió de los resultados obtenidos en la caracterización de agregados y la densidad del cemento encontrada en su hoja técnica. Una vez obtenidos los pesos a necesitar de cada material para la conformación de 1m³ de concreto, se proyectaron para tandas de laboratorio de solo 28L o 0.028m³, siendo suficiente para la conformación de todos los especímenes a ensayar por cada caso. Los diseños experimentales, nacen en base al concreto patrón, donde el único cambio fue la consideración de reemplazos de agregado grueso por celulosa del papel en porcentajes de 5%, 10% y 15%.

2.7.3. Ensayos en estado fresco

2.7.3.1. Fluidez de asentamiento del concreto

Los ensayos de fluidez de asentamiento de los diferentes concretos fueron medidos conforme indica la normativa peruana NTP 339.219, cuyo conjunto de pasos inició con la fijación de una plancha metálica sobre una superficie completamente plana, en la que se dibujó en la parte central una circunferencia de 50cm de diámetro sobre la que se colocó el cono de Abrams de manera invertida, llenándolo con el concreto recién elaborado en una sola capa sin consolidación. Posteriormente, se levantó el cono y se midieron dos aspectos, el primero correspondiente al T50 que equivale al tiempo que le tomó a la mezcla alcanzar los 50cm de diámetros marcados en la plancha metálica; y, en segunda instancia, la longitud de ambos diámetros de la circunferencia final formada por el concreto una vez que estabilizado, la misma que quedó libre de segregación y otra patología.

2.7.3.2. Peso unitario del concreto

Los ensayos de peso unitario del concreto se ejecutaron mientras se encontraba en estado fresco, teniendo como referencia la normativa peruana NTP 339.046, siendo necesario el uso de un recipiente cilíndrico con volumen mínimo de acuerdo al tamaño máximo nominal de las partículas de agregado grueso. Los procedimientos consistieron en registrar el peso del recipiente vacío; y, posteriormente llenarlo con concreto hasta su capacidad máxima en tres capas de igual altura, compactando cada una, un total de 25 veces con ayuda de una varilla de borde semiesférico y 12 veces con un mazo de goma, completando el ensayo con el registro del segundo peso mencionado. Los resultados del ensayo se obtuvieron haciendo uso de la siguiente expresión:

$$\text{Peso unitario del concreto} = \frac{\text{Recipiente lleno} - \text{Recipiente vacío}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

Ecuación 9. *Cálculo del peso unitario del concreto.*

2.7.3.3. Temperatura del concreto

Los ensayos de temperatura del concreto se ejecutaron mientras se encontraba en estado fresco, teniendo como referencia la normativa peruana NTP 339.184, siendo necesario el uso de un termómetro de lectura digital con el fin de obtener una mejor precisión a la hora de la toma de datos. Los procedimientos consistieron en introducir el termómetro de características mencionadas en el recipiente de peso unitario una vez realizado ese ensayo, ya que se cumplía con el criterio de estar libre de obstrucciones en al menos 3” de diámetro. Finalmente, y tras esperar 2 minutos aproximadamente en cada caso hasta que el valor de temperatura quede fijo, se tomó la data con aproximación a 0.5°C.

2.7.4. Ensayos en estado endurecido

2.7.4.1. Resistencia a la compresión

Los ensayos de resistencia a la compresión del concreto se ejecutaron una vez que los especímenes cilíndricos elaborados endurecieron y curaron a las edades establecidas de 7, 14 y 28 días, teniendo como referencia la normativa peruana NTP 339.034, siendo necesario el uso de una prensa hidráulica. Los procedimientos consistieron en tomar las medidas de los diámetros de cada espécimen, permitiendo esto encontrar el área de contacto que recibe la carga. Posteriormente, se introdujeron en la prensa uno a uno los especímenes, sometiéndolos a una carga de aumento constante manteniendo la misma velocidad de acuerdo a la normativa mencionada, hasta observar que el espécimen falle, cuya falla generalmente se dio de tipo 2 y tipo 5. Los resultados del ensayo se obtuvieron haciendo uso de la siguiente expresión:

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{\text{Máxima carga soportada}}{\text{Área de la probeta}}$$

Ecuación 10. *Cálculo de la resistencia a la compresión del concreto.*

3. CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de agregados

Tabla 7.

Características del agregado fino.

| Característica | N.T.P. | Resultado | Unidades |
|--------------------------|---------|-----------|-------------------|
| Contenido de humedad | 339.185 | 0.8 | % |
| Peso unitario suelto | 400.017 | 1661 | kg/m ³ |
| Peso unitario compactado | | 1727 | |
| Peso específico | 400.022 | 2.57 | g/cm ³ |
| Absorción | | 1.1 | % |
| Módulo de fineza | 400.012 | 2.50 | - |

Nota: Se presenta el resumen de la caracterización del agregado fino, dentro de los que figura un valor de módulo de fineza de 2.50, siendo común para una arena gruesa.

Tabla 8.

Características del agregado grueso.

| Característica | N.T.P. | Resultado | Unidades |
|--------------------------|---------|-----------|-------------------|
| Contenido de humedad | 339.185 | 0.4 | % |
| Peso unitario suelto | 400.017 | 1469 | kg/m ³ |
| Peso unitario compactado | | 1569 | |
| Peso específico | 400.021 | 2.46 | g/cm ³ |
| Absorción | | 2.0 | % |
| Tamaño máximo nominal | 400.012 | 1/2 | in |
| Huso granulométrico | | 67 | - |

Nota: Se presenta el resumen de la caracterización del agregado grueso, dentro de los que figura un tamaño máximo nominal de ½", perteneciendo en consecuencia a una piedra de Huso67.

3.2. Diseños de mezcla

Tabla 9.

Diseño de mezcla del concreto patrón.

| Material | Peso Húmedo (kg) | Tanda (30L) |
|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| Cemento Pacasmayo MS | 460 | 13.80 |
| Agua | 221 | 6.63 |
| Agregado fino | 816 | 24.48 |
| Agregado grueso | 718 | 21.54 |
| Sika Viscoflow 85 | 9.2 | 0.28 |

Nota: Se presenta el diseño de mezcla correspondiente al concreto patrón, figurando la cantidad de materiales a emplearse por cada 1m^3 , siendo a su vez, reducidos en equivalencias solo de 0.030m^3 necesarios en laboratorio.

Tabla 10.

Diseño de mezcla del concreto con 5% de celulosa del papel.

| Material | Peso Húmedo (kg) | Tanda (30L) |
|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| Cemento Pacasmayo MS | 460 | 13.80 |
| Agua | 221 | 6.63 |
| Agregado fino | 816 | 24.48 |
| Agregado grueso | 695 | 20.85 |
| Celulosa del papel | 23 | 0.69 |
| Sika Viscoflow 85 | 9.2 | 0.28 |

Nota: Se presenta el diseño de mezcla correspondiente al concreto con 5% de celulosa de papel como reemplazo parcial del agregado grueso, figurando la cantidad de materiales a emplearse por cada 1m^3 , siendo a su vez, reducidos en equivalencias solo de 0.030m^3 necesarios en laboratorio.

Tabla 11.

Diseño de mezcla del concreto con 10% de celulosa del papel.

| Material | Peso Húmedo (kg) | Tanda (30L) |
|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| Cemento Pacasmayo MS | 460 | 13.80 |
| Agua | 221 | 6.63 |
| Agregado fino | 816 | 24.48 |
| Agregado grueso | 672 | 20.16 |
| Celulosa del papel | 46 | 1.38 |
| Sika Viscoflow 85 | 9.2 | 0.28 |

Nota: Se presenta el diseño de mezcla correspondiente al concreto con 10% de celulosa de papel como reemplazo parcial del agregado grueso, figurando la cantidad de materiales a emplearse por cada 1m³, siendo a su vez, reducidos en equivalencias solo de 0.030m³ necesarios en laboratorio.

Tabla 12.

Diseño de mezcla del concreto con 15% de celulosa del papel.

| Material | Peso Húmedo (kg) | Tanda (30L) |
|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| Cemento Pacasmayo MS | 460 | 13.80 |
| Agua | 221 | 6.63 |
| Agregado fino | 816 | 24.48 |
| Agregado grueso | 649 | 19.47 |
| Celulosa del papel | 69 | 2.07 |
| Sika Viscoflow 85 | 9.2 | 0.28 |

Nota: Se presenta el diseño de mezcla correspondiente al concreto con 15% de celulosa de papel como reemplazo parcial del agregado grueso, figurando la cantidad de materiales a emplearse por cada 1m³, siendo a su vez, reducidos en equivalencias solo de 0.030m³ necesarios en laboratorio.

3.3. Fluidez de asentamiento

Tabla 13.

Fluidez de asentamiento de los concretos.

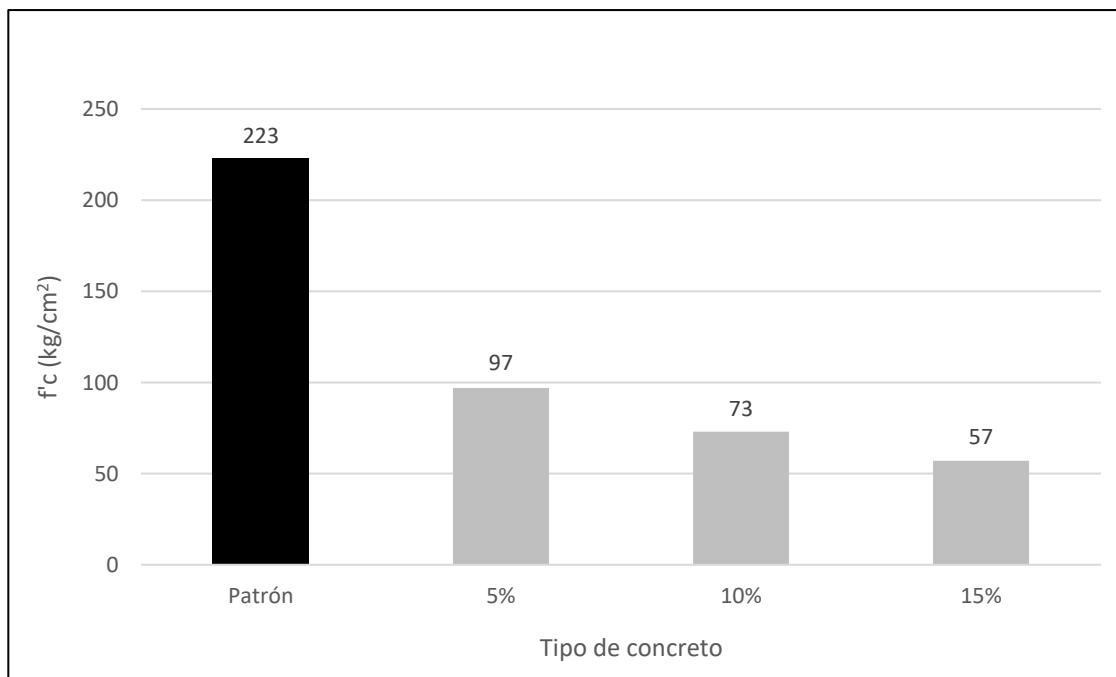
| Tipo de concreto | T50 (seg) | Extensibilidad (cm) |
|---------------------------|--------------|------------------------|
| Patrón | 1.77 | 73.7 |
| 5% de celulosa del papel | 6.70 | 66.2 |
| 10% de celulosa del papel | N.C. | N.C. |
| 15% de celulosa del papel | N.C. | N.C. |

Nota: Se presentan los resultados T50 y extensibilidad de los diferentes concretos, evidenciando que solo satisfacen la condición de autocompactante el concreto patrón y el que contiene 5% de celulosa del papel, ya que los otros obtuvieron comportamientos de un concreto convencional, representándose como N.C, es decir, no cumplen.

3.4. Resistencia a la compresión

Figura 4.

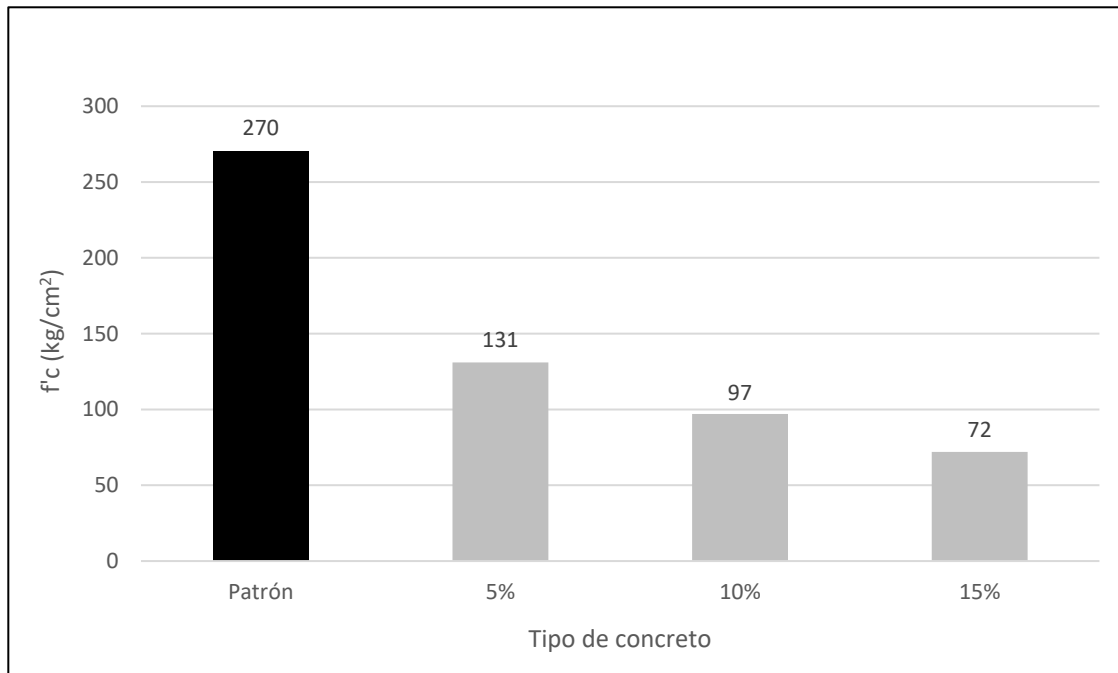
Resistencia a la compresión de los concretos a 7 días de curado.



Nota: Se presentan los resultados de resistencia a la compresión de los concretos a la edad de 7 días de curado, evidenciando una amplia reducción de los concretos experimentales respecto al patrón.

Figura 10.

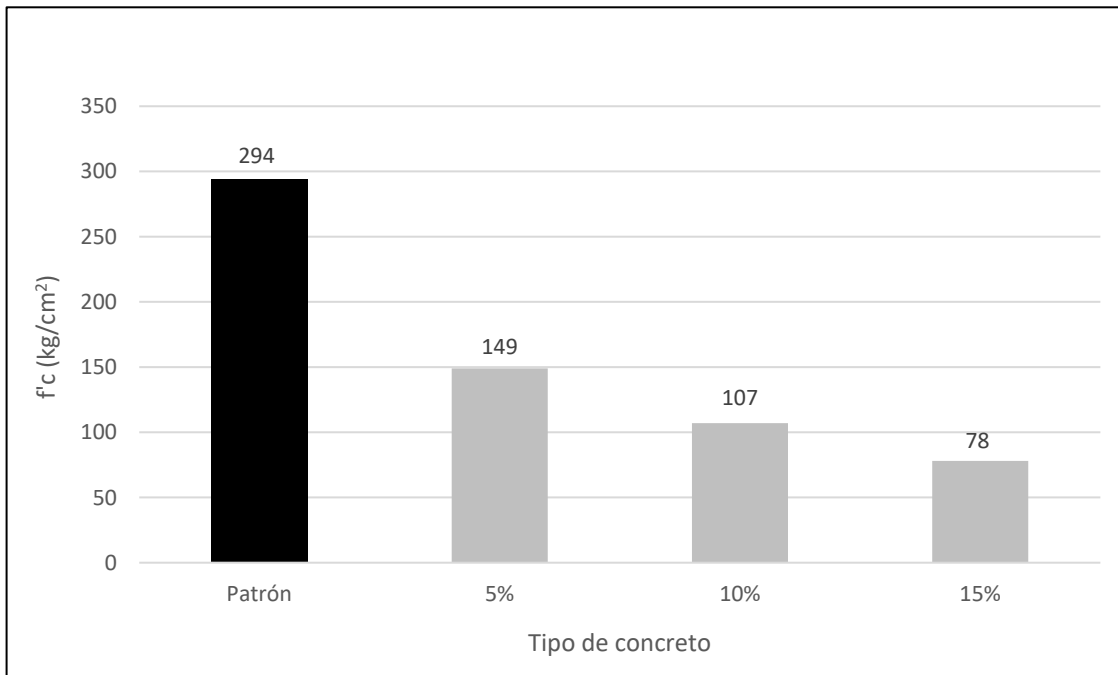
Resistencia a la compresión de los concretos a 14 días de curado.



Nota: Se presentan los resultados de resistencia a la compresión de los concretos a la edad de 14 días de curado, evidenciando una amplia reducción de los concretos experimentales respecto al patrón.

Figura 7.

Resistencia a la compresión de los concretos a 28 días de curado.



Nota: Se presentan los resultados de resistencia a la compresión de los concretos a la edad de 28 días de curado, evidenciando una amplia reducción de los concretos experimentales respecto al patrón.

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Normalidad

Tabla 14.

Normalidad de la compresión a 7 días de curado.

| Concreto | Estadístico | gl | Sig. |
|---------------------------|-------------|----|-------|
| Patrón | 0.750 | 3 | 0.000 |
| 5% de celulosa del papel | 0.998 | 3 | 0.915 |
| 10% de celulosa del papel | 0.923 | 3 | 0.463 |
| 15% de celulosa del papel | 0.964 | 3 | 0.637 |

Nota: Según las significancias arrojadas por el software, se permite aceptar la hipótesis nula, la misma que indica que la muestra analizada se distribuye de manera normal.

Tabla 15.

Normalidad de la compresión a 14 días de curado.

| Concreto | Estadístico | gl | Sig. |
|---------------------------|-------------|----|-------|
| Patrón | 0.923 | 3 | 0.463 |
| 5% de celulosa del papel | 0.750 | 3 | 0.000 |
| 10% de celulosa del papel | 0.842 | 3 | 0.220 |
| 15% de celulosa del papel | 0.964 | 3 | 0.637 |

Nota: Según las significancias arrojadas por el software, se permite aceptar la hipótesis nula, la misma que indica que la muestra analizada se distribuye de manera normal.

Tabla 16.

Normalidad de la compresión a 28 días de curado.

| Concreto | Estadístico | gl | Sig. |
|---------------------------|-------------|----|-------|
| Patrón | 0.000 | 3 | 0.000 |
| 5% de celulosa del papel | 0.993 | 3 | 0.843 |
| 10% de celulosa del papel | 1.000 | 3 | 1.000 |
| 15% de celulosa del papel | 0.987 | 3 | 0.780 |

Nota: Según las significancias arrojadas por el software sps, se permite aceptar la hipótesis nula, la misma que indica que la muestra analizada se distribuye de manera normal.

3.5.2. Varianza

Tabla 17.

Varianza de la compresión a 7 días de curado.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|----------|-------|
| Entre grupos | 51116.000 | 3 | 17038.667 | 1354.066 | 0.000 |
| Dentro de grupos | 100.667 | 8 | 12.583 | | |
| Total | 51216.667 | 11 | | | |

Nota: Según las significancias arrojadas por el software, se permite aceptar la hipótesis alternativa, la misma que hace referencia que existe diferencia significativa entre los concretos analizados, por lo que se debe encontrar cuál es el grupo de mayor influencia.

Tabla 18.

Varianza de la compresión a 14 días de curado.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|----------|-------|
| Entre grupos | 70355.667 | 3 | 23451.889 | 2405.322 | 0.000 |
| Dentro de grupos | 78.000 | 8 | 9.750 | | |
| Total | 70433.667 | 11 | | | |

Nota: Según las significancias arrojadas por el software, se permite aceptar la hipótesis alternativa, la misma que hace referencia que existe diferencia significativa entre los concretos analizados, por lo que se debe encontrar cuál es el grupo de mayor influencia.

Tabla 19.

Varianza de la compresión a 28 días de curado.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|----------|-------|
| Entre grupos | 82580.667 | 3 | 27526.889 | 3979.791 | 0.000 |
| Dentro de grupos | 55.333 | 8 | 6.917 | | |
| Total | 82636.000 | 11 | | | |

Nota: Según las significancias arrojadas por el software, se permite aceptar la hipótesis alternativa, la misma que hace referencia que existe diferencia significativa entre los concretos analizados, por lo que se debe encontrar cuál es el grupo de mayor influencia.

3.5.3. Post prueba

Tabla 20.

Post prueba de la compresión a 7 días de curado.

| Tipo de concreto | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|---------------------------|---|------------------------------|---------|---------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15% de celulosa del papel | 3 | 56.6667 | | | |
| 10% de celulosa del papel | 3 | | 73.3333 | | |
| 5% de celulosa del papel | 3 | | | 96.6667 | |
| Patrón | 3 | | | | 222.6667 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Nota: Se muestra la conformación de cuatro grupos significativos luego de que el software realizara un análisis post prueba con los resultados de compresión a la edad de curado de 7 días, evidenciando que la diferencia entre cada concreto es tan grande, que quedaron agrupados individualmente, concluyendo así, que la dosis de celulosa del papel que genera el mayor efecto significativamente negativo corresponde a la incorporación de 15%.

Tabla 21.

Post prueba de la compresión a 14 días de curado.

| Tipo de concreto | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|---------------------------|---|------------------------------|---------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15% de celulosa del papel | 3 | 72.3333 | | | |
| 10% de celulosa del papel | 3 | | 97.0000 | | |
| 5% de celulosa del papel | 3 | | | 131.6667 | |
| Patrón | 3 | | | | 270.3333 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Nota: Se muestra la conformación de cuatro grupos significativos luego de que el software realizara un análisis post prueba con los resultados de compresión a la edad de curado de 14 días, evidenciando que la diferencia entre cada concreto es tan grande, que quedaron agrupados individualmente, concluyendo así, que la dosis de celulosa del papel que genera el mayor efecto significativamente negativo corresponde a la incorporación de 15%.

Tabla 22.

Post prueba de la compresión a 28 días de curado.

| Tipo de concreto | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|---------------------------|---|------------------------------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15% de celulosa del papel | 3 | 78.3333 | | | |
| 10% de celulosa del papel | 3 | | 107.0000 | | |
| 5% de celulosa del papel | 3 | | | 148.6667 | |
| Patrón | 3 | | | | 294.0000 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Nota: Se muestra la conformación de cuatro grupos significativos luego de que el software realizara un análisis post prueba con los resultados de compresión a la edad de curado de 28 días, evidenciando que la diferencia entre cada concreto es tan grande, que quedaron agrupados individualmente, concluyendo así, que la dosis de celulosa del papel que genera el mayor efecto significativamente negativo corresponde a la incorporación de 15%.

4. CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Los valores individuales de resistencia a la compresión por cada concreto elaborado, se analizaron estadísticamente en el SPSS con la finalidad de poder aceptar o rechazar la hipótesis propuesta; de manera que, previamente se planteó un nivel de confianza del 95%, quedando de brecha o significancia el 5%, siendo ésta la base para la totalidad del análisis. Se inició con el análisis de normalidad en cada edad de curado, evidenciando que las significancias arrojadas por la prueba Shapiro Wilk son valores superiores a 0.05, lo cual es indicador para aceptar la hipótesis nula, haciendo referencia que la muestra presenta distribución normal. Como siguiente paso, se ejecutó el análisis de varianza en cada edad de curado, evidenciando que las significancias arrojadas por la prueba Anova son valores inferiores a 0.05, lo cual es indicador para aceptar la hipótesis alternativa, haciendo referencia que existe diferencia significativa entre los concretos analizados, por lo que se debe encontrar cuál es el grupo de mayor influencia mediante un análisis post prueba, el mismo que se desarrolló con la prueba Tukey, evidenciando en todos los casos la conformación de cuatro grupos significativos, por lo que se concluye estadísticamente que la celulosa del papel genera influencia significativamente negativa sobre la resistencia a la compresión del relleno fluido de baja resistencia controlad, permitiendo así validar la hipótesis propuesta.

El plan experimental se realizó en un laboratorio de concreto ubicado en la ciudad de Trujillo, hasta donde se llevaron los materiales como agregados, cemento y papel reciclado; dando inicio con la caracterización de los agregados para obtener los valores de porcentaje de humedad, capacidad de absorción, pesos unitarios, densidad, etc., tal y como se observa en las tablas N°7 y N°8; siendo uno de los resultados más importantes en el agregado fino el

módulo de fineza de 2.50, pues la NTP.400.037 establece que para ser catalogada como arena gruesa, el material debe poseer una fineza entre 2.3 y 3.1; asimismo, se comprobó que debido al porcentaje de humedad total de 0.8% presente en la arena frente a una capacidad para absorber de 1.1%, al agregado le falta saturar, lo que indica que en el proceso de mezclado absorberá agua. Por su parte, en el agregado grueso se observó que se trata de una grava de ½” de tamaño máximo nominal, cuya gradación de partículas se ajustó a los límites de un huso 67, asimismo, se comprobó que debido al porcentaje de humedad total de 0.4% presente en la grava frente a una capacidad para absorber de 2.0%, al agregado le falta saturar, indicando que en el proceso de mezclado absorberá agua. Esta data encontrada hasta el momento fue indispensable para la realización del diseño de mezcla patrón en conjunto con la densidad del cemento y del aditivo Sika Viscoflow 85; habiéndose considerado este último con dosis de 2.0% respecto al peso del cemento, debido a que se necesitó dar fluidez de alto rango a la mezcla; por lo que, luego de ejecutar los procedimientos de la metodología ACI 237R correspondiente a concretos autocompactantes, se obtuvieron los pesos de los materiales a utilizarse para conformar un metro cúbico de concreto; sin embargo, al ser una cantidad alta para el tamaño de muestra necesitado, se redujeron para tandas de laboratorio de 30L equivalentes a 0.030m³ tal y como se muestra en las tablas N°9, N°10, N°11 y N°12; asimismo, los concretos experimentales se obtuvieron en función del concreto patrón pero luego de reemplazar parcialmente el agregado grueso por celulosa del papel en 5%, 10% y 15%. Teniendo los pesos de los materiales, se conformaron las mezclas, donde, el concreto patrón satisfizo los requerimientos del diseño, pues sobrepasó los 65mm de extensibilidad propuestos, llegando hasta los 73.7cm en promedio, con un tiempo de 1.77 segundos en alcanzar T50. Por su parte, de los tres concretos experimentales, solo aquel con 5% de celulosa de papel cumplió las condiciones de un concreto autocompactante, alcanzando una

extensibilidad de 66.2cm en promedio y un tiempo T50 de 6.70 segundos; pues con las otras dosis las mezclas tuvieron comportamientos de concretos convencionales con consistencia fluida, siendo marcadas como no cumplimiento (N.C.) tal y como se muestra en la tabla N° 13. Se continuó con la elaboración de especímenes cilíndricos para curar por 7, 14 y 28 días, siendo las edades de evaluación de los ensayos de resistencia a la compresión, donde, según se observa en las figuras N°4, N°5 y N°6, el concreto patrón superó ampliamente a los experimentales, cuya diferencia ascendió a la edad de 28 días en hasta 49.32%, 63.61% y 73.47% para las dosis de 5%, 10% y 15% de reemplazo parcial de celulosa del papel por agregado grueso respectivamente.

En la presente investigación se propuso como objetivo principal la determinación del efecto de la adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas, por lo que se tuvo como referencia diversos antecedentes, dentro de los que se tiene al primer internacional elaborado por Cardinale, et al. (2021), quienes encontraron que todos los concretos experimentales no lograron siquiera alcanzar al concreto patrón evidenciando además que, a medida que aumenta la dosis de papel, la propiedad mecánica analizada empieza a decaer obteniendo reducciones respecto al control de 39.9%, 48.0% y 69.3% respectivamente con las dosificaciones de 2%, 5% y 10%; concluyendo que la resistencia a la compresión forma una relación proporcionalmente inversa con la dosis de papel utilizado, sin embargo, puede ser empleado como material de construcción ecológico en obras que requieran concretos y/o morteros de uno no estructural o donde se busque reducir la resistencia para cumplir con partidas específicas; y, en comparación con la presente tesis, se obtuvo el mismo fenómeno a pesar que el reemplazo de los autores fue por cemento y no por agregado grueso; además sus reducciones expresadas

en porcentaje antes mencionados resultaron menores que los de la presente tesis, debido a que sus dosis también fueron menores, ya que al 5%, 10% y 15% la resistencia disminuyó en 49.32%, 63.61% y 73.47%, dando viabilidad a su uso para los rellenos fluidos debido al requerimiento de bajas resistencias.

Como segundo antecedente internacional, se consideró la investigación de Alshahwany, et al. (2020), quienes en su artículo científico encontraron que la trabajabilidad no disminuyó significativamente, pues respecto a los 14mm del concreto patrón, los experimentales obtuvieron 13mm, 12mm y 12mm respectivamente para dosis de 5%, 10% y 15% de adición de papel reciclado en función al peso del cemento, ello debido al aumento en la cantidad de aditivo plastificante, pasando de 0.75% a 0.8%, 1.3% y 2.0%. Por otro lado, la resistencia a la compresión incrementó con la dosis de papel del 5%, sin embargo, para las siguientes dosis se observó un decrecimiento; de manera que quedaron representados como +6.8%, -12.7% y -25.7% respectivamente, por lo que llegaron a la conclusión que, a mayor incorporación de papel, el concreto pierde trabajabilidad, siendo necesario un aumento en la cantidad de agua o aditivo plastificante; y, en comparativa con la presente tesis, se utilizó la celulosa del papel como reemplazo, mas no como adición, siendo el motivo principal del porque únicamente se obtuvieron reducciones de resistencia; asimismo se refuerza la pérdida de trabajabilidad conforme aumenta la dosis ya que la condición de autocompactante solo la cumplió la dosis de 5%, sin embargo, no se incrementó el agua o aditivo plastificante con la intención de hacer una comparativa óptima y en las mismas condiciones para todos los casos; sin embargo puede servir como complemento de futuras investigaciones.

Como último antecedente internacional se consideró el estudio de Zaki, Gorgis, Salih (2018), quienes encontraron que la trabajabilidad no disminuyó significativamente, pues respecto a

los 45mm del concreto patrón, los experimentales de 5%, 10% y 15% de adición de papel reciclado en función al peso del cemento, obtuvieron 48mm, 50mm, 46mm y 42mm respectivamente, ello debido al incremento en la cantidad de plastificante, pasando de 0.75% a 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0%. Por otro lado, la resistencia a la compresión incrementó con la adición de 5% de papel; sin embargo, para las dosis siguientes, se observó una disminución progresiva; de manera que quedaron representados como +6.0%, -20.9%, -44.1% y -57.7% respectivamente; por lo que concluyeron que, mientras se añada mayor cantidad de papel, el concreto pierde trabajabilidad, siendo necesario el aumento de plastificante; y, en comparación con la presente tesis, se utilizó la celulosa del papel como reemplazo, mas no como adición, siendo el motivo principal del porque únicamente se obtuvieron reducciones de resistencia; asimismo se refuerza la pérdida de trabajabilidad conforme aumenta la dosis ya que la condición de autocompactante solo la cumplió la dosis de 5%, sin embargo, no se incrementó el aditivo plastificante con la intención de comparar en las mismas condiciones para todos los casos.

Por otro lado, se tuvo como primer antecedente nacional, la investigación de Pablo y Ortiz (2020), quienes pusieron en evidencia que la trabajabilidad disminuyó en pequeña escala, pues en referencia a las 4" del concreto patrón, los experimentales de 1%, 5% y 9% de adición de papel reciclado en función al peso del cemento, obtuvieron 3.9", 3.5" y 3.2" respectivamente. Por otro lado, en la resistencia a la compresión evaluada a la edad final de 28 días de curado, se evidenció que todos los concretos experimentales se posicionaron por debajo del concreto control, formando un pico máximo con 5% de celulosa, obteniendo así disminuciones de 28%, 25% y 52% respectivamente, concluyendo que, la incorporación de celulosa de papel genera un efecto adverso en las propiedades evaluadas del concreto tanto

en estado fresco como endurecido; donde, comparando con la presente tesis, contrasta completamente lo mencionado de la no pérdida de trabajabilidad; asumiendo que probablemente aumentaron el agua o el aditivo plastificante y no lo mencionaron en su investigación; pero por otra parte, refuerza lo encontrado en compresión, ya que con la consideración de papel se obtienen reducciones significativas en todas las edades de curado.

También, Chahuayo y Jorge (2019), en su trabajo de título elaborado, encontraron que todos los valores arrojados por los concretos experimentales de 5%, 10% y 15% de reemplazo parcial de agregado grueso por papel reciclado, se posicionaron muy por debajo del concreto patrón; evidenciando que a medida que aumenta la dosis, la propiedad mecánica analizada sigue decreciendo, llegando a obtener de esta forma, reducciones respecto al concreto control de hasta 64.0%, 79.2% y 89.4% respectivamente, llegando a la conclusión que entre el porcentaje de papel reciclado en forma redondeada y la propiedad mecánica de resistencia a la compresión, existe una influencia significativa que forma una tendencia inversamente proporcional, lo que significa que, conforme aumenta la dosis de papel, los valores obtenidos tienden a ser cada vez menores; de manera que, al comparar con la presente investigación, se refuerza por completo los hallazgos, ello debido a la misma condición de reemplazo de agregado grueso por la celulosa del papel, viéndose reflejado incluso en reducciones de resistencia similares, obteniendo 49.32% para la primera dosis, 63.61% para la segunda y 73.47% para la última.

Finalmente, Mejía (2019), en su investigación desarrollada encontró que la resistencia a la compresión de todos los concretos experimentales correspondientes a 50%, 70%, 90% y 100% de reemplazo de agregado grueso por papel reciclado; al igual que en los antecedentes previos, disminuyó considerablemente en función al concreto control; donde, las

disminuciones progresivas ascendieron hasta 77.4%, 88.6%, 92.2% y 93.3% respectivamente, permitiéndole concluir que, mientras se añade mayor cantidad papel, el concreto pierde resistencia a la compresión; donde, al comparar con la presente tesis, nuevamente se refuerzan los hallazgos, ya que al igual que en el antecedente anterior, se trabajó al papel como reemplazo del agregado grueso y por ello de la semejanza de resultados.

4.2. Limitaciones

La presente investigación consideró como única limitante la obtención de la celulosa de papel, pues fue producto del procesamiento de diferentes hojas de documentos reciclados; ya que, los demás materiales son de fácil acceso; y, para la ejecución de los ensayos correspondientes a la variable dependiente, ya existen parámetros establecidos encontrados en las Normas Técnicas Peruanas respectivas.

4.3. Implicancias

Las implicancias de la elaboración de la presente tesis corresponden a las académicas y a las profesionales. En primer lugar, a las académicas, debido a que se dejará aportes relevantes respecto al uso de la celulosa del papel para rellenos fluidos, sirviendo de base para futuros investigadores; y, en segundo lugar, a las profesionales, pues al aplicar la dosis óptima, se podrá realizar con facilidad los trabajos de excavación tanto manual como mecánica en una obra, resultado de beneficio tanto para los trabajadores como también para los usuarios.

4.4. Conclusiones

- Se determinó el efecto de la adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas, concluyendo que la dosis de reemplazo de 5% resultó óptima debido a la reducción significativa de resistencia a la compresión además de mantener las características de un concreto autocompactante.
- Se determinaron las características de los agregados, concluyendo que son aptos para la elaboración de concretos, ello luego de alcanzar la resistencia para la que se diseñó aplicándolos en la metodología ACI 211.1.
- Se determinó la fluidez de asentamiento de los diferentes concretos en estado fresco, logrando concluir que solo el concreto patrón y aquel con 5% de reemplazo de celulosa de papel por agregado grueso satisficieron la condición de autocompactante con una extensibilidad superior a 650mm de diámetro promedio; pues con las otras dosis las mezclas tuvieron comportamientos de concretos convencionales con consistencia fluida.
- Se determinaron los valores de resistencia a la compresión en diferentes edades de curado, concluyendo que la celulosa del papel genera reducciones progresivas conforme la dosis aumenta, por lo que se forma una relación inversamente proporcional entre ambas variables.
- Se realizó el análisis estadístico para los valores de resistencia a la compresión a través del software SPSS, concluyendo que la celulosa del papel genera influencia significativa sobre la propiedad mencionada del relleno fluido.

4.5. Recomendaciones

- Se recomienda a todas las personas relacionadas al sector construcción en emplear la celulosa de papel como reemplazo parcial en 5% del agregado grueso, para la fabricación de rellenos fluidos, pues se evidenció que los concretos además de poseer características de autocompactante, reducen su resistencia a la compresión en hasta 49.32%, facilitando los trabajos de excavación.
- Se recomienda reforzar la presente investigación considerando porcentajes de reemplazo menores al 5% para conocer los efectos generados sobre la fluidez de asentamiento y resistencia a la compresión de los concretos.
- Se recomienda a futuros investigadores considerar materiales contaminantes al medio ambiente como objeto de estudio para la fabricación de materiales constructivos, de manera que se pueda colaborar con su preservación.
- Se recomienda a los estudiantes en general a continuar con las investigaciones, pues es uno de los medios eficientes para encontrar las soluciones antes las problemáticas que aquejan a las poblaciones, de manera que se satisfaga sus necesidades y mejore su calidad de vida.

REFERENCIAS

- Alshahwany, R.; Wadie, R.; Mohammed, Z. & Ahmed, A. (2020). Properties of papercrete concrete containing crushed concrete waste as coarse aggregate. En *Revista IOP Science*, Vol 745(1), pp.1-10. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/745/1/012125>.
- Cardinale, T.; D'Amato, M.; Sulla, M. & Cardinale, N. (2021). Mechanical and physical characterization of papercrete as New Eco-Friendly construction material. En *Revista Applied Sciences*, Vol 11(1011), pp.1-11. <https://doi.org/10.3390/app11031011>.
- Cervantes, G. (2005). Relleno fluido, un suelo líquido. En *Revista Construcción y tecnología*, Vol 1(1), pp.16-25. <https://www.imcyc.com/cyt/septiembre05/ARTPORTADA.pdf>.
- Chahuayo, G. & Jorge, N. (2022). *Influencia del papel reciclado en forma redondeada en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Huancavelica*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio UNH. Recuperado de: <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/unh/5302>.
- García, J. (2019). Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio UCATÓLICA. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/10983/23731>.
- Hernández, E. & Rojas, J. (2021). *Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio UCATÓLICA. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/10983/27150>.

- Martínez, R. (2009). *Calidad de dos bancos de agregados para concreto, en el departamento de Chiquimula*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio USAC. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2977_C.pdf.
- Mejía, K. (2019). *Caracterización del concreto a base de papel reciclado (Paper Crete) como elemento estructural en la construcción de viviendas unifamiliares para asentamientos humanos en el distrito de Veintiséis de Octubre-Piura-Piura, 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/43810>.
- Molina, C. & Sencara, J. (2018). *Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de alta resistencia, reutilizado en la etapa de fraguado*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio UNSA. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6735>.
- NRMCA (2017). CIP 37 – Concreto Autocompactante (CAC). En Revista *El concreto en la práctica ¿Qué, por qué y cómo?*, Vol 1(1), pp.1-2. <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/36pes.pdf>.
- NTP.339.034. (2015). CONCRETO. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. Perú.
- NTP.339.035. (2014). CONCRETO. *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto del cemento portland*. Perú.

- NTP.339.046. (2014). CONCRETO. *Ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón.* Perú.
- NTP.339.184. (2014). CONCRETO. *Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).* Perú.
- NTP.339.185. (2014). AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.* Perú.
- NTP.339.219. (2008). CONCRETO. *NTP.339.046. (2014). CONCRETO. Ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).* Perú.
- NTP.400.012. (2014). AGREGADOS. *Análisis granulométrico del agregado grueso, fino y global.* Perú.
- NTP.400.017. (2014). AGREGADOS. *Método de ensayo para determinar es peso unitario del agregado.* Perú.
- NTP.400.021. (2014). AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.* Perú.
- NTP.400.022. (2014). AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.* Perú.
- NTP.400.037. (2014). AGREGADOS. *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.* Perú.
- Pablo, M. & Ortiz, C. (2020). *Efecto de la incorporación de celulosa del papel bond*

reciclado en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Lima – 2020.

[Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. Recuperado de:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/53229>.

Reyes, J. & Rodríguez, Y. (2010). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla.* [Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga]. Repositorio UPB. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/1360>.

Sánchez, F. & Tapia, R. (2015). *Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días.* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio UPAO. Recuperado de:
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/688>.


Sanz, A. (s.f.). *Tecnología de la celulosa. La industria papelera.* Escuela de ingenierías industriales. <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-03.php>.

Vivanco, J. (2021). *Evaluación de la consistencia del concreto con aditivo SikaCem plastificante en mezclas secas embolsadas sobre la resistencia del concreto en la ciudad de Huancayo – 2019.* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental. Recuperado de:
<https://hdl.handle.net/20.500.12394/10525>.


Zaki, H.; Gorgis, I. & Salih, S. (2018). Mechanical properties of papercrete. En Revista *MATEC Web of Conferences*, Vol 162(02016), pp.1-7.
<https://doi.org/10.1051/matecconf/201816202016>.

ANEXOS

ANEXO N°1. Validación de instrumento por expertos.

| MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS | | | | |
|---|--|---------|----|---------------|
| Título de la investigación: | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo. | | | |
| Línea de investigación: | Tecnologías Emergentes | | | |
| Apellidos y nombres del experto: | Ing. Vásquez Díaz, Wilmer Abraham | | | |
| El instrumento de medición pertenece a las variables: | Flujo de asentamiento y resistencia a la compresión. | | | |
| Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio. | | | | |
| Ítems | Preguntas | Aprecia | | Observaciones |
| | | SÍ | NO | |
| 1 | ¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado? | ✓ | | |
| 2 | ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación? | ✓ | | |
| 3 | ¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación? | ✓ | | |
| 4 | ¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación? | ✓ | | |
| 5 | ¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio? | ✓ | | |
| 6 | ¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores? | ✓ | | |
| 7 | ¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos? | ✓ | | |
| 8 | ¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio? | ✓ | | |
| 9 | ¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos? | ✓ | | |
| Sugerencias: | | | | |
| Firma del experto: | | | | |
|  MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz CIP N° 248191 | | | | |

ANEXO N°2. Guías de observación.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N°0000-24-TEM


Método de ensayo estándar para determinar la fluidez de asentamiento del concreto autocompactado
 ASTM C1611 - NTP 339.219

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|--------------------------|---------|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Ensayo: | |
| Muestra : | | Relación a/c : | 0.45 |
| | | Slump flow : | > 650mm |

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

| N° de prueba | T50 (s) | Promedio T50 (s) | d1 (cm) | d2 (cm) | FLUIDEZ DE CONCRETO (cm) | Promedio (cm) |
|--------------|---------|------------------|---------|---------|--------------------------|---------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Osvaldo Herculles 390 Urb Chimú – Trujillo. website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0000-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo |
| Muestra : | |

| | |
|-------------------------------|------|
| Fecha de Emisión: | |
| Fecha de Moldeado: | |
| Fecha de Ensayo: | |
| Relación agua-cemento: | 0.45 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|---|-------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | Promedio | | | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recibo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vázquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú – Trujillo.

website: www.tem-concrete.com

ANEXO N°3. Certificados de los ensayos de laboratorio.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JUAN DIEGO COLCHADO VIGO
PROYECTO : ADICIÓN DE CELULOSA DEL PAPEL EN LAS PROPIEDADES DEL RELLENO FLUIDO DE BAJA RESISTENCIA CONTROLADA PARA LA ELABORACIÓN DE BASE DE LOSAS EN TRUJILLO

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|----------------------------------|------|----------|----------|----------|------------|
| Peso recipiente | gr | 190.4 | 184.1 | 183.6 | |
| Peso recipiente + muestra húmeda | gr | 1,726.2 | 1,696.4 | 1,737.7 | |
| Peso recipiente + muestra seca | gr | 1,713.9 | 1,685.0 | 1,725.5 | |
| Peso de muestra húmeda | gr | 1,535.8 | 1,512.3 | 1,554.1 | |
| Peso de muestra seca | gr | 1,523.5 | 1,500.9 | 1,541.9 | |
| Peso de agua | gr | 12 | 11 | 12 | |
| Contenido de humedad | % | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JUAN DIEGO COLCHADO VIGO
PROYECTO : ADICIÓN DE CELULOSA DEL PAPEL EN LAS PROPIEDADES DEL RELLENO FLUIDO DE BAJA RESISTENCIA CONTROLADA PARA LA ELABORACIÓN DE BASE DE LOSAS EN TRUJILLO

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|--------------------------------------|-------|----------|----------|----------|--------------|
| Peso recipiente + muestra suelta | kg | 22.120 | 22.060 | 22.100 | |
| Peso recipiente + muestra apisonada | kg | 22.340 | 22.400 | 23.420 | |
| Peso de recipiente | kg | 6.300 | 6.300 | 6.300 | |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 15.820 | 15.760 | 15.800 | |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 16.040 | 16.100 | 17.120 | |
| Volumen del recipiente | m3 | 0.0095 | 0.0095 | 0.0095 | |
| Peso unitario suelto | kg/m3 | 1,664 | 1,657 | 1,661 | 1,661 |
| Peso unitario compactado | kg/m3 | 1,687 | 1,693 | 1,800 | 1,727 |

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herccelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

1. INFORMACION GENERAL

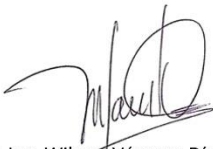
MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JUAN DIEGO COLCHADO VIGO
PROYECTO : ADICIÓN DE CELULOSA DEL PAPEL EN LAS PROPIEDADES DEL RELLENO FLUIDO DE BAJA RESISTENCIA CONTROLADA PARA LA ELABORACIÓN DE BASE DE LOSAS EN TRUJILLO

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|---|--------|----------|----------|-------------|
| Peso de la muestra seca en horno al aire | gr | 494.4 | 494.6 | |
| Peso del picnómetro lleno de agua | gr | 1,441.6 | 1,441.6 | |
| Peso del picnómetro lleno de muestra y agua | gr | 1,750.8 | 1,747.2 | |
| Peso de la muestra en estado SSS | gr | 500.0 | 500.0 | |
| Peso específico base seca | gr/cm3 | 2.59 | 2.54 | 2.57 |
| Peso específico base SSS | gr/cm3 | 2.62 | 2.57 | 2.60 |
| Absorción | % | 1.1 | 1.1 | 1.1 |

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

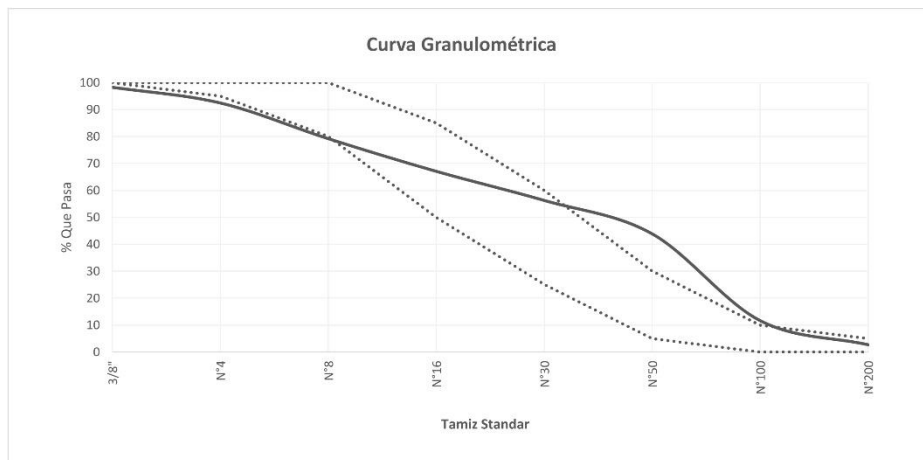


RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JUAN DIEGO COLCHADO VIGO
PROYECTO : ADICIÓN DE CELULOSA DEL PAPEL EN LAS PROPIEDADES DEL RELLENO FLUIDO DE BAJA RESISTENCIA CONTROLADA PARA LA ELABORACIÓN DE BASE DE LOSAS EN TRUJILLO

| Tamiz Estándar | Abert. (mm) | Peso Reten. (gr) | % Reten. Parcial | % Reten. Acum. | % Que Pasa | Límites (NTP 400.037) | | Datos de la muestra |
|----------------|-------------|------------------|------------------|----------------|------------|-----------------------|--------|--|
| | | | | | | Mínimo | Máximo | |
| 3/8" | 9.500 | 17.9 | 1.8 | 1.8 | 98.2 | 100 | 100 | Características físicas: Cont. de Humedad: 0.8 % Modulo de Finura: 2.50 |
| N°4 | 4.750 | 57.2 | 5.7 | 7.5 | 92.5 | 95 | 100 | |
| N°8 | 2.360 | 133.2 | 13.3 | 20.8 | 79.2 | 80 | 100 | |
| N°16 | 1.180 | 120.7 | 12.1 | 32.9 | 67.1 | 50 | 85 | |
| N°30 | 0.600 | 108.3 | 10.8 | 43.7 | 56.3 | 25 | 60 | |
| N°50 | 0.300 | 124.5 | 12.4 | 56.2 | 43.8 | 5 | 30 | |
| N°100 | 0.150 | 322.1 | 32.2 | 88.4 | 11.6 | 0 | 10 | |
| N°200 | 0.075 | 89.4 | 8.9 | 97.3 | 2.7 | 0 | 5 | |
| Fondo | - | 26.6 | 2.7 | 100.0 | 0.0 | | | |
| | | 1000.0 | 100.0 | | | | | |



OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JUAN DIEGO COLCHADO VIGO
PROYECTO : ADICIÓN DE CELULOSA DEL PAPEL EN LAS PROPIEDADES DEL RELLENO FLUIDO DE BAJA RESISTENCIA CONTROLADA PARA LA ELABORACIÓN DE BASE DE LOSAS EN TRUJILLO

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 2 | Promedio |
|----------------------------------|------|----------|----------|----------|------------|
| Peso recipiente | gr | 557.2 | 563.2 | 539.9 | |
| Peso recipiente + muestra húmeda | gr | 5,035.6 | 4,803.8 | 4,739.3 | |
| Peso recipiente + muestra seca | gr | 5,019.8 | 4,788.9 | 4,723.9 | |
| Peso de muestra húmeda | gr | 4,478.4 | 4,240.6 | 4,199.4 | |
| Peso de muestra seca | gr | 4,462.6 | 4,225.7 | 4,184.0 | |
| Peso de agua | gr | 15.8 | 14.9 | 15.4 | |
| Contenido de humedad | % | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JUAN DIEGO COLCHADO VIGO
PROYECTO : ADICIÓN DE CELULOSA DEL PAPEL EN LAS PROPIEDADES DEL RELLENO FLUIDO DE BAJA RESISTENCIA CONTROLADA PARA LA ELABORACIÓN DE BASE DE LOSAS EN TRUJILLO

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|--------------------------------------|-------|----------|----------|----------|--------------|
| Peso recipiente + muestra suelta | kg | 20.280 | 20.260 | 20.260 | |
| Peso recipiente + muestra apisonada | kg | 21.200 | 21.240 | 21.220 | |
| Peso de recipiente | kg | 6.300 | 6.300 | 6.300 | |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 13.980 | 13.960 | 13.960 | |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 14.900 | 14.940 | 14.920 | |
| Volumen del recipiente | m3 | 0.0095 | 0.0095 | 0.0095 | |
| Peso unitario suelto | kg/m3 | 1,470 | 1,468 | 1,468 | 1,469 |
| Peso unitario compactado | kg/m3 | 1,567 | 1,571 | 1,569 | 1,569 |

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herccelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JUAN DIEGO COLCHADO VIGO
PROYECTO : ADICIÓN DE CELULOSA DEL PAPEL EN LAS PROPIEDADES DEL RELLENO FLUIDO DE BAJA RESISTENCIA CONTROLADA PARA LA ELABORACIÓN DE BASE DE LOSAS EN TRUJILLO

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 2 | Promedio |
|--|--------|----------|----------|----------|-------------|
| Peso de la muestra secada en horno al aire | gr | 3,102 | 3,432 | 3,092 | |
| Peso de la muestra en estado SSS al aire | gr | 3,160 | 3,496 | 3,156 | |
| Peso de la muestra saturada en agua | gr | 1,903 | 2,103 | 1,891 | |
| Peso específico base seca | gr/cm3 | 2.47 | 2.46 | 2.44 | 2.46 |
| Peso específico base SSS | gr/cm3 | 2.51 | 2.51 | 2.49 | 2.50 |
| Absorción | % | 1.9 | 1.9 | 2.1 | 2.0 |

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herceles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

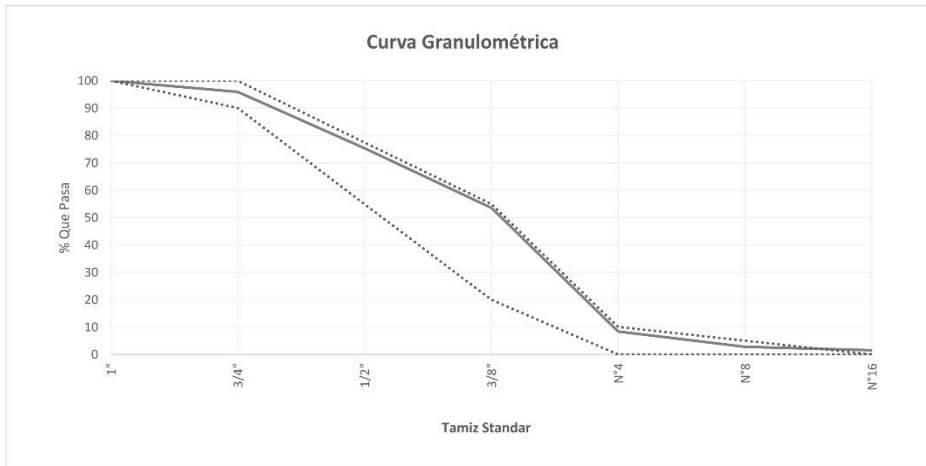


RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDECENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : JUAN DIEGO COLCHADO VIGO
PROYECTO : ADICIÓN DE CELULOSA DEL PAPEL EN LAS PROPIEDADES DEL RELLENO FLUIDO DE BAJA RESISTENCIA CONTROLADA PARA LA ELABORACIÓN DE BASE DE LOSAS EN TRUJILLO

| Tamiz Estándar | Abert. (mm) | Peso Reten. (gr) | % Reten. Parcial | % Reten. Acum. | % Que Pasa | Límites Huso 67 (NTP 400.037) | | Datos de la muestra |
|----------------|-------------|------------------|------------------|----------------|------------|-------------------------------|--------|--|
| | | | | | | Mínimo | Máximo | |
| 1½" | 37.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | | Características físicas: Tamaño Max. Nom.: 3/4" Cont. de Humedad: 0.4 % Modulo de Finura: 6.38 |
| 1" | 25.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | 100 | |
| 3/4" | 19.00 | 201.9 | 4.0 | 4.0 | 96.0 | 90 | 100 | |
| 1/2" | 12.50 | 1030.3 | 20.6 | 24.6 | 75.4 | | | |
| 3/8" | 9.50 | 1088.0 | 21.8 | 46.4 | 53.6 | 20 | 55 | |
| N°4 | 4.75 | 2260.1 | 45.2 | 91.6 | 8.4 | 0 | 10 | |
| N°8 | 2.36 | 279.3 | 5.6 | 97.2 | 2.8 | 0 | 5 | |
| N°16 | 1.18 | 64.7 | 1.3 | 98.5 | 1.5 | | | |
| Fondo | - | 75.7 | 1.5 | 100.0 | 0.0 | | | |
| | | 5000.0 | 100.0 | | | | | |



OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709-989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0355-24-TEM

Método de ensayo estándar para determinar la fluidez de asentamiento del concreto autocompactado
ASTM C1611 - NTP 339.219


Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo |
| Muestra : | Concreto patrón |


| | |
|--------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 09-03-24 |
| Fecha de Ensayo: | 17-02-24 |
| Relación a/c : | 0.45 |
| Slump flow : | > 650mm |

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

| N° de prueba | T50 (s) | Promedio T50 (s) | d1 (cm) | d2 (cm) | FLUIDEZ DE CONCRETO (cm) | Promedio (cm) |
|--------------|---------|------------------|---------|---------|--------------------------|---------------|
| 1 | 1.64 | 1.77 | 75 | 75 | 75.0 | 73.7 |
| 2 | 1.86 | | 71 | 74 | 72.5 | |
| 3 | 1.80 | | 73 | 74 | 73.5 | |


Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0356-24-TEM

Método de ensayo estándar para determinar la fluidez de asentamiento del concreto autocompactado
ASTM C1611 - NTP 339.219

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|---|-----------------------------------|
| Cliente : Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: 09-03-24 |
| Proyecto : Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Ensayo: 17-02-24 |
| | Relación a/c : 0.45 |
| | Slump flow : > 650mm |
| Muestra : Concreto con 5% de celulosa del papel | |

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

| N° de prueba | T50 (s) | Promedio T50 (s) | d1 (cm) | d2 (cm) | FLUIDEZ DE CONCRETO (cm) | Promedio (cm) |
|--------------|---------|------------------|---------|---------|--------------------------|---------------|
| 1 | 6.84 | 6.70 | 67 | 63 | 65.0 | 66.2 |
| 2 | 6.55 | | 65 | 67 | 66.0 | |
| 3 | 6.72 | | 68 | 67 | 67.5 | |



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0357-24-TEM

Método de ensayo estándar para determinar la fluidez de asentamiento del concreto autocompactado
ASTM C1611 - NTP 339.219

Datos de Identificación del Cliente y Muestra


| | |
|---|-----------------------------------|
| Cliente : Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: 09-03-24 |
| Proyecto : Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Ensayo: 17-02-24 |
| Muestra : Concreto con 10% de celulosa del papel | Relación a/c : 0.45 |
| | Slump flow : > 650mm |

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

| N° de prueba | T50 (s) | Promedio T50 (s) | d1 (cm) | d2 (cm) | FLUIDEZ DE CONCRETO (cm) | Promedio (cm) |
|--------------|---------|------------------|---------|---------|--------------------------|---------------|
| 1 | N.C. | N.C. | N.C. | N.C. | N.C. | N.C. |
| 2 | N.C. | | N.C. | N.C. | N.C. | |
| 3 | N.C. | | N.C. | N.C. | N.C. | |


Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0358-24-TEM

Método de ensayo estándar para determinar la fluidez de asentamiento del concreto autocompactado
ASTM C1611 - NTP 339.219

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo |
| Muestra : | Concreto con 15% de celulosa del papel |

| | |
|--------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 09-03-24 |
| Fecha de Ensayo: | 17-02-24 |
| Relación a/c : | 0.45 |
| Slump flow : | > 650mm |

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

| N° de prueba | T50 (s) | Promedio T50 (s) | d1 (cm) | d2 (cm) | FLUIDEZ DE CONCRETO (cm) | Promedio (cm) |
|--------------|---------|------------------|---------|---------|--------------------------|---------------|
| 1 | N.C. | N.C. | N.C. | N.C. | N.C. | N.C. |
| 2 | N.C. | | | | | |
| 3 | N.C. | | | | | |

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0361-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Muestra : | Concreto patrón | Fecha de Ensayo: | 23-02-24 |
| | | f'c (kg/cm²): | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P01 | 7 | 10.20 | 81.7 | 179.7 | 22.0 | 224 | 5 |
| 009-TEM-P02 | 7 | 10.20 | 81.7 | 177.6 | 21.7 | 222 | 5 |
| 009-TEM-P03 | 7 | 10.20 | 81.7 | 178.2 | 21.8 | 222 | 5 |
| Promedio | | | | | 21.8 | 223 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709-989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0362-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-----------|---|----------------------------|----------|
| Cliente: | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Proyecto: | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Muestra: | Concreto patrón | Fecha de Ensayo: | 01-03-24 |
| | | f'c (kg/cm ²): | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P04 | 14 | 10.20 | 81.7 | 220.5 | 27.0 | 275 | 2 |
| 009-TEM-P05 | 14 | 10.20 | 81.7 | 215.9 | 26.4 | 269 | 2 |
| 009-TEM-P06 | 14 | 10.20 | 81.7 | 213.6 | 26.1 | 267 | 2 |
| Promedio | | | | | 26.5 | 270 | |

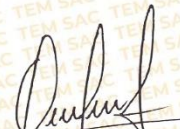
NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709-989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0363-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Muestra : | Concreto patrón | Fecha de Ensayo: | 15-03-24 |
| | | f'c (kg/cm²): | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P07 | 28 | 10.20 | 81.7 | 235.8 | 28.9 | 294 | 2 |
| 009-TEM-P08 | 28 | 10.20 | 81.7 | 235.6 | 28.8 | 294 | 2 |
| 009-TEM-P09 | 28 | 10.20 | 81.7 | 235.7 | 28.8 | 294 | 2 |
| Promedio | | | | | 28.8 | 294 | |

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709-989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0364-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Muestra : | Concreto con 5% de celulosa del papel | Fecha de Ensayo: | 23-02-24 |
| | | f'c (kg/cm²): | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P010 | 7 | 10.20 | 81.7 | 72.2 | 8.8 | 90 | 5 |
| 009-TEM-P011 | 7 | 10.20 | 81.7 | 77.7 | 9.5 | 97 | 5 |
| 009-TEM-P012 | 7 | 10.20 | 81.7 | 82.8 | 10.1 | 103 | 2 |
| Promedio | | | | | 9.5 | 97 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

*Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0365-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Muestra : | Concreto con 5% de celulosa del papel | Fecha de Ensayo: | 01-03-24 |
| | | f'c (kg/cm²): | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P013 | 14 | 10.20 | 81.7 | 105.4 | 12.9 | 132 | 2 |
| 009-TEM-P014 | 14 | 10.20 | 81.7 | 105.6 | 12.9 | 132 | 5 |
| 009-TEM-P015 | 14 | 10.20 | 81.7 | 104.9 | 12.8 | 131 | 5 |
| Promedio | | | | | 12.9 | 131 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0366-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Muestra : | Concreto con 5% de celulosa del papel | Fecha de Ensayo: | 15-03-24 |
| | | f'c (kg/cm²): | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P016 | 28 | 10.20 | 81.7 | 119.7 | 14.6 | 149 | 2 |
| 009-TEM-P017 | 28 | 10.20 | 81.7 | 116.2 | 14.2 | 145 | 2 |
| 009-TEM-P018 | 28 | 10.20 | 81.7 | 121.9 | 14.9 | 152 | 5 |
| Promedio | | | | | 14.6 | 149 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0367-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Muestra : | Concreto con 10% de celulosa del papel | Fecha de Ensayo: | 23-02-24 |
| | | f'c (kg/cm²): | 210 |


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P019 | 7 | 10.20 | 81.7 | 57.2 | 7.0 | 71 | 2 |
| 009-TEM-P020 | 7 | 10.20 | 81.7 | 60.0 | 7.3 | 75 | 2 |
| 009-TEM-P021 | 7 | 10.20 | 81.7 | 58.9 | 7.2 | 74 | 2 |
| Promedio | | | | | 7.2 | 73 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709-989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0368-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Muestra : | Concreto con 10% de celulosa del papel | Fecha de Ensayo: | 01-03-24 |
| | | f'c (kg/cm²): | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P022 | 14 | 10.20 | 81.7 | 75.8 | 9.3 | 95 | 2 |
| 009-TEM-P023 | 14 | 10.20 | 81.7 | 75.3 | 9.2 | 94 | 2 |
| 009-TEM-P024 | 14 | 10.20 | 81.7 | 81.8 | 10.0 | 102 | 5 |
| Promedio | | | | | 9.5 | 97 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

*Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709-989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0369-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo |
| Muestra : | Concreto con 10% de celulosa del papel |

| | |
|---------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Fecha de Ensayo: | 15-03-24 |
| f'c (kg/cm²): | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P025 | 28 | 10.20 | 81.7 | 83.7 | 10.2 | 104 | 2 |
| 009-TEM-P026 | 28 | 10.20 | 81.7 | 88.0 | 10.8 | 110 | 2 |
| 009-TEM-P027 | 28 | 10.20 | 81.7 | 85.5 | 10.5 | 107 | 2 |
| Promedio | | | | | 10.5 | 107 | |

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016

Contacto: 936194709-989712719

Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0370-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Muestra : | Concreto con 15% de celulosa del papel | Fecha de Ensayo: | 23-02-24 |
| | | f'c (kg/cm²): | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P028 | 7 | 10.20 | 81.7 | 45.3 | 5.5 | 57 | 2 |
| 009-TEM-P029 | 7 | 10.20 | 81.7 | 44.4 | 5.4 | 55 | 2 |
| 009-TEM-P030 | 7 | 10.20 | 81.7 | 46.1 | 5.6 | 58 | 2 |
| Promedio | | | | | 5.5 | 57 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0371-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Muestra : | Concreto con 15% de celulosa del papel | Fecha de Ensayo: | 01-03-24 |
| | | f'c (kg/cm²): | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P031 | 14 | 10.20 | 81.7 | 57.4 | 7.0 | 72 | 2 |
| 009-TEM-P032 | 14 | 10.20 | 81.7 | 57.0 | 7.0 | 71 | 2 |
| 009-TEM-P033 | 14 | 10.20 | 81.7 | 59.6 | 7.3 | 74 | 2 |
| Promedio | | | | | 7.1 | 72 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 0372-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------|----------|
| Cliente : | Juan Diego Colchado Vigo | Fecha de Emisión: | 15-03-24 |
| Proyecto : | Adición de celulosa del papel en las propiedades del relleno fluido de baja resistencia controlada para la elaboración de base de losas en Trujillo | Fecha de Moldeado: | 16-02-24 |
| Muestra : | Concreto con 15% de celulosa del papel | Fecha de Ensayo: | 15-03-24 |
| | | f'c (kg/cm²): | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 009-TEM-P034 | 28 | 10.20 | 81.7 | 62.2 | 7.6 | 78 | 2 |
| 009-TEM-P035 | 28 | 10.20 | 81.7 | 64.9 | 7.9 | 81 | 2 |
| 009-TEM-P036 | 28 | 10.20 | 81.7 | 60.6 | 7.4 | 76 | 2 |
| Promedio | | | | | 7.7 | 78 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-095-2023, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo.

website: www.tem-concrete.com

ANEXO N°4. Evidencias fotográficas.













