

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y
físicas del concreto**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Maryuri Jannet Montenegro Arcila

ASESOR

Juan Jacobo Sanchez Bautista

<https://orcid.org/0000-0003-2820-8789>

Chiclayo, 2024

**Influencia del caucho reciclado en las propiedades
mecánicas y físicas del concreto**

PRESENTADA POR

Maryuri Jannet Montenegro Arcila

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Gian Franco Perez Garavito

PRESIDENTE

Jorge Enrique Alvarez Ruffran

SECRETARIO

Juan Jacobo Sanchez Bautista

VOCAL

Dedicatoria

A Dios por permitirme llegar hasta este momento tan significativo de mi formación profesional. A mis padres Dionicio y Gloria, por estar presentes en cada momento importante en mi vida, por brindarme sus consejos, afecto, amor, valores y su incondicional apoyo y en recompensa a sus esfuerzos. A mi hijo Rodrigo, por darme soporte, por brindarme su compañía y apoyo.

Agradecimientos

Un especial agradecimiento a mi Dios por haberme guiado en todo este proceso a mi asesor el Ing. Sánchez Bautista Juan Jacobo por brindarme sus enseñanzas, a mis padres por incentivarne a seguir adelante y a mis amigos por el apoyo en este proyecto.

Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de la literatura.....	10
Materiales y métodos	24
Resultados y discusión	48
Conclusiones	84
Recomendaciones:.....	85
Referencias	86
Anexos.....	88

Resumen

El crecimiento de los desechos de caucho, principalmente llantas, es una inquietud mundial por el daño en el ecosistema y el bienestar humano. Este artículo investiga cómo el caucho altera las propiedades mecánicas y físicas del hormigón convencional cuando se maneja como agregado fino en diferentes proporciones (3%, 5% y 7%). Se realizan pruebas utilizando muestras de concreto para evaluar mejoras en la resistencia de los diseños de mezcla. Debido a su alta relevancia científica y las significativas dificultades ecológicas concernientes con el tratamiento de desechos de caucho, la investigación sobre este tema debe continuar.

Palabras clave: [grano de caucho], [diseño de mezcla de concreto], [Caucho reciclado], [Hormigón].

Abstract

The growth of rubber waste, mainly tires, is a worldwide concern because of the damage to the ecosystem and human welfare. This paper investigates how rubber alters the mechanical and physical properties of conventional concrete when handled as fine aggregate in different proportions (3%, 5% and 7%). Tests are performed using concrete samples to evaluate improvements in the strength of mix designs. Due to its high scientific relevance and the significant ecological difficulties concerning the treatment of rubber waste, research on this topic should continue.

Keywords: [rubber grain], [concrete mix design], [recycled rubber], [concrete].

Introducción

El incremento de restos de caucho se ha transformado en una problemática universal por el impacto negativo en el entorno y en la salud. La necesidad de encontrar solución a este problema ambiental que es causada por los residuos de neumáticos ha agilizado la investigación de alternativas y métodos para el reutilizamiento de los restos de caucho.

En la actualidad, la preocupación ambiental es más evidente en nuestro entorno y ocupan gran importancia en las nuevas políticas de desarrollo, hoy por hoy se hace existente la necesidad de ir en busca de nuevas tecnologías que pueda aminorar estos impactos y que a su vez logren el uso masivo de los componentes, dentro de estos están los neumáticos los cuales en su mayoría tienen el mayor porcentaje de desechos en pocas palabras para que se logre el desarrollo sostenible es fundamental reciclar los residuos[2]. Para mitigar el impacto ambiental se requiere de diferentes desafíos logísticos y tecnológicos logrando alcanzar la mejoría de desechos compatibles en las pruebas [3]. Se busca avances con componentes que podamos reutilizar, haciendo disposiciones o tratamientos adecuados para no afectar el medio ambiente. El material como el caucho se está utilizando e implementando por sus excelentes comportamientos mecánicos, como su resistencia al corte y resiliencia.

El entorno y la salud se ven afectados por diferentes producciones de neumáticos ya que estos originan difusión de (CO₂), que se da al momento de su fabricación como también en el uso final [4]. Por lo que se plantea la problemática de ¿Cómo difieren las características mecánicas y físicas del concreto adicionándoles un porcentaje de caucho en partículas con respecto al agregado fino en diferentes porcentajes?

Se propuso que el caucho sea reciclado y reutilizado como agregado a la mezcla convencional de concreto en cantidades que puedan servir con o sustituto de algunos agregados, teniendo como objetivo general determinar las propiedades mecánicas y propiedades físicas del concreto trabajado a base de fragmentos de caucho reciclado. Así mismo se establecieron los objetivos específicos:

- Elaborar un diseño de mezclas para el concreto que sea de manera óptima bajo las especificaciones de la norma ACI.
- Precisar y dosificar la mezcla modelo como las mezclas de concreto con distintos porcentajes (3%, 5% y 7%) de caucho reciclado.
- Determinar el peso unitario y evaluar el contenido de aire siguiendo los parámetros de la normativa correspondientes.
- Evaluar el aumento de resistencia a la compresión; flexión y tracción del concreto empleando granos de caucho reciclado.

- Realizar una comparación de costos y de factibilidad del concreto convencional y el concreto con la adición del caucho.

Con esta indagación se intenta aminorar la contaminación del medio ambiente de la ciudad de Chiclayo a causa de los neumáticos desechados, los cuales son causantes de enfermedades; por la quema de neumáticos, destruyendo la imagen de nuestra ciudad, ya que usualmente una vez utilizados son botados a las calles, arroyos, cunetas. Si logramos reutilizar el caucho desechado podemos lograr la disminución del consumo de energía. Esto se refiere a reducir las emisiones de (CO₂) al aire. El peso de un kilogramo de plástico reciclado es equivalente a 1,5 kg de CO₂ menos expulsado al medio ambiente. Y así contribuimos a reducir el efecto invernadero, utilizando estos residuos en nuestras obras de construcción.

Se plantea que el caucho sea reciclado y reutilizado como una adición a la mezcla tradicional del concreto en proporciones que puedan reemplazar parte de los agregados, lo que ayudará a reducir la sobreexplotación de estas materias primas. Se buscará una solución que equilibre el entorno y la calidad de los componentes directos de cimentación para mejorar la calidad de vida de los habitantes del distrito de Chiclayo, combatir la contaminación humana y aumentar los beneficios de la construcción.

Revisión de la literatura

- **Antecedentes**

Lector y Villareal [5] relatan la contaminación ambiental causada por los residuos plásticos, esta problemática no solo se da en el Perú sino también en todo el mundo pues no les dan una utilidad a los desechos. En la indagación se diseñó la preparación de adoquines de concreto adicionando el material como materia prima de las partículas de caucho reciclado, para esto se calculó las propiedades físicas y mecánicas, características del caucho reciclado incorporadas al concreto. De la misma manera, se generó la relación de las mezclas sin caucho reciclado y con los porcentajes de incorporación de caucho reciclado. La investigación dio como resultado que al aumentar la proporción de caucho reciclado las propiedades iban disminuyendo.

Jaime Leal y Torres Cervera [6], A través de la hipótesis se planteó que la arena se reemplazó por las partículas de caucho reciclado, estas mismas fueron insumos de morteros para la elaboración de productos constructivos, uno de los ejemplos son los adoquines. Los efectos obtenidos en la investigación abarcan un contenido de las propiedades fisicoquímicas de diferentes porcentajes de dosificación el cual también se reemplazó en parte por GRC. También muestra los ensayos de compresión y flexo tracción a través de las réplicas convencionales de dosificaciones. Por consiguiente, se estableció que hay una opción diferente para el reciclado ya que el agregado fino se puede reemplazar por el GCR, a partir de esto se consiguió adoquines ecológicos con la sustitución de arena en un porcentaje del (5,7, y 9) que cumplen con respecto a la norma técnica colombiana en la absorción y la resistencia a flexión.

Farfán y Leonardo [7], Al utilizar los componentes reciclados con el hormigón elaborado nos brinda una opción en optimizar y reducir en gran cantidad los recursos durante la elaboración de las unidades. Un concreto de 210 Kg/cm² alterado con un caucho y aditivo plastificante vemos la resistencia compresión y flexión, con dos grupos de revisión, con y sin plastificante. El valor que alcanzo la resistencia a la compresión es de 218,45 Kg/cm² y 212,33 Kg/cm² un porcentaje de 10% de caucho, y el valor para la resistencia a flexión fue de 81,86 kg/cm² logrando un valor alto para el porcentaje de un 15% del caucho reciclado pudiendo demostrar que es un magnífico agregado para utilizar en las mezclas de hormigón, pero no tan influyente por la pérdida de resistencia mecánica, en cambio el plastificante incrementa ampliamente en un porcentaje de 15% utilizable. En el estudio de varianza con un porcentaje de 10% se procede que el caucho reciclable tiene beneficios en la resistencia de flexión y compresión en la elaboración de hormigón alterado con plastificante.

Bases teóricas

➤ **Definición del concreto:**

El mortero es una composición preparada por la relación de varios elementos, es decir, cemento, agua, agregado grueso y fino. Así mismo, este incorpora un pequeño volumen de aire atrapado y en algunos casos se adicional aire intencionalmente con la ayuda de algunos aditivos según menciona **Rivva** [8].

En Perú, el concreto es el elemento de cimentación más eficaz que otros. La calidad de este material depende del conocimiento de los elementos que lo conforman, así como de la mano de obra empleada para su fabricación.

La siguiente definición se establece en la Normativa E-060:

- ✓ Concreto: es una composición de cemento portland o hidráulico con agregado grueso, agregado fino y agua. Puede incluir o no aditivos.
- ✓ El concreto estructural: utilizado en estructuras puede ser simple o armado.
- ✓ El concreto reforzado: se refiere a un concreto estructural reforzado con acero que puede ser pre esforzado según los requisitos especificados en los Capítulos 1-21.
- ✓ El concreto simple: es un prototipo de mortero estructural que no demanda de refuerzo o tiene un refuerzo que es menor a la cuantía mínima determinada por la normativa.

- **Resistencia del concreto:**

Determinar la firmeza a la compresión de desiguales mixturas de concreto se utiliza con el fin de construir edificios, vías, puentes y otras obras o estructuras de ingeniería. Esto se hace para asegurarse de que la mezcla sea viable o adecuada para su uso en la obra.

La primordial especialidad del funcionamiento del concreto es su resistencia a la compresión simple. Esta es la capacidad de resistir un peso por unidad de área el cual se enuncia en cláusulas de esfuerzo, tales como en kg/cm², MPa y ocasionalmente en libras por pulgada al cuadrado (psi).

Según la pauta en ASTM C31 establece pasos para los ensayos del curado de los especímenes en laboratorio para evaluar la firmeza de la concreta in situ. Estos especímenes cilíndricos se evalúan de acuerdo con el Método Estándar de Prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Tubulares de Concreto según la Normativa técnica peruana 339.034 de la ASTM C39.

EL resultado es la prueba promedio de no menor a dos especímenes curados que contengan la misma edad tal cual sea por estándar o convencional concretados al ensayo de resistencia.

- **Resistencia a la flexión:**

Es una evaluación de la capacidad de una viga o losa de concreto sin reforzar para resistir la falla en un momento determinado.

La resistencia a la flexión del concreto para asfaltos está influenciada por el tránsito de autos y las variaciones del grado de clima entre las losas. Las metodologías de prueba según NTP 339.078 (ASTM C78) cargado en los puntos terceros o NTP 339.079 (ASTM C293) cargado en el punto intermedio se utilizan para establecer la resistencia a la flexión para el diseño de pavimentos de concreto.

El módulo de rotura (MR) se expresa en MPA. Este mismo se da entre el 10 % y el 20 % de la resistencia a la compresión, dependiendo del tipo, dimensión y volumen del agregado grueso utilizado.

➤ **Durabilidad del concreto:**

Una de las características relevantes del concreto es la resistencia a compresión esto se da en estado endurecido de los especímenes, pero en momentos específicos pueden ser más significativas otras características.

Las condiciones ambientales influyen en la durabilidad de los especímenes ya que estas, pueden causar desgaste por causas mecánicas, químicas o físicas. Sin embargo, hay orígenes internos como la filtración, los productos adicionados o las diferentes modificaciones de Tamaño producidos por diferentes causas en las Características térmicas.

➤ **Permeabilidad:**

La permeabilidad es la habilidad de un elemento para permitir el paso de un desplazamiento, como agua, aire, vapor de agua o iones, sin alterar su estructura interna, debido a las diferencias de presión entre sus dos superficies opuestas. La permeabilidad se mide por el caudal filtrado de acuerdo con la ley de Darcy, que describe un movimiento suave y uniforme.

La propiedad del concreto depende de la porosidad de la pasta de cemento, la porosidad de los agregados y los vacíos causados por la compactación deficiente o los capilares de exudación. Cuando las relaciones/C son bajas y la hidratación del cemento aumenta, el volumen de poros grandes disminuye, lo que reduce la permeabilidad de la pasta de cemento endurecida.

En general, el hormigón permeable, o el hormigón con grietas propagadas en la superficie del hormigón, permite la entrada de humedad, aire o diversos contaminantes, provocando corrosión. Lo mismo se aplica si el concreto se daña por humedecimiento y secado, acción de congelamiento y descongelamiento, acción de ácido o sulfato, carbonatación u otros factores que causan que el concreto se agriete o debilite. Además de la contracción por secado, la carbonatación también puede causar una disminución del nivel de pH del hormigón, lo que puede debilitar su acción como barrera protectora para el acero de refuerzo y otros metales incrustados en el hormigón.

➤ **Concreto en estado fresco:**

- **Estabilidad**

Se da el traslado del hormigón sin calcular las fuerzas que se aplican como las externas en ella. Esta cuantificación se genera mediante la exudación y la segregación de fuerzas externas, es decir por el método Estándar, permitiendo comparar las características mencionadas entre varios diseños, siendo lo más coherente buscar concluir con estimaciones mínimas.

- **Compactibilidad**

Determinación de la fluidez para compactar el hormigón reciente. En la actualidad la metodología para calcular el mencionado “Factor de compactación” es amplia, valorar el trabajo necesario para la condensación final.

- **Segregación:**

Segregación interna: cuando los átomos grandes se van a dividir, esto se da por asentamiento o descohesión, también es el tema que la mezcla se divide de los compuestos.

Separación superficial: Se da en las fuerzas externas aplicadas al concreto fresco son mayores que las fuerzas interiores de unión de la mezcla. Estas acciones se producen durante el transporte, colocación y vibrado. Una vez ubicado directamente en su posición final el concreto no se debe mover, ni dejarlo que se movilece sobre los encofrados, tampoco es recomendable aplicarle un vibrado constante. Así mismo, dicho vibrado se dejará de aplicar una vez que desaparezcan las burbujas superficiales de agua.

- **Exudación**

Este proceso es categoría particular de separación, donde la porción del agua utilizada en la aglomeración se va extendiendo al área de la mezcla (concreto) recién empleado, esto se da por ser el componente inferior en densidad de la combinación es decir de la mezcla a la inferior del fondo de la composición granular para impedir la

Una de las consecuencias de la exudación es que genera una mayor relación a/c esto hace que sea más porosa, frágil al roce y al impacto del frío. Por otro lado, el proceso de la exudación genera capilares en las estructuras, constituidos hacia una igual orientación que la mayoría, la permeabilidad favorece a la prevención de elementos abrasivos son ejemplo las sales y los sulfatos. Hay dos tipos:

Exudación uniforme: el evento avanza en el espacio libre de concreto.

Exudación canalizada: Aquí el agua provoca la erosión de las partículas finas de cemento y agregado.

➤ **Tipos de concreto:**

Según Rivva López [8]

- **Concreto ordinario:** Es conocido generalmente como simplemente concreto, esta mezcla se genera a través de la combinación de portland (cemento), agua y agregados de diferentes proporciones, superiores e inferiores a 5mm.
- **Concreto en masa:** Es el concreto no estructural, es decir no contiene en su composición interna acero estructural, esto es apto para estructuras que resistan cargas de compresión.
- **Concreto armado.** Es el mencionado concreto armado, es decir contiene en su componente interna acero estructural, esto es apto para estructuras que resistan cargas tanto de compresión como también de tracción.
- **Concreto pretensado:** Hormigón en cuya composición interna está incorporada acero estructural especial, y ésta a su vez está sometida a tracción. Así mismo, se clasifica como pretensado o postensado, si se pudo tensar la armadura de manera anticipada al situar el hormigón fresco o si la estructura se estira una vez adquirida resistencia el concreto respectivamente.
- **Concreto ciclópeo:** Es un concreto que solamente contiene en su interior como elemento básico a piedras grandes denominadas ciclópeos, es decir es un concreto simple, dado que no contiene armadura en su interior.

➤ **Caucho reciclado:**

Los neumáticos reutilizables son el caucho de los neumáticos que ya no están en uso. Aparte de ser una fuente de recursos energéticos, el caucho reciclado Es

adaptable para una diversidad de objetivos. Por lo tanto, es crucial evitar su disposición en vertederos y en su lugar, enfocarnos en mejorar su manejo en instalaciones de reciclaje debidamente autorizadas. En la actualidad, La Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje (FER), integrante del Comité Organizador de SRR., busca maximizar el potencial de este sector. La directora general de la FER, Alicia García Franco, afirma que a pesar de que una gran parte del caucho se recicla para su utilización en nuevas aplicaciones de este se utiliza como combustible alternativo con fines energéticos. La responsable de esta Federación agregó que es necesario promover nuevos proyectos. Con el fin de mejorar la capacidad tecnológica de las plantas de recuperación y reciclaje de neumáticos fuera de uso (NFU), así como para concienciar a la sociedad de las opciones que ofrece el caucho reciclado, de forma que se consuman productos hechos con este material. El caucho tiene muchos usos para reciclar debido a su naturaleza. Las diferentes partes de este material se pueden utilizar para crear suelos elásticos prefabricados en forma de baldosas, planchas o rollos, así como para pavimentos deportivos o parques infantiles.

Los fragmentos de tamaño intermedio pueden emplearse para llenar campos de césped artificial, mientras que las más pequeñas pueden ser utilizadas como agregados para optimizar la propiedad de las mezclas asfálticas y a modo de mecanismos para la elaboración de piezas en la producción del caucho. Además, este material se enfatiza por su excelente capacidad como aislante de calor y sonido, un campo en el que el mercado tiene una gran vía de desarrollo. Las opciones a manera mencionadas admiten una emisión adicional eficiente y productiva al elevado volumen de neumáticos.

➤ **Composición de los neumáticos:**

Las llantas se encuentran hechos de una variedad de componentes, y estar en manos de su propósito, pueden tener características únicas como capacidad de soportar carga, capacidad para manipular altas presiones y adherencia.

➤ **Técnicas de reaprovechamiento de los neumáticos para su reciclaje:**

Pirolisis

Desintegración sintética de la sustancia orgánica y de todos los tipos de

componentes, menos los elementos metálicos y los vidrios, mediante el aumento de calor en falta de oxígeno, pero sin generar gases, que son perjudiciales para el entorno. En el proceso de pirolisis de neumáticos, el caucho se descompone utilizando calor, lo que da como resultado: GAZ, un gas análogo al propano que se logra utilizar en la manufactura, y lubricante industrial líquido que se puede purificar en diésel, coke y acero.

Termólisis

La termólisis es la reacción en la que al menos dos compuestos se separan cuando se someten a altas temperaturas. Los neumáticos se calientan anaeróbicamente, es decir, sin el componente vital del aire. El aumento de calor y la falta de aire descomponen las conexiones químicas que constituyen el neumático, creando enlaces de petróleo, ya que lo constituye compuestos originales del neumático. Esta operación produce elementos metálicos, compuestos carbonados sólidos y volátiles que alcanzan a utilizarse en la fabricación de neumáticos u otros usos.

Incineración

Es la incineración exhaustiva de sustancia orgánica en chimeneas a través de reacción de oxidación en existencia de una demasía de oxígeno. Este se refiere a un asunto caro y difícil de controlar debido a los diversos rangos de rapidez de ignición de los componentes que componen el neumático y la necesidad de depurar los desechos gaseosos que se emiten. El calor producido por este proceso puede ser utilizado como energía. Si la incineración no se controlara, tendría un gran impacto ambiental, ya que se liberarían gases como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de zinc, óxidos de plomo y otros. Por ella, el hollín domina una gran cantidad de hidrocarburos aromáticos policíclicos excesivamente cancerígenos, y varios de los desechos producidos son diluirles en agua, lo que los llevaría a la cadena nutritiva y luego a los humanos.

➤ **Métodos físicos:**

El proceso de pulverización criogénica

Consiste en solidificar llantas enteras con nitrógeno fluido y luego golpearlas para producir caucho en forma desmenuzado, con la dispersión de nitrógeno

gaseoso. La ventaja de procedimiento es el tamaño imperceptible de los polvos logrados, mientras que el inconveniente es que los polvos de acero y caucho se combinan. Además, pide infraestructuras de gran valor económico para su funcionamiento y elementos aptos y especializados.

El sistema requiere estructuras muy sofisticadas, lo que lo hace ineficaz ahorrativamente y dificulta el sostenimiento de la herramienta y su causa. Este sistema no es recomendable debido a la depreciación de la eficacia de los artículos conseguidos y las dificultades componentes y económicas para depurar y apartar el caucho de los metales entre ellos, así como los componentes textiles que conforman el neumático.

Trituración por métodos mecánicos

No se utilizan agentes químicos ni calor en este proceso, que es completamente mecánico. Se requiere que el neumático inicial se someta a un conjunto de fraccionados consecutivos incluso que su capacidad disminuya a un tamaño muy diminuto, el cual se vera del uso consecutivo que se le dará al producto. Convertir neumáticos en electricidad una vez que se han preparado los desechos de neumáticos, pueden transformarse en energía eléctrica que se puede usar en la instalación de reciclaje o transportarse a diferentes establecimientos repartidoras. Los desechos se colocan en una caldera, donde se produce la combustión. El calor liberado en él se transforma en vapor de alta temperatura y presión que se transporta a una turbina. La turbina se mueve al expandirse y el generador conectado a ella genera electricidad, que debe transformarse para su directo uso. La principal ganancia de este desarrollo es que produce productos de alta calidad con un número reducido de pasos y que no requiere fases de desinfección porque no se utilizan sustancias externas a las llantas. **El presente estudio utilizó este método para obtener las partículas de caucho reciclado.**

El caucho se transforma de la siguiente manera utilizando la trituración mecánica:

- Desfibriladora de neumáticos de acero: elimina todo el acero de las llantas, lo que da como resultado un acero que se emplea como un nuevo producto en las siderúrgicas.

- Paso N°01 para la trituración: las llantas se colocan en una faja que las lleva al embudo principal, que tiene diferentes cambiantes de cuchillas de acero de alta resistencia que pueden procesar dos toneladas por hora. De allí se extraen fragmentos de caucho de aproximadamente 120 mm de tamaño.
- El pregranulador, también conocido como raspador, es un equipo de molienda secundaria con una capacidad de cuatro toneladas por hora y que alimenta a dos granuladores. El acero se extrae del pregranulador hasta lograr un material libre de acero.
- Instalación de Gradación de finos: Tienen un par de molinos de dispersión de tamaños producen gránulos de malla 8 a 30. Estos gránulos son uno de los productos más populares en todo el mundo que se utilizan para construir pistas sostenibles.
- Desintegrador de fibras: son diferentes de ciclones que retira la fibra del material producido por el triturador de gránulos. Esta fibra se utiliza en el desarrollo de producción de tejas y otros artículos de cemento.
- Extractor de acero: conta la apariencia de dos sistemas de magnetismo en línea separando el granulo de caucho del acero en polvo.



Figura N° 1 Caucho reciclado granulado

➤ **Las características físicas del caucho combinado con el hormigón**

La estructura de concreto es una estructura resistente a la fatiga, la degradación y otros factores debilitantes o erosivos. Porosidad y absorción.

El rendimiento del concreto en su uso depende de una variedad de factores, incluidos los componentes utilizados, el diseño de dosificación y las teorías de cálculo estructural. Las normas y/o códigos controlan la porosidad, un parámetro que garantiza la durabilidad del concreto. Los componentes que tienen la misma cantidad de poros, por ejemplo, tendrán un comportamiento mecánico diferente. Los ataques de agentes agresivos serán más comunes en componentes con poros interconectados. La estructura de concreto es una estructura resistente a la fatiga, la degradación y otros factores debilitantes o erosivos. Porosidad y absorción.

➤ **El Sistema Integrado de Gestión de Neumáticos Usados (SIGNUS) administra y maneja los desechos sólidos de NFU.**

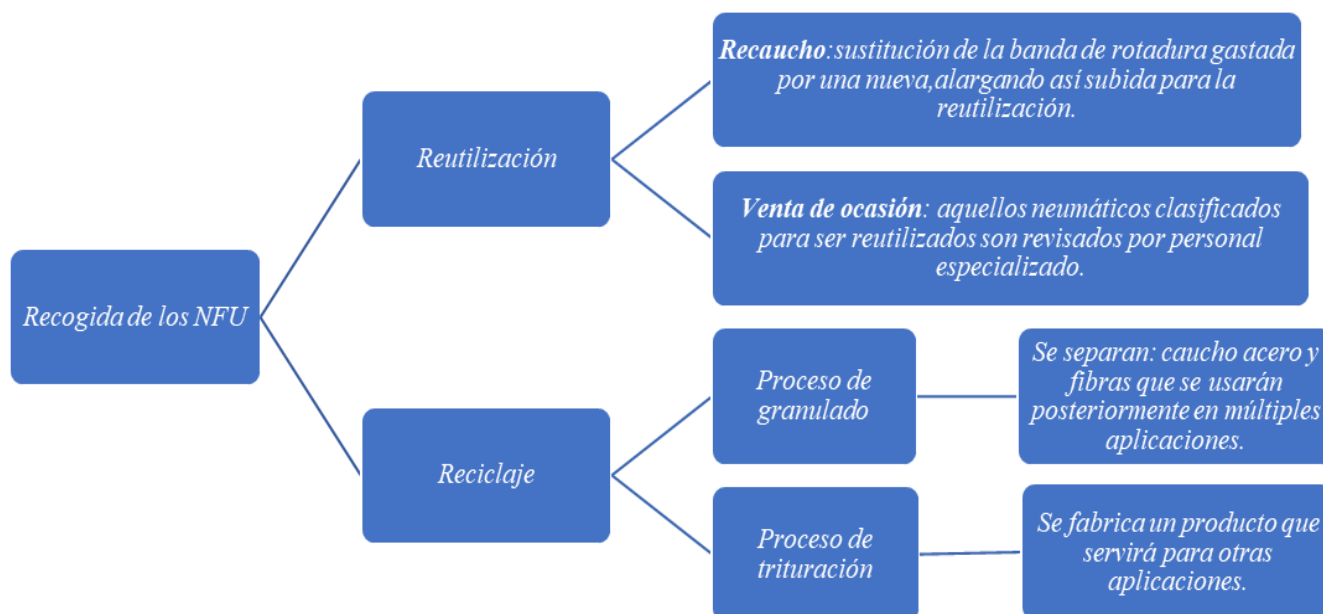


Figura N° 2 (SIGNUS) administra y maneja los desechos sólidos de NFU. FUENTE: Municipalidad de Lima Gob. Perú

➤ **Diseño de mezcla**

Metodología ACI

Esta metodología proporciona proporciones iniciales para los concretos de prueba. Se basa en una secuencia lógica de pasos que considera las características de los materiales a utilizar y el resultado final deseado

Elegir un asentamiento

Es necesario especificar el asentamiento mínimo y máximo. Las necesidades de construcción determinan la opción del slump. La Tabla 1 se puede utilizar para elegir el apisonamiento del concreto.

Tabla N° 1 Asentamiento

Types of construction	Slump (in.)	
	Maximum*	Minimum
Reinforced foundation walls and footings	3	1
Plain footings, caissons, and substructure walls	3	1
Beams and reinforced walls	4	1
Building columns	4	1
Pavements and slabs	3	1
Mass concrete	2	1

Nota: Dependiendo de las exigencias de la obra, es posible utilizar asentamientos diferentes. Adaptado de Mehta [4]

El ingeniero estructural determina el TM de los agregados teniendo la representación de los manuales a construir, el espaciamiento del refuerzo y la disponibilidad. Los materiales de construcción bien fragmentado, con TM mayores, presentan una menor cantidad de vacíos.

Evaluación del contenido de aire atrapado y agua se aplica la tabla 2 para evaluar la cuantía de medidas de litros de agua obligatorios para un metro cúbico de mezcla después de determinar el slump requerido y el TM de partículas. Se debe considerar si es un concreto con aire incorporado.

Tabla N° 2 Tabla de asentamiento

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

Tabla N° 3 Contenido de aire atrapado

La Tabla 3 presenta las expectativas de contenido de aire atrapado en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Determinación de la proporción entre agua y cemento: Para determinar este parámetro, es necesario considerar tanto los requisitos de resistencia como los de durabilidad, optando por la relación agua/cemento más baja entre ambos criterios. Se pueden emplear herramientas como la Tabla 4 para calcular una relación agua/cemento inicial estimada.

Tabla N° 4 Correlación agua - cemento

f'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Composición de cemento:

La cantidad de agua (paso c) se divide entre la relación agua/cemento (paso d). No obstante, si se necesita una cantidad específica de cemento para mantener la durabilidad, se debe elegir el más alto de los valores.

Estimado del volumen de agregado grueso:

Los factores que más impactan en la correlación entre el peso del árido grueso y el peso del concreto son el tamaño máximo del árido grueso y la fineza del árido fino. La relación precisa entre el volumen unitario del árido grueso y el volumen total del concreto es un aspecto clave a considerar se encuentra en la Tabla 5. Para convertir el valor en masa, primero se multiplica el peso unitario del árido grueso.

Tabla N° 5 Volumen unitario del agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	2.40	2.60	2.80	3.00
3 / 8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Luego, el valor de la tabla se utiliza para calcular el peso total del agregado al multiplicarla por el peso unitario del mismo para determinar el peso de agregado que se utilizará.

Estimación basada en la cantidad de agregado fino:

Este monto se calcula dividiendo la discrepancia entre 1m³ de hormigón y la suma de los volúmenes de los demás componentes. El peso de cada material fraccionado entre su densidad absoluta que es la gravedad específica por la densidad del agua) es el volumen total de cada ingrediente.

Cambios causados por la humedad del agregado:

El porcentaje de agua utilizado en la mezcla se adecúa de acuerdo con la humedad del agregado.

Modificar la proporción de la mezcla:

Se pueden hacer algunas modificaciones a la mezcla, si los resultados no cumplen con los requisitos esperados. Se puede cambiar Si se busca modificar, la proporción de agregado a cemento o la distribución de tamaños del agregado con la trabajabilidad, pero no la resistencia. Si se desea cambiar la resistencia, pero no la trabajabilidad, se puede cambiar la relación manteniendo la cantidad de agua en la mezcla constante. Esto se logra modificando la relación de agregado/cemento después de la relación de agregado/cemento.

Materiales y métodos

Los componentes y métodos utilizados en esta investigación se dividen en: selección de canteras; diseño de la mezcla utilizando ACI; análisis de características físicas y mecánicas; preparación, curado y evaluaciones de resistencia a través de pruebas de compresión, flexión y tracción. y permeabilidad de las probetas. En cada anexión se describen los componentes, los equipos y las técnicas utilizadas para obtener datos precisos con el objetivo de procesar los resultados.

- **Enfoque de estudio**

Modalidad de investigación.

Tabla N° 5 Clasificar la indagación

PARÁMETRO	CLASE
<i>Enfoque Metodológico</i>	<i>Cuantitativa</i>
<i>Diseño de prueba de Hipótesis</i>	<i>Experimental</i>
<i>Fuente de Datos</i>	<i>Primaria</i>
<i>Objetivo</i>	<i>Explicativo</i>
<i>Finalidad</i>	<i>Aplicada</i>

Este proyecto se clasifica como una investigación experimental porque lleva a cabo pruebas experimentales utilizando un conjunto de conocimientos para alcanzar una conclusión, en esta instancia una comparación de resultados mediante la combinación de diferentes tipos de componentes.

- **Diseño y nivel de la investigación**

Se referencia la norma NTP 339.034, donde nos indica la cantidad de probetas y ensayos que deben realizarse.

Debido a que la norma NTP 339.034 señala que para especímenes cilíndricas con longitud de 15 cm x 30 cm se deben hacer como mínimo 2 réplicas para conveniencia por cada porcentaje de caucho añadido a la mezcla.

Concreto convencional $f'c210 \text{ kg/cm}^2$

Teniendo en cuenta la siguiente fórmula se establecerá la cantidad de probetas que se elaborarán en la investigación:

La cantidad total de probetas es igual a la resistencia, al tiempo de curado y al número de replicas.

Factor 1: Grano de caucho (0,5mm – 2,5mm)

Factor 2: Dosificación de caucho en 3%,5% y 7%.

Cemento Portland Tipo I

Patrón

<i>Resistencia</i>	210 kg/cm ²		
<i>Tiempo de curado</i>	7 días	14 días	28 días
<i>Dosificación</i>	0%	0%	0%
Ensayos			
<i>Resistencia a compresión</i>	2	2	2
<i>Resistencia por tracción</i>	2	2	2
<i>Resistencia a la flexión</i>	2	2	2
<i>Módulo De Elasticidad</i>	2	2	2
<i>Resistencia a la durabilidad</i>	-	-	3
<i>Permeabilidad</i>	-	-	3
Subtotal	8	8	14
Total	30		

Concreto sustituyendo al agregado fino en porcentajes de 3%,5% y 7%

<i>Resistencia</i>	210 kg/cm ²		
<i>Tiempo de curado</i>	7 días	14 días	28 días
<i>Dosificación</i>	3%,5%,7%	3%,5%,7%	3%,5%,7%
Ensayos			
<i>Resistencia a compresión</i>	6	6	6
<i>Resistencia por tracción</i>	6	6	6
<i>Resistencia a la flexión</i>	6	6	6
<i>Módulo De Elasticidad</i>	6	6	6
<i>Resistencia a la durabilidad</i>	-	-	9
<i>Permeabilidad</i>	-	-	9
Subtotal	24	24	42
Total	90		

➤ Población de estudio:

- No aplica

➤ Muestra:

La muestra será designada por interés, tomando en cuenta como muestra las 120 probetas las cuales serán sometidas a los diferentes ensayos para comprobar las características físicas y de resistencia.

➤ Unidad de análisis:

Los prototipos de concreto en sustitución parcialmente con 3%, 5% y 7% el árido fino por gránulos de caucho reciclado

➤ **Componentes y equipos utilizados en la investigación**

- ✓ Caucho, obtenido de la Fabrica Pavimentos Deportivos (ubicada en la Dirección: Av. Los Horizontes 308 - Lima 09-Lima-Perú Planta: Av. Panamericana Sur Km. 17,8 Lima 42-Sudamérica-Lima-PERÚ. Los Laureles, Villa Salvador, Lima)
- ✓ Cemento
- ✓ Agregados (grueso y fino).
- ✓ Agua potable

Tabla N° 6 Componentes y herramientas

Equipos utilizados en la investigación	Herramientas utilizadas en la investigación
▪ <i>Balanza para medir el peso de los agregados y cemento.</i>	▪ <i>Cinta metálica graduada para medir el asentamiento (slump) del concreto.</i>
▪ <i>Prensa hidráulica para aplicar carga a compresión axial a los especímenes.</i>	▪ <i>Marcador para codificar los especímenes.</i>
▪ <i>Cono de Abrams, plancha metálica y varilla, para medir el Slump o Asentamiento del concreto.</i>	▪ <i>Badilejo grande y pequeño para remezclar el concreto en la bandeja.</i>
▪ <i>Equipo (probeta, varilla), para determinar el peso unitario de los agregados y del concreto.</i>	▪ <i>Bandeja para llevar el concreto, Carretilla para trasladar los especímenes</i>
▪ <i>Mezcladora de concreto.</i>	▪ <i>Palana para llenar los recipientes con agregado para su posterior pesado.</i>
▪ <i>Juego de Tamices para granulometría de agregados fino y grueso.</i>	▪ <i>Martillo de goma para golpear las paredes laterales exteriores del molde de especímenes durante el vaciado de concreto.</i>
▪ <i>Probeta de vidrio graduada para medir agua en cantidades pequeñas</i>	▪ <i>Cucharon para llenar los moldes de los especímenes.</i>
▪ <i>Molde cónico para determinar si el agregado fino si alcanzo el estado superficialmente seco.</i>	▪ <i>Balde para trasladar los agregados hacia el trompo.</i>

Tabla N° 7 Cuadro de variables y combinaciones de estudio

Código	Tipo de muestra
CP	<i>Concreto patrón sin sustitución del A.F.</i>
A-3%	<i>Concreto con sustitución del 3% A.F. por partículas de caucho reciclado.</i>
A-5%	<i>Concreto con sustitución del 5% A.F. por partículas de caucho reciclado.</i>
A-7%	<i>Concreto con sustitución del 7% A.F. por partículas de caucho reciclado.</i>

- **Instrumentos de recolección de datos**

Para desarrollar los ensayos, usaremos programas de Microsoft Office como Word y Excel, que nos ayudarán a llenar y crear hojas de cálculo, gráficos y tablas para el resultado final de la investigación.

Agregados
✓ Recolección de componentes de construcción
✓ La cantidad de material que pasa por el tamiz de 75 UM (N° 200) durante el lavado
✓ El peso y el vacío de los agregados varillados y sueltos (MTC E 203).
✓ Analizar los agregados en función de su granulometría (MTC E 204).
✓ Absorción del agregado grueso y gravedad específica (MTC E 206)
✓ Absorción y gravedad específica del agregado fino (MTC E 205)
✓ Metodología de prueba para el contenido de humedad total del agregado mediante secado (MTC E 215)

Tabla N° 8 Normativa empleada a los agregados

Concreto
✓ Construir concreto en el terreno (NTP 339.183).
✓ Asentamiento del concreto – Slump (NTP 339.035)
✓ El peso y el contenido de vacíos en el concreto fresco (NTP 339.046)
✓ Preparación y conservación de piezas de hormigón (NTP 339.183)
✓ Ensayo a la compresión de testigo cilíndricos de concreto (NTP 339.034)
✓ Estudio de flexión de testigos de concreto cilíndricos (NTP 339.078)
✓ Ensayo de tracción de testigo de concreto cilíndrico (NTP 339.084 - ASTM C496)
✓ Ensayo de módulo de elasticidad para testigos de concreto cilíndrico (ASTM-C469)
✓ Evaluación de la tasa de percolación de los testigos (ACI 522R-10)
✓ Ensayo de durabilidad (resistencia a los sulfatos) (NTP.334.094)

Tabla N° 9 Normativa empleada a los ensayos

Procedimientos de la Investigación

Tabla N° 10 Procedimiento de la investigación

FASE I	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de la información bibliográfica. • Exploración de la normativa nacional vigente.
FASE II	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de Agregados grueso y fino. • Obtención del caucho reciclado. • Ensayos a los agregados y al caucho reciclado.
FASE III	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de la información obtenida en los ensayos • Diseño de mezcla con el porcentaje óptimo de caucho
FASE IV	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de concreto. • Ensayos de concreto endurecido. • Análisis de resultados obtenidos.
FASE V	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el Diseño de mezcla óptima para el concreto con la adicción del caucho. • Ensayos al concreto con la adicción de caucho • Análisis de resultados alcanzados.
FASE VI	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención y estudio de resultados • Estudio de costos. • Conclusiones y recomendaciones.

Situación del área de estudio

La ciudad de Chiclayo se encuentra en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, a una altura promedio de 27 metros sobre el nivel del mar. El clima en la ciudad es tropical, con temperaturas típicas de 18 a 31 grados Celsius durante el verano.

La constructora y consultoría A&R SAC, ubicada en la Av. Vicente Russo lote 8 fundó el cerrito Chiclayo, llevó a cabo la investigación de septiembre a diciembre de 2022.

Pasos:

Primer procedimiento que se realizo:

- Recoger muestreos de agregados de una cantera.
- Obtención de bolsas cemento.
- Adquisición de caucho.

Tomar muestras de agregados de una cantera

En esta investigación, se han utilizado muestras representativas de cada tipo de árido (grueso y fino) para cada ensayo, según la NTP. 339. Esta determina las propiedades de cada agregado, se requería una cuantía específica de árido fino y grueso. Dado que el árido grueso reaprovechado, también necesitaba ser examinado de igual manera, las porciones en cada ensayo para el árido grueso fueron las mismas en ambos escenarios.

Selección de cantera

Agregado Fino

El material utilizado para fabricar los especímenes de árido fino se obtuvo de la CANTERA PÁTAPO LA VICTORIA S.A., que se encuentra en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, en el distrito de Pátapo, con dirección carretera Chongoyape Km. 4 Cas. las Canteras (Caseta de Control), siguiendo las normas técnicas peruanas.

Tabla N° 11: Ubicación de la cantera

Lugar	Tiempo de llegada
Chiclayo- Pátapo	45 minutos

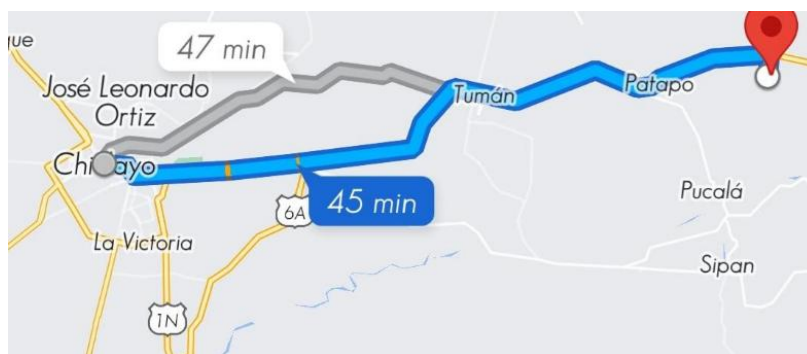


Figura N° 3 Distancia de Chiclayo hasta cantera Pátapo la victoria SAC

Agregado Grueso:

La cantera Tres Tomas proporcionó el agregado grueso. Situada en la provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, en el distrito de Mesones Muro.

Una de las canteras más importantes de Lambayeque se encuentra en el cauce del río loco de Ferreñafe y está a aproximadamente 35 km de la ciudad de Chiclayo.

Tabla N° 12 : Localización de la cantera

Lugar	Tiempo de llegada
Chiclayo- Mesones Muro (Ferreñafe)	50 minutos

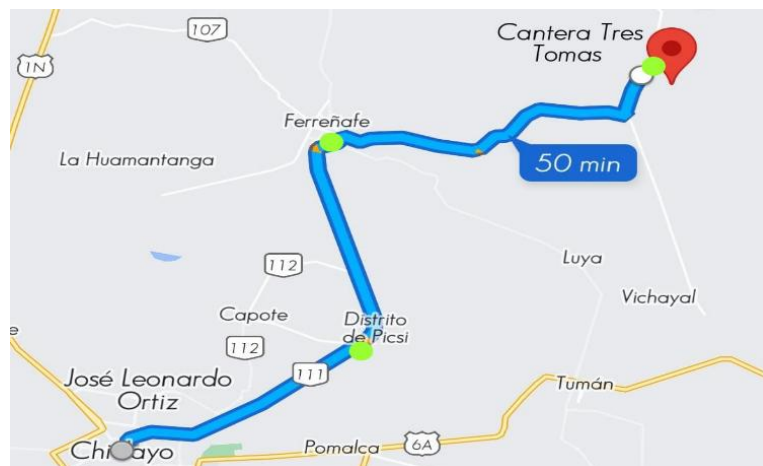


Figura N° 4 Distancia de Chiclayo hasta cantera Tres Tomas- Ferreñafe

Bolsas cemento

El cemento portland Tipo I, fabricado en el país y con un peso específico de 3.10 gramos por centímetro cúbico, se utilizó para crear las mezclas.

TABLA N° 13 Características físicas del Cemento Portland Tipo I.

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	REQUISITOS NTP 334.0097ASTM C150
Contenido de aire	%	7	Máximo 12
Expansión en autoclave	%	0.09	Máximo 0,8
Superficie específica	Cm2/g	3750	Máximo 2800
Densidad	g/cm3	3,10	No especifica

Fuente: Cementos Pacasmayo.

Agua

El agua potable se utilizó del local de Laboratorio "constructora y consultoría A&R SAC" en Chiclayo.

Partículas de caucho reciclado

El reciclaje de neumáticos se hizo en la empresa Pavimentos Deportivos ubicada en la Dirección: Av. Los Horizontes 308 - Lima 09-Lima-Perú Planta: Av. Panamericana Sur Km. 17,8 Lima 42-Sudamérica-Lima-PERÚ. Quien nos proporcionó dicho caucho granulado reciclado los cuales son fabricantes.

La empresa tiene su almacén de recolección de neumáticos fuera de uso los cuales son después procesados en una trituradora para luego ser depositados en saquitos de 30 kg y poder distribuirlos en todo el Perú.

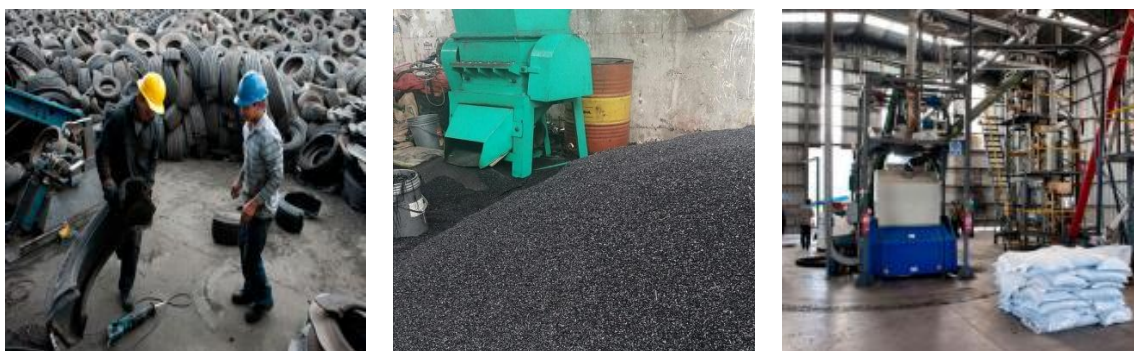


Figura N° 5 Proceso de caucho reciclado

- **Segundo procedimiento:**

Pruebas de laboratorio

- Análisis del Porcentaje de humedad.
- Evaluación de la distribución de tamaños de partículas.
- Analizar el peso unitario
- Evaluación del peso específico de los agregados

Determinar los requisitos mínimos de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados y realizar los ensayos correspondientes en el laboratorio, cumpliendo las NTP. El análisis granulométrico, el contenido de humedad, el peso unitario del suelo, el peso específico y la extracción de muestras de agregados se realizan en una cantera.

- **Características físicas y mecánicas del agregado**

material fino que pasa por un tamiz (No 200) durante el lavado (MTC E 202)

Nos dice que el tamizado en húmedo separa los polvos mayores de manera más eficaz y perfecciona el cernido en seco. El material extraído para este ensayo debe lavarse por una malla de 75 μm (No200). Una vez pasado por agua, se pone al

horno por un día y se pesa nuevamente. La Normativa antes mencionada detalla los pasos y las metodologías de procesamiento de datos de este ensayo.

Peso y vacío de los agregados por unidad

Esta metodología se utiliza constantemente con el propósito de calcular el valor de la densidad de algunas técnicas de diseño de mezclas de concreto. La NTP (MTC E 203) detalla la secuencia y las metodologías de cálculo de este ensayo.

Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos

Este análisis se utiliza para evaluar la progresión de componentes sugeridos para su uso como agregados o que se están utilizando como agregados. Los datos se utilizarán para establecer si la colocación de la medida de los gránulos cumple con los requerimientos de la norma de la tarea y proporcionarán los datos precisos para la inspección de la obtención de áridos. La pauta y las técnicas de cálculo utilizados en este experimento se describen en la (MTC E 204).

Tabla N° 15 Requerimiento del agregado fino

1.0 REQUERIMIENTOS DE AGREGADO FINO	
CARACTERÍSTICAS	MASA TOTAL DE LA MUESTRA
Terrones de arcillas y partículas deleznable	3% (máx.)
Material que pasa el tamiz de 75 mm (N°200)	3% (máx.)
Cantidad de partículas livianas	0.5% (máx.)
Contenido de sulfatos, expresado como ión SO ₄	1.2% (máx.)
Contenido de cloruros, expresado como ión Cl	0.10% (máx.)
Carbón y lignito	0.5% (máx.)
Materia orgánica	—
Equivalente de arena	65%min ≤ 210kg/cm ²
	75%min ≥ 210kg/cm ²
Durabilidad al sulfato de magnesio	15% máx.
Módulo de fineza	2.3 – 3.1
2.0 REQUERIMIENTOS GRANULOMETRICOS	
Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5mm (3/8")	100
4.75mm(N°4)	95 - 100
2.36mm(N°8)	80 - 100
1.18mm(N°16)	50 - 85
600um(N°30)	25 - 60
300um(N°50)	10 - 30
150um(N°100)	2 - 10

Tabla N° 14 Requerimiento del árido grueso

1.0 REQUERIMIENTOS DE AGREGADO GRUESO							
CARACTERÍSTICAS				MASA TOTAL DE LA MUESTRA			
Terrones de arcillas y partículas deleznales				3% (máx.)			
Cantidad de partículas livianas				1% (máx.)			
Contenido de sulfatos, expresado como ión SO ₄				0.06% (máx.)			
Contenido de cloruros, expresado como ión Cl				0.10% (máx.)			
Carbón y lignito				0.5% (máx.)			
Abrasión				40 máx.			
Durabilidad al sulfato de magnesio				18 máx.			
2.0 REQUERIMIENTOS GRANULOMETRICOS							
Tamiz	AG-1	AG-2	AG-3	AG-4	AG-5	AG-6	AG-7
63 mm (2.5")	-				100	-	100
50 mm (2")	-			100	95 - 100	100	95 - 100
37.5 mm (1 1/2")	-		100	95 - 100	-	90 - 100	35 - 70
25 mm (1")	-	100	95 - 100	-	35 - 70	20 - 55	0 - 15
19 mm (3/4")	100	95 - 100	-	35 - 70	-	0 - 15	-
12.5 mm (1/2")	90 - 100	-	25 - 60	-	10 - 30	-	0 - 5
9.5 mm (3/8")	40 - 70	20 - 55	-	10 - 30	-	0 - 5	-
4.75 mm (Nº4)	0 - 15	0 - 10	0 - 10	0 - 5	0 - 5	-	-
2.36 mm (Nº8)	0 - 5	0 - 5	0 - 5	-	-	-	-

La gravedad y la absorción de los agregados gruesos

La densidad es una propiedad que se emplea habitualmente para determinar el espacio ocupado por el agregado en diversas mezclas que incluyen agregados, tales como el hormigón de cemento Portland, el asfalto y otras mezclas que se formulan y evalúan en función de su volumen.

La absorción se emplea para determinar el cambio en peso de un agregado debido al agua absorbida entre los poros entre las partículas constituyentes, comparando con la situación seca, cuando se considera que el agregado ha estado en contacto con el agua el tiempo suficiente para alcanzar su máxima absorción. El procedimiento y las metodologías de cálculo utilizados en este ensayo se describen en los MTC E 205 y MTC E 206.

El método de ensayo para determinar el contenido total de humedad de los agregados después del secado

El objetivo de este ensayo es la proporción total de humedad volátil en un espécimen de árido grueso después del secado se determina según el método descrito en el MTC E 215.

- **Tercer procedimiento: Se realizo**
 - ✓ Realizamos el diseño de la mezcla por el método ACI
 - ✓ Agregación de caucho en partículas
 - ✓ Dosificación de las mezclas.

Construido con concreto a 210 kg/cm².

El diseño de mezcla se efectuó empleando el método ACI

➤ Cálculo de la resistencia promedio

Escenario 1: se suministran los datos estadísticos de producción en la obra y los resultados de la prueba de rotura de probetas

Tabla 5.2

Cuando hay datos disponibles para calcular una desviación estándar de la muestra, se requiere la resistencia promedio a la compresión.

Resistencia especificada a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia promedio requerida a la compresión, Kg/cm ²
$f'_c \leq 350$	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-2): $f'_{cr} = f'_c + 1,34 \sigma_s$ (5-1) $f'_{cr} = f'_c + 2,33 \sigma_s - 35$ (5-2)
$f'_c > 350$	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-3): $f'_{cr} = f'_c + 1,34 \sigma_s$ (5-1) $f'_{cr} = 0,90 f'_c + 2,33 \sigma_s$ (5-3)

Donde:

f'_c : Resistencia a la compresión especificada (Kg/cm²)

f'_{cr} : Resistencia a la compresión requerida (Kg/cm²)

σ_s : Desviación estándar de la obra (Kg/cm²)

Escenario 2: no disponemos de datos estadísticos suficientes (entre 15 y 30 resultados)

Tabla 5.1 Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra cuando hay menos de treinta ensayos disponibles

Número de ensayos (*)	Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra (+)
Menos de 15	(emplear Tabla 5.3)
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 o más	1.00

* Se permite interpolar para un número de ensayos intermedios.

(+) Desviación estándar de la muestra modificada, σ_s , para usar en la determinación de la resistencia promedio requerida f'_{cr} de tabla 5.2.

$$f'_{cr} = f'_c + 1,34 \alpha \sigma_s$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2,33 \alpha \sigma_s - 35$$

Donde:

σ_s : Desviación estándar de la obra (Kg/cm²)

α : Resistencia a la compresión requerida (Kg/cm²)

$$\sigma_s = \left(\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \right)^{1/2}$$

$$\sigma_s = \left(\frac{(n_1 - 1)(\sigma_{s1})^2 + (n_2 - 1)(\sigma_{s2})^2}{(n_1 + n_2 - 2)} \right)^{1/2}$$

Donde:

σ_s : Desviación estándar en kg/cm²

x_i : Resistencia de la probeta de concreto, en kg/cm²

\bar{x} : Resistencia promedio de n probetas, en kg/cm²

n: Número de ensayos consecutivos de resistencia

Donde:

σ_s : Desviación estándar promedio en kg/cm²

σ_{s1}, σ_{s2} : Desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2 respectivamente en kg/cm²

n_1, n_2 : Número de ensayos en cada grupo, respectivamente

CASO 3: Contamos con datos estadísticos insuficientes o escasos (menos de quince ensayos).

Tabla 5.3 (pág. 42 RNE E 0.60)

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.

Resistencia especificada a la compresión, Kg/cm ²	Resistencia promedio requerida a la compresión, Kg/cm ²
$f_c < 210$	$f_{cr} = f_c + 70$
$210 \leq f_c \leq 350$	$f_{cr} = f_c + 85$
$f_c > 350$	$f_{cr} = 1,1 f_c + 50$

Identificación del tamaño máximo nominal (TMN) de AG

Según dato.

Designación del slump propuesto por estructura

Tipo de Construcción (en plg.)	Máxima	Mínima
Zapatas y Muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, calzaduras y subestructura de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	3"	1"

Estimación del volumen unitario de agua de diseño y aire atrapado o incorporado para consideraciones de congelación

Tabla N°5 (Determinación del contenido de agua)

Los requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para varios valores de asentamiento y tamaños nominales máximos de agregados* (tabla 6.3.3 ACI 211 – 91 - pág. 14)

SLUMP	Agua en lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencia indicados							
	3/8" (9.5 mm.)	1/2" (12.5 mm.)	3/4" (19 mm)	1" (25 mm)	1 1/2" (37.5 mm)	2" (50 mm)	3" (75 mm)	6" (150 mm)
1" = 25 mm								
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2" (25 a 50 mm)	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" (75 a 100 mm)	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"(150 a 175 mm)	243	228	216	202	190	178	160	---
Porcentaje (%) de Aire Atrapado								
% Aire Atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2" (25 a 50 mm)	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" (75 a 100 mm)	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"(150 a 175 mm)	216	205	197	184	174	166	154	---
Porcentaje (%) de Aire incorporado según el grado de exposición (Congelamiento)**								
Exposición Leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición Moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición Severa	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

* El factor cemento de las mezclas de prueba se calculará utilizando estas cantidades de H₂O con el mezclado. Son los datos más altos para agregados gruesos, bien formados y granulométricos que cumplen con los procedimientos aceptados (ASTM C33 o ITINTEC 400.037). Los análisis de slump realizados posteriormente de sacar los gránulos mayores de 1 1/2" por cernido húmedo se utilizan para determinar los valores de slump en concretos que incluyen agregados con un tamaño máximo de 1 1/2"

Consulte la Norma ASTM C 33 para el margen en agregados de mayor tamaño para una variedad de tamaños nominales máximos.

Al igual que con los tamaños de agregado anteriores, se agregan contenidos de aire (hasta 50 mm a más) a la mezcla total. No obstante, durante el ensayo de estos concretos, se extrae con la mano o mediante cribado el agregado de mayor tamaño de 37,5 mm y se mide el contenido de aire en la fracción de la mezcla que es menos de 37,5 mm (se aplica una tolerancia en el contenido de aire incorporado). El contenido de aire de la mezcla total se obtiene calculando el valor de la fracción que es menos de 37,5 mm.

** Las normativas de obra corresponden detallar el contenido de aire en el concreto dado en la obra entre -1 y +2 puntos porcentuales del valor de la tabla para exhibiciones moderadas y severas. Adaptado a los estándares ACI 211.1 y 318. Hover (1995) muestra esta información en un gráfico. El diseño y manejo de mezclas de concreto se pueden encontrar en Kostmatka, página 154.

- Elección de la relación agua/cemento basado en criterios de resistencia y durabilidad.

Por resistencia

Tabla N°6: Selección de la relación agua/cemento por resistencia (f_c)

f_{cr} A LOS 28 DIAS (kg/cm ²)*	C° S/ AIRE INCORPORADO	C° C/AIRE INCORPORADO
140	0.82	0.74
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	0.34
420	0.41	0.33
450	0.38	0.31

* Los números indican las resistencias promedio calculadas para concretos que no contengan más de la proporción de aire de la Tabla 5. Cuando la relación agua-cemento es invariable, la resistencia del concreto reduce a medida que acrecienta el contenido de aire.

Por durabilidad

Tabla N°4.2: Requerimientos para situaciones específicas de exposición. (RNE E. 060)

Condición de la exposición	Relación máxima A/mc (en peso) para C° de peso normal *	f_c mínimo (Kg/cm ²) para concretos de peso normal o con agregados ligeros*
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua.	0.50	280
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes.	0,45	310
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen.	0.40	350

Tabla N° 4.4 Requerimientos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos

Exposición a sulfatos	SO ₄ soluble en agua presente en el suelo, % en peso	SO ₄ disuelto en agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima A/mc (en peso) para concretos de peso normal*	f_c mínimo (Kg/cm ²) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	0,0 ≤ SO ₄ < 0,1	0 ≤ SO ₄ < 150	—	—	—
Moderada**	0,1 ≤ SO ₄ < 0,2	150 ≤ SO ₄ < 1500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0.50	280
Severa	0,2 ≤ SO ₄ < 2,0	1500 ≤ SO ₄ < 10000	V	0,45	310
Muy severa	2,0 < SO ₄	10000 < SO ₄	Tipo V más puzolana***	0,45	310

* Cuando se utilicen las Tablas 4.2 y 4.4 simultáneamente, se debe utilizar la menor relación máxima agua-material cementante aplicable y el mayor f_c mínimo.

- Determinación del factor cemento (Bl/m³)

393k/m³

- Identificar el contenido de agregado grueso

Tabla N° 7 Peso del Agregado grueso por unidad de Volumen del Concreto

Tamaño máximo nominal del A.G.	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de C°, para diversos módulos de finura (b/b _o)			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8" - 9.5 mm.	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2" - 12.5 mm.	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4" - 19 mm.	0.66	0.64	0.62	0.60
1" - 25 mm.	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2" - 37.5 mm.	0.75	0.73	0.71	0.69
2" - 50.0 mm	0.78	0.76	0.74	0.72
3" - 75.0 mm	0.82	0.80	0.78	0.76
6" - 150 mm	0.87	0.85	0.83	0.81

(b/b_o): Resultante de la división del peso seco del agregado grueso requerido por la unidad cubica de concreto entre el peso unitario seco y varillado del agregado grueso (Kg/m³)

$$\text{Peso del agregado Grueso} = (b/b_o) \times \text{Peso Seco Compactado}$$

- **Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.**

$$\text{Volumen Absoluto} = \sum (\text{Materiales} / [\text{P.e.} \times 1000])$$

- **Determinación del volumen absoluto del agregado fino**

$$\text{Volumen Absoluto AF} = 1.00 - \text{Volumen Absoluto}$$

- **Determinación del peso seco del agregado fino**

$$\text{Peso Seco AF} = \text{Vol. Abs AF} \times \text{P.e.} \times 1000$$

- **Determinación de los valores de diseño del cemento, agua de diseño, aire, agregado grueso y fino (kg/m³)**

- **Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado**

- **Pesos Húmedos**

$$\text{Peso Húmedo AF} = \text{Peso AF Seco} \times (1.00 + \text{Cont. Humedad AF}) \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

$$\text{Peso Húmedo AG} = \text{Peso AG Seco} \times (1.00 + \text{Cont. Humedad AG}) \text{ (Kg/m}^3\text{)}$$

- **Humedad Superficial**

$$\text{Humedad Sup. A. Fino} = \% \text{Contenido de Humedad} - \% \text{Absorción} \text{ (}\% \text{)}$$

$$\text{Humedad Sup. A. Grueso} = \% \text{Contenido de Humedad} - \% \text{Absorción} \text{ (}\% \text{)}$$

- **Aporte de Humedad de los agregados**

$$\text{Aporte Humedad A.F.} = \text{Peso A.F. Seco} \times \text{Humedad Sup. A. Fino} \text{ (Lts/m}^3\text{)}$$

$$\text{Aporte Humedad A.G.} = \text{Peso A.G. Seco} \times \text{Humedad Sup. A. Grueso} \text{ (Lts/m}^3\text{)}$$

- **Agua Efectiva: = Agua de Diseño +/- (\sum Aporte de Humedad AG + AF)**

- **Pesos de Materiales ya corregidos por Humedad (Kg/m³)**

- **Cálculo de la proporción en peso, tanto de diseño como de ejecución.**

Condiciones Secas:

$$\frac{\text{Cant. de Cemento (Kg/m}^3\text{)}}{\text{Cant. de Cemento (Kg/m}^3\text{)}} : \frac{\text{Cant. de A.F. Seco (Kg/m}^3\text{)}}{\text{Cant. de Cemento (Kg/m}^3\text{)}} : \frac{\text{Cant. de A.G. Seco (Kg/m}^3\text{)}}{\text{Cant. de Cemento (Kg/m}^3\text{)}} : \frac{\text{Cant Agua Diseño (Lts/m}^3\text{)} \times 42.50 \text{ Kg/bls}}{\text{Cant. de Cemento (Kg/m}^3\text{)}}$$

Relación A/C de diseño:

$$\frac{\text{Cant. de Agua de Diseño}}{\text{Cant de Cemento}} / \text{Cant Aditivo1}$$

Condiciones Húmedas:

$$\frac{\text{Cant. de Cemento (Kg/m}^3\text{)}}{\text{Cant. de Cemento (Kg/m}^3\text{)}} : \frac{\text{Cant. de A.F. Húmedo (Kg/m}^3\text{)}}{\text{Cant. de Cemento (Kg/m}^3\text{)}} : \frac{\text{Cant. de A.G. Húmedo (Kg/m}^3\text{)}}{\text{Cant. de Cemento (Kg/m}^3\text{)}} : \frac{\text{Cant Agua Efec. (Lts/m}^3\text{)} \times 42.50 \text{ Kg/bls}}{\text{Cant. de Cemento (Kg/m}^3\text{)}}$$

Relación A/C de diseño:

$$\frac{\text{Cant. de Agua Efectiva}}{\text{Cant. de Cemento}}$$

- **Cálculo de los pesos por lote de una bolsa.**

Cemento:	1 x 42.50 (Kg/bls.)
Agua Efectiva:	Agua Efectiva (lts/bls.)
Agregado Fino Humedo:	(Coef Cond. Humeda) x 42.50 (Kg/bls.)
Agregado Grueso Humedo:	(Coef Cond. Humeda) x 42.50 (Kg/bls.)

Cuarto procedimiento:

Realización de los ensayos a los 7, 14 y 28 días de curado con la sustitución del agregado fino en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

Procedimiento:

Después de obtener todos los componentes, se comenzó a verificar que los equipos estaban en buenas condiciones. Luego se construyeron 3 bachatas con un peso de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y de cada una de ellas se obtuvieron 8 probetas cilíndricas de concreto.



Figura N° 6 Elaboración de la mezcla de concreto- Fuente propia

Asentamiento de hormigón:

La NTP339.035 detalla el método y los procedimientos de cálculo utilizados en este ensayo.

En un área plana se coloca el cono de Abrams, la placa para que no tenga contacto con la tierra y la barrilla con la que vamos a chusear. Luego, se coloca el cono de modo que el agujero más amplio esté alineado con la placa. Para asegurar la estabilidad y prevenir derrames de concreto, el operario responsable pisa firmemente las asas del cono.

Con una cuchara, se agrega concreto al cono en tres capas. Cada capa se compacta con 25 golpes con una barra de acero liso.

Después de completar el compactado de las tres capas, se utiliza la varilla liza para enrizar el cono y mantenerlo en posición vertical durante no más de 5s.

Posteriormente, invertimos el cono, lo colocamos a la misma altura que la placa y medimos la discrepancia de altura entre el cono y la masa de concreto.



Figura N° 7 Ensayo acerca de la manejabilidad del concreto en estado fresco.

Temperatura

Procedimiento:

El termómetro se introdujo en la mezcla de concreto en el molde cilíndrico.

Después, se presionó el concreto de la superficie del termómetro. Una vez estabilizado el termómetro, se registró la temperatura después de dos minutos.

Entre los cinco minutos posteriormente de alcanzar la muestra, la temperatura se midió.

El peso por unidad y el contenido de vacíos del concreto fresco son los siguientes:

Este ensayo nos proporciona el cálculo del peso unitario del concreto poroso en fase fresco y, sabiendo las características físicas de los componentes y el diseño de la mezcla, calcular el volumen de los componentes y establecer el porcentaje de vacío de la mezcla.

Preparación y tratamiento de muestras de hormigón.

El método y los procedimientos de cálculo empleados en este ensayo están detallados en el (MTC E 702). A continuación, se presenta la lista de los componentes y equipos utilizados.

- ✓ Probetas cilíndricas hechas de acero.
- ✓ Varillas de acero liso de 10 mm de diámetro y 300 mm de largo.
- ✓ Martillo hecho de goma.
- ✓ Badilejo
- ✓ Franela.
- ✓ Aceite para lubricar
- ✓ Cucharón de concreto de metal.

El proceso inicia con Para desmoldar, elimine la suciedad de los laterales interiores de los moldes y fije con seguridad la parte inferior de la base del molde. Al interior del molde, aplicamos una fina capa de aceite lubricante Con el fin de prevenir la adherencia del concreto a las paredes y facilitar la extracción del encofrado. El concreto se vierte en el molde en dos etapas. Después de completar cada fase, se compacta utilizando una varilla con aproximadamente 25 golpes, seguido de golpes con un martillo de goma en el exterior del molde con unos 15 golpes. Para nivelar el exceso de concreto del molde, emplee una varilla de acero.



Figura N° 8 Concreto fresco



Figura N° 9 Concreto fresco

Los testigos deben ser transportados y almacenados con cuidado en una ubicación que no experimente cambios repentinos de movimiento. Después de 24 a 4 horas después de la hora del vaciado, los testigos deben ser identificados y colocados un código una vez desencofrados.

Tratamiento de muestras de concreto

Después de ser moldeadas y terminadas, las probetas fueron almacenadas por 24 horas en un ambiente que no perdiera humedad y protegidas de la luz solar, según la norma ASTM C192. Después de desencofrarlos y poner el código en cada probeta, se realizó el proceso de curado empapando en agua, empleando cilindros como recipientes de curado.



Figura N° 10 Muestras de concreto

Concreto en estado endurecido:

Densidad, absorción y vacíos

Procedimiento:

La muestra de concreto se deja secarse durante 24 horas para garantizar que se haya seco completamente mediante la medición de masas. Se toma nota del peso en seco del espécimen en el horno. Luego de obtener el peso, se sumerge en agua a 21°C en un plazo que no exceda las 48 horas

La superficie se seca y se miden las masas cada 24 horas, por lo que no hay diferencias significativas en las masas. Esto se utiliza para registrar el volumen saturado después de la sumersión. Después, la muestra se introduce en un contenedor, se añade agua y se lleva a ebullición. Luego se deja enfriar a temperatura ambiente, se seca la superficie y se registra la masa como volumen saturado luego de la cocción. El espécimen se suspende y se empapa completamente en agua.

Ensayo sobre la compresión de testigos de concreto cilíndricos:

Según la NTP 339.034 (2021), Consiste en aplicar una carga de compresión a las muestras cilíndricas hasta que se produzca una falla. En este caso, se probaron 24 cilindros de 15" x 30" a los 7, 14 y 28 días.

Procedimiento:

Para medir el diámetro de una probeta cilíndrica, se retira a los testigos del lugar

donde están en proceso de curado. Luego, la probeta se ensaya en la máquina de compresión.

Se inspecciona la rapidez de rotura hasta que se encuentre el esfuerzo máximo kg/s. Después de encontrar el esfuerzo máximo, se expresa en kg y luego se transforma en MPa (kg/cm²).



Figura N° 11 Ensayo a la compresión



Figura N° 12 Ensayo a compresión de testigos cilíndricos

Ensayo de flexión de testigos:

La NTP 339.078 (2017) reguló el desarrollo de este ensayo. Radica en ejercer una carga a Flexión a los testigos cilíndricos hasta que haya rotura o una falla; en este ejemplo, se experimentaron 24 probetas cilíndricas de 15" x 30" a los 7, 14 y 28 días.



Figura N° 13 Ensayo de flexión de testigos

Ensayo de tracción de testigos:

Este ensayo se creó de acuerdo con ASTM C496. Radica en aplicar una carga a tracción a los testigos cilíndricos hasta que presente una falla; en este ejemplo, se experimentaron 24 probetas cilíndricas de 15" x 30" a los 7, 14 y 28 días.

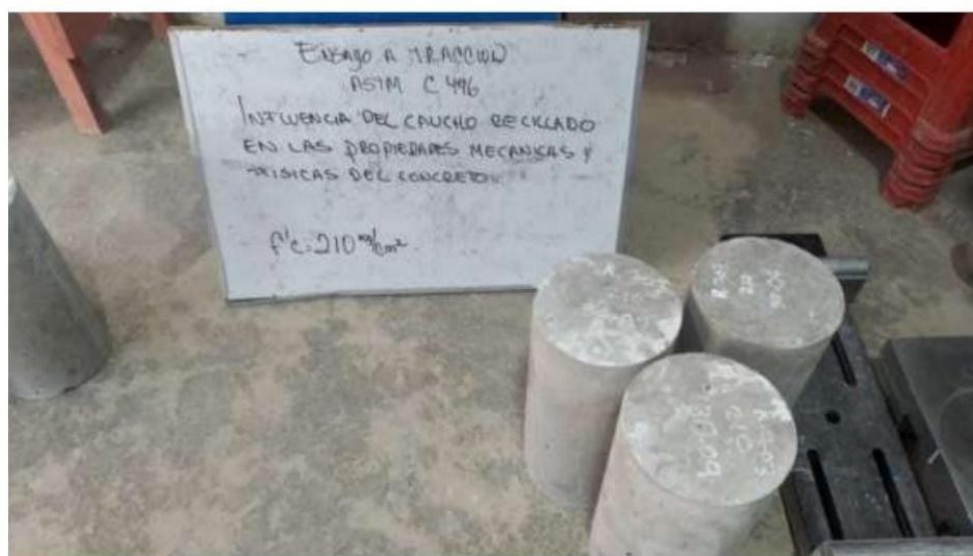


Figura N° 14 Ensayo de tracción de testigos

Ensayo de módulo de elasticidad de testigos:

Este ensayo se creó de acuerdo con ASTM C496. Consiste en aplicar una carga a tracción a los testigos cilíndricos hasta que presente una falla; en este ejemplo, se ensayaron 24 probetas cilíndricas de 15" x 30" a los 7, 14 y 28 días.



Figura N° 15 Ensayo de módulo de elasticidad de testigos

- **Aspectos morales**

La intención de esta investigación es proporcionar información confiable y confiable para futuras investigaciones, ya que se basa en documentos importantes que recopilan datos reales. La intención de esta tesis es "dar a conocer" nuevos avances en tecnología de concreto y proporcionar un antecedente para diversas empresas del sector de la construcción, teniendo en cuenta el reglamento de investigación y el método de ensayos.

Resultados y discusión

Agregados naturales

- Los diseños fueron realizados con agregados de la cantera:
 - Agregado grueso: Asfalpaca – Tres Tomas – Ferreñafe.
 - Agregado fino: Los meras – Pátapo.
- La arena presenta 0.8% de material pasante de la malla N°200.
- El equivalente de arena es de 68,0 % para concretos menores o iguales a 210 kg/cm², donde la norma requiere un equivalente de arena mínimo del 65 %.
- Según la norma peruana NTP 400,037, los valores del módulo de finura (MF) del agregado fino no deben ser inferiores a 2.3 ni superiores a 3.1. Se ha logrado que el módulo de finura esté dentro de estos límites mediante el mejoramiento de la granulometría del agregado fino.
- El peso específico de los agregados:
 - Arena: 2.547 gr/cm³
 - Piedra: 2.605 gr/cm³
- El porcentaje de absorción de los agregados se obtuvieron los siguientes:
 - Arena: 1.44%
 - Piedra: 0.91%
- Tener en cuenta para la dosificación del agua que este diseño se realizó para los agregados que tenían la siguiente humedad (según muestras enviadas):
 - Arena: 1.63%
 - Piedra: 0.98%
- El peso unitario suelto del agregado fino es de 1465.00 kg/m³; el agregado grueso es de 1407.00 kg/m³, respectivamente.

Agregado fino:

Tabla N° 17 Resultados del análisis granulométrico de agregado fino.

Malla	Peso (mm.)	Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
PULG.							
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	2.44	0.6	0.6	99.4	100	100
N° 04	4.750	12.6	3.0	3.5	96.5	95	100
N° 08	2.360	38.2	9.0	12.6	87.4	80	100
N° 16	1.180	86.4	20.4	32.9	67.1	50	85
N° 30	0.600	82.3	19.4	52.3	47.7	25	60
N° 50	0.300	87.41	20.6	73.0	27.0	10	30
N° 100	0.150	96.3	22.7	95.7	4.3	2	10
N° 200		12.4	2.92	98.6	1.4		
Fondo		5.97	1.4	100.0	0.0		
Módulo de fineza				2.706			

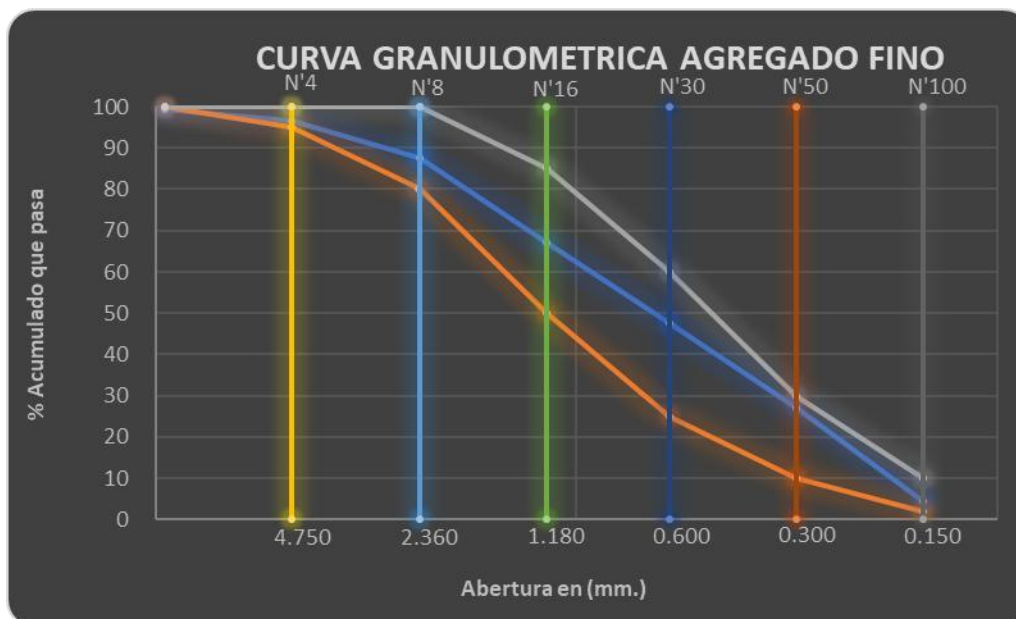


Figura N° 16 Curva granulométrica para el agregado fino

Tabla N° 18: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino

AGREGADO FINO					
DATOS DEL ENSAYO: PESO UNITARIO SUELTO (NORMA MTC E 203) 203)					
		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	7563,0	7558,0	7566,0	
Peso del recipiente	(Kg)	3438,0	3438,0	3438,0	
Peso de la muestra	(Kg)	4125,0	4120,0	4128,0	
Volumen	(m ³)	2816,0	2816,0	2816,0	
Peso Unitario Suelto	(Kg/m ³)	1464,84	1463,1	1465,9	1464,6

Tabla N° 19 Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

AGREGADO FINO					
DATOS DEL ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO (NORMA MTC E 203))					
		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
<i>Peso del recipiente + muestra</i>	(Kg)	8062,0	8052,0	8066,0	
<i>Peso del recipiente</i>	(Kg)	3438,0	3438,0	3438,0	
<i>Peso de la muestra</i>	(Kg)	4624,0	4614,0	4628,0	
<i>Volumen</i>	(m ³)	2816,0	2816,0	2816,0	
<i>Peso Unitario Compactado</i>	(Kg/m ³)	1642,0	1638,5	1643,5	1641,3

Tabla N° 20: Gravedad específica y absorción del agregado fino

Agregado fino				
Gravedad específica y absorción de los agregados (norma MTC E 205)				
A	<i>Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)</i>	500,0	500,0	
B	<i>Peso Frasco + agua</i>	711,3	760,1	
C	<i>Peso Frasco + agua + A (gr)</i>	1211,3	1260,1	
D	<i>Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)</i>	1017,6	1066,7	
E	<i>Vol. de masa + vol. de vacío = C-D (gr)</i>	193,7	193,4	
F	<i>Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)</i>	492,8	493	
G	<i>Vol. de masa = E - (A - F) (gr)</i>	186,5	186,4	PROMEDIO
	<i>Pe bulk (Base seca) = F/E</i>	2,544	2,549	2,547
	<i>Pe bulk (Base saturada) = A/E</i>	2,581	2,585	2,583
	<i>Pe aparente (Base Seca) = F/G</i>	2,642	2,645	2,644
	<i>% de absorción = ((A - F) / F) * 100</i>	1,46	1,42	1,44%

Tabla N° 15: Arcillas en terrones y partículas desmenuzables

Agregado fino				
Datos de ensayo: arcilla en terrones y partículas desmenuzables (norma NTP 400.015, MTC E 212)				
<i>Peso Inicial de muestra: Agregado Fino</i>	Pasa (3/8")	Retiene (3/4")	2000,0	gr.
<i>Peso Final de muestra</i>			1997,2	gr.
<i>Porcentaje de Terrones de arcilla</i>			0,14	%

Tabla N° 22: Equivalente de arena- Agregado fino

Agregado fino			
Datos de ensayo: Equivalente de arena (norma MTC E 114)			
Muestra	01	02	03
<i>Hora de entrada</i>	08:35	08:37	08:39
<i>Hora de salida</i>	08:45	08:47	08:49
<i>Hora de entrada</i>	08:47	08:49	08:51
<i>Hora de salida</i>	09:07	09:09	09:11
<i>Altura de nivel material fino (A)</i>	6,0	6,0	6,1
<i>Altura de nivel arena (B)</i>	4,1	4,0	4,2
<i>Equivalente de arena (Bx100/A)</i>	68,3%	66,7%	68,9%
Equivalente de arena promedio: 68,0%			

Tabla N° 23: Material que pasa malla N° 200- Agregado fino

Agregado fino					
Datos de ensayo: material que pasa malla N° 200 (norma MTC e 202)					
TARA	PESO INICIAL SECO GR.	PESO DESPUES DE LAVADO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN	CUMPLE
1	126	125	0.8	3,0%	CUMPLE

Tabla N° 24: Durabilidad del agregado fino

Inalterabilidad del agregado fino: análisis cuantitativo.

AGREGADO FINO						
DATOS DE ENSAYO: DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO (SULFATO DE MAGNESIO) MTC E 209						
Fracción		1	2	3	4	5
Tamiz		Gradación	Peso de la fracción ensayada	Peso Retenido después del ensayo	Perdida total	Perdida Corregida
Pasa	Retiene	(%)	(g)	(g)	(%)	(%)
3/8"	N° 4	3,0	27,3	18,2	33,33	0,99
N° 4	N° 8	11,8	45,7	38,9	14,88	1,76
N° 8	N° 16	19,2	85,2	79,1	7,16	1,37
N° 16	N° 30	21,4	56,1	52,7	6,06	1,30
N° 30	N° 50	19,4	95,3	94,7	0,63	0,12
N° 50	N° 100	19,4	90,7	86,5	4,63	0,90
TOTAL		94,2	400,3	370,1		6,44

• **Agregado grueso:**

Tabla N° 25 Resultados del análisis granulométrico de agregado grueso.

MALLA	PESO	(%)	(%)	(%)	ESPECIFICACIONES	
PULG.	(mm.)	Ret.	Ret.	ACUM. Ret.	Que Pasa	USO 56
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	95.0
3/4"	19.00	86.0	1.6	1.6	98.4	40.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	1.6	98.4	10.0
3/8"	9.52	3263.0	62.0	63.7	36.3	0.0
N° 04	4.75	1523.0	29.0	92.6	7.4	0.0
N° 08	2.36	219.0	4.2	96.8	3.2	0.0
N° 16	1.19	0.0	0.0	96.8	3.2	0.0
Fondo		169.0	3.2	100.0	0.0	
Tamaño máximo nominal			3/8"			

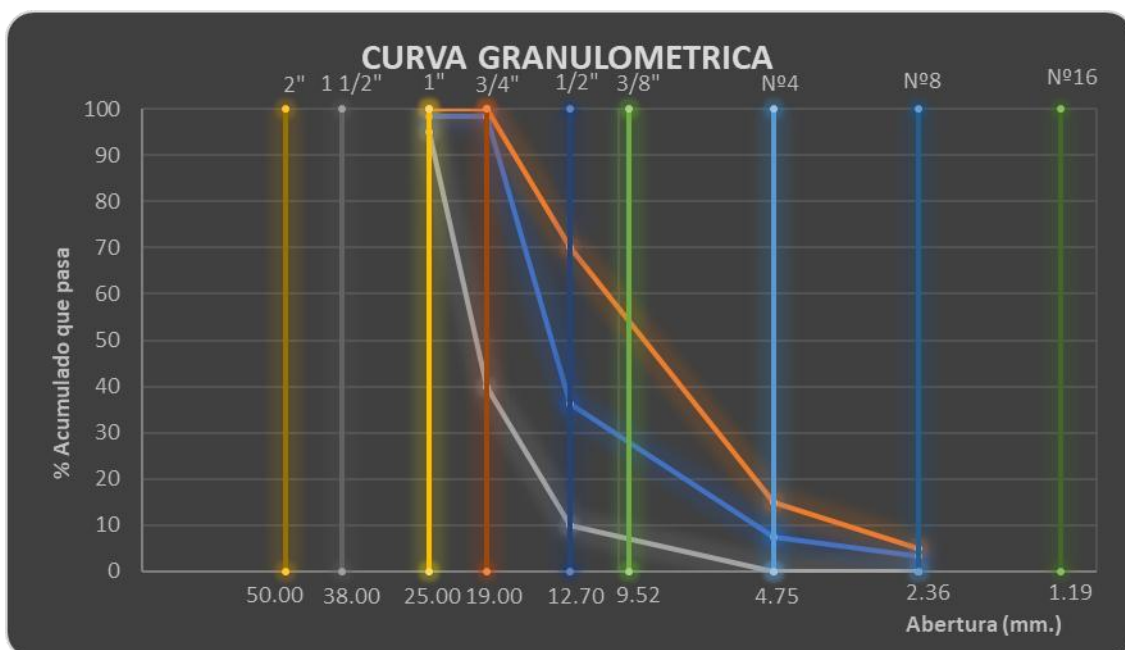


Figura N° 17 Curva granulométrica para el agregado grueso.

Tabla N° 26: Peso unitario Suelto- Agregado grueso

AGREGADO GRUESO					
DATOS DEL ENSAYO: PESO UNITARIO SUELTO (NORMA MTC E 203)					
		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	25541,0	25553,0	25548,0	
Peso del recipiente	(Kg)	12328,0	12328,0	12328,0	
Peso de la muestra	(Kg)	13213,0	13225,0	13220,0	
Volumen	(m ³)	9396,0	9396,0	9396,0	
Peso Unitario Suelto	(Kg/m ³)	1406,24	1407,5	1407,0	1406,9

Tabla N° 27: Peso unitario compactado- Agregado Grueso

AGREGADO GRUESO					
DATOS DEL ENSAYO: PESO UNITARIO COMPACTADO (NORMA MTC E 203)					
		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	27583,0	27594,0	27573,0	
Peso del recipiente	(Kg)	12328,0	12328,0	12328,0	
Peso de la muestra	(Kg)	15255,0	15266,0	15245,0	
Volumen	(m ³)	9396,0	9396,0	9396,0	
Peso Unitario Compactado	(Kg/m ³)	1623,6	1624,7	1622,5	1623,6

Tabla N° 28: Peso específico y absorción del agregado grueso

Agregado grueso				
Peso específico y absorción de los agregados (norma MTC E 206)				
A	<i>Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)</i>	1205,0	1253,0	
B	<i>Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)</i>	746,3	776,8	
C	<i>Vol. de masa + vol. de vacíos = A-B (gr)</i>	458,7	476,2	
D	<i>Peso material seco en estufa (105 C°) (gr)</i>	1194,3	1241,5	
E	<i>Vol. de masa = C- (A - D) (gr)</i>	448,0	464,7	Promedio
	<i>Pe bulk (Base seca) = D/C</i>	2,604	2,607	2,605
	<i>Pe bulk (Base saturada) = A/C</i>	2,627	2,631	2,629
	<i>Pe Aparente (Base Seca) = D/E</i>	2,666	2,672	2,669
	<i>% de absorción = ((A - D) / D * 100)</i>	0,896	0,926	0,91%

Tabla N° 16: Ensayo de Abrasión- Agregado Grueso

Agregado grueso		
Ensayo de abrasión (máquina de los ángeles)		
(norma MTC E - 207)		
TAMIZ		
PASA	RETIENE	
3"	2 ½"	
2 ½"	2"	
2"	1 ½"	
1 ½"	1"	1255
1"	¾"	1250
¾"	½"	1251
½"	3/8"	1253
3/8"	¼"	
¼"	N°04	
Peso total		5009
Peso retenido en tamiz N° 12		3986
Perdida después del ensayo		1023
N° de esferas		12
Peso de las esferas		5016
	% De desgaste	20,4

Tabla N° 17: Durabilidad del agregado grueso

DATOS DEL ENSAYO: DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO (SULFATO DE MAGNESIO) (NORMA MTC E 209)								
FRACCION		GRADACION ORIGINAL %		Peso de fracción ensayada	Peso retenido después del ensayo	Pérdida después del ensayo (gr)	Pérdida después del ensayo (%)	Pérdida corregida
PASA	RETIENE	Peso retenido	% retenido					
			A	B	C	D	E	F
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	86,0	1,8	125,8	55,3	70,5	56,0	0,99
3/4"	1/2"							
1/2"	3/8"	3263,0	67,0	274,1	263,4	10,7	3,9	2,61
3/8"	N° 4	1523,0	31,3	822,4	678,2	144,2	17,5	5,48
	< N° 4							
SUMA TOTAL		4872	100	4646,1				9,08

Tabla N° 31: Arcillas en terrones y partículas desmenuzables- Agregado grueso

Tamaño de las partículas entre los tamices de :		Peso de la muestra antes del ensayo	Tamaño del tamiz para remover el residuo del ensayo	Peso de la muestra después del ensayo	Peso de la pérdida del material	Pérdida
Pasa	Retiene	(g)		(g)	(g)	(%)
3/4" (19.0 m.m)	N° 4 (4.75 m.m)	367,0	N° 8 (2.36 m.m)	354,8	12,20	3,32%

ESPECIFICACION MAX.	5%
---------------------	----

Tabla N° 31: Resumen de resultados de los agregados

CARACTERÍSTICAS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
<i>Peso específico k/cm3</i>	2644	2669
<i>Módulo de fineza</i>	2,70	-
<i>Humedad natural</i>	1,63	0,98
<i>Porcentaje de absorción</i>	1,44	0,91
<i>Peso seco suelto k/m3</i>	1465	1407
<i>Peso seco compactado k/cm3</i>	1641,3	1623,5
<i>Tamaño máximo nominal</i>	-	1"
CEMENTO		
<i>Peso específico k/cm3</i>		3110

- **Diseño de mezclas**

Se empleó un diseño de mezcla estándar con una resistencia planificada de 210 kg/cm². Conforme al diseño, se incorporaron partículas de caucho reciclado en porcentajes de 3%, 5% y 7% del volumen del agregado fino.

Tabla N° 32 Diseño de mezcla de concreto sin adición de partículas de caucho reciclado

Material	Húmedo	Volumen
Cemento	393	9,25
Agua	203	21,95
Arena	713	17,20
Grava	1033	25,93

Fuente: Propia

La Tabla N° 30 muestra el diseño de una mezcla de concreto sin agregar caucho reciclado, obteniendo el peso y el volumen de los componentes.

Tabla N° 33 Diseño de mezcla de concreto con adición de 3% de partículas de caucho reciclado

Material	Húmedo
Cemento	393
Agua	203
Arena	691,61
Grava	1033
Caucho	21,39

Fuente: Propia

La Tabla 31 muestra un diseño de mezcla que utiliza el 3% de caucho reciclado como sustituto, lo que resulta en un peso de los componentes de 21,39 kilogramos de gránulos de caucho reciclado en la mezcla.

Tabla N° 34 *Diseño de mezcla de concreto con adición de 5% de partículas de caucho reciclado*

Material	Húmedo
Cemento	393
Agua	203
Arena	677,35
Grava	1033
Caucho	35,65

Fuente: Propia

La Tabla N° 32 muestra un diseño de mezcla que utiliza un 5% de caucho reciclado como sustituto, lo que resulta en un peso de los componentes de 35,65 kg de gránulos de caucho en la mezcla.

Tabla N° 35 *Diseño de mezcla de concreto con sustitución de 7% de partículas de caucho reciclado*

Material	Húmedo
Cemento	393
Agua	203
Arena	663,09
Grava	1033
Caucho	49,91

Fuente: Propia

La Tabla 33 muestra un diseño de mezcla que utiliza el 7% de caucho reciclado como sustituto, lo que resulta en un peso de los componentes de 49,91 kg de partículas de caucho en la mezcla.

- **Concreto fresco**

Ensayo de asentamiento del concreto

Tabla N° 18: Ensayo de asentamiento del concreto- Fuente propia

Estructura	Asentamiento	Unid. Medida
Patrón	4	Pulg.
3% caucho	4	Pulg.
5% caucho	3	Pulg.
7% caucho	3	Pulg.

El asentamiento es una medida de la consistencia del concreto, que describe el nivel de fluidez de la mezcla e indica cuán seco o fluido es el concreto. Para el concreto patrón, se obtuvo un asentamiento de 4" y una sustitución del 3% de caucho, mientras que para la sustitución del 5% y 7% de caucho, se obtuvo un asentamiento de 3".

- **Ensayo normalizado para medir la temperatura del hormigón con cemento portland cuando se ha terminado: Código ASTM: C1064/C 1064M-01**

Tabla N° 19: Ensayo Normalizado para determinar la temperatura

Estructura	Temperatura
Patrón	25°
3% caucho	23°
5% caucho	25°
7% caucho	26°

- **Ensayo peso unitario y contenido de aire del concreto en estado fresco: normativa: ASTM C 138 // NTP 339.046**

Tabla N° 20: Ensayo Peso unitario del concreto

Dosificación	Peso del concreto + peso del molde (kg)	Peso unitario del concreto (kg/m³)	Peso unitario teórico (kg/m³)	Volumen producido (m³)	Factor rendimiento relativo
Patrón	13.3	2397.0	2362	0.985	0.985
3% caucho	13.1	2395.32	2362	0.986	0.986
5% caucho	13.0	2367.12	2362	0.998	0.998
7% caucho	12.9	2358.21	2362	1.002	1.002

- **Concreto endurecido**

Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto

A los 7, 14 y 28 días de curado, 24 testigos de concreto fueron sometidos a ensayos de resistencia a compresión para diferentes diseños de concreto.

Analizamos la relación entre la resistencia a la compresión y el porcentaje de caucho añadido en distintas edades de curado para evaluar la resistencia promedio del concreto en función del diseño de mezclas.

Tabla N° 39 Verificación de la relación de Resistencia a la compresión y % de caucho adicionado a los 7 días de curado

7 días		
Dosificación	Promedio $f'c$(kg/m²)	Porcentaje del $f'c$ del diseño (%)
Patrón	195.54	93.11
3% caucho	222.87	106.13
5% caucho	181.68	86.51
7% caucho	174.32	83.01

La resistencia a la compresión de cada diseño de mezcla, tras 7 días de curado, se presenta en la Tabla N° 37.

Tabla N° 40 Verificación de la relación de Resistencia a la compresión y % de caucho adicionado a los 14 días de curado.

14 días		
Dosificación	Promedio $f'c$(kg/m²)	Porcentaje del $f'c$ del diseño (%)
Patrón	229.07	109.08
3% caucho	271.06	129.08
5% caucho	235.01	111.91
7% caucho	197.15	93.88

Fuente: Propia

Los resultados de cada diseño de mezcla, tras 14 días de curado, se encuentran en la Tabla N° 38.

Tabla N° 41 Verificación de la relación de Resistencia a la compresión y % de caucho adicionado a los 28 días de curado

28 días		
Dosificación	Promedio $f'c$ (kg/m ²)	Porcentaje del $f'c$ del diseño (%)
Patrón	247.72	117.96
3% caucho	294.68	140.33
5% caucho	272.05	129.55
7% caucho	219.79	104.66

Fuente: Propia

Cada diseño de mezcla a los 28 días de curado tiene su resistencia a compresión descrita en la Tabla N° 39.

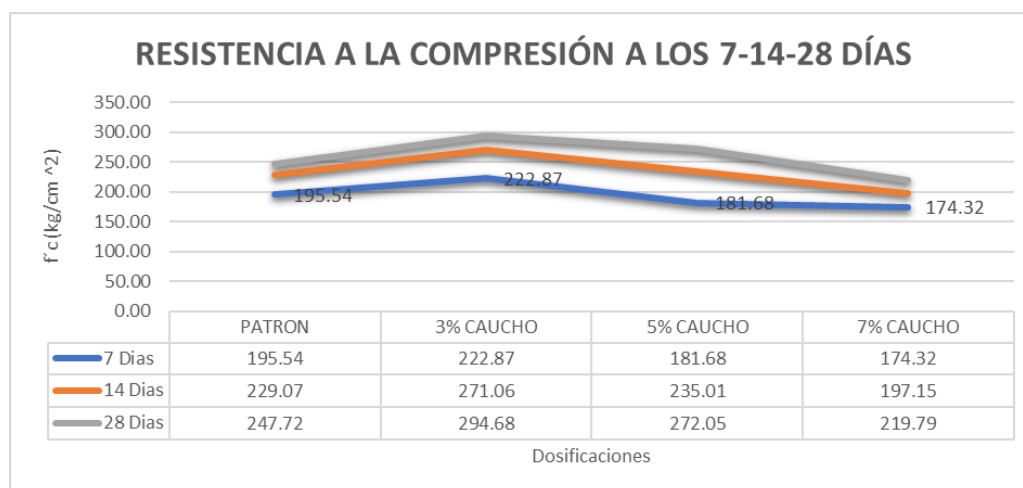


Figura N° 18 Comportamiento de la Resistencia a la compresión con respecto al diseño de mezclas.

Las tres duraciones de curado (7, 14 y 28 días) en relación con el comportamiento de la resistencia a la compresión según el diseño de mezclas (0%, 3%, 5% y 7% de partículas de caucho reciclado). se muestran en la Figura N° 18.

Resistencia típica de los testigos al tiempo de curación. Después de procesar los datos, se examinó cómo la resistencia variaba con relación al tiempo de curado.

Las tablas número 37, 38 y 39 muestran la resistencia a compresión durante cada período de curado (7, 14 y 28 días). Como se esperaba, a medida que el tiempo de curado aumenta, las mezclas con o sin adición de partículas de caucho reciclado aumentan su resistencia.

Tabla N° 42 Resistencia Promedio a la compresión y Tiempo de curado sin adición de partículas de caucho reciclado

Dosificación	Días	F^c(kg/m²)	Promedio f^c(kg/m²)	Porcentaje del f^c del diseño (%)
Patrón	7	191.50	195.54	93.11
Patrón	7	199.59		
Patrón	14	227.99	229.07	109.08
Patrón	14	230.15		
Patrón	28	244.41	247.72	117.96
Patrón	28	251.03		

Fuente: Propia

Tabla N° 43 Resistencia Promedio a la compresión y Tiempo de curado con 3% de adición de partículas de caucho reciclado

Dosificación	Días	F^c(kg/m²)	Promedio f^c(kg/m²)	Porcentaje del f^c del diseño (%)
3% caucho	7	226.01	222.87	106.13
3% caucho	7	219.73		
3% caucho	14	282.83	271.06	129.08
3% caucho	14	259.29		
3% caucho	28	294.77	294.68	140.33
3% caucho	28	294.60		

Fuente: Propia

Tabla N° 44 Resistencia Promedio a la compresión y Tiempo de curado con 5% de adición de partículas de caucho reciclado

Dosificación	Días	F^c(kg/m²)	Promedio f^c(kg/m²)	Porcentaje del f^c del diseño (%)
5% caucho	7	190.31	181.68	86.51
5% caucho	7	173.05		
5% caucho	14	238.80	235.01	111.91
5% caucho	14	231.22		
5% caucho	28	272.70	272.05	129.55
5% caucho	28	271.40		

Fuente: Propia

Tabla N° 45 Resistencia Promedio a la compresión y Tiempo de curado con 7% de adición de partículas de caucho reciclado

Dosificación	Días	F'c(kg/m ²)	Promedio f'c(kg/m ²)	Porcentaje del f'c del diseño (%)
7% caucho	7	202.47	174.32	83.01
7% caucho	7	146.17		
7% caucho	14	184.53	197.15	93.88
7% caucho	14	209.77		
7% caucho	28	218.49	219.79	104.66
7% caucho	28	221.09		

Fuente: Propia

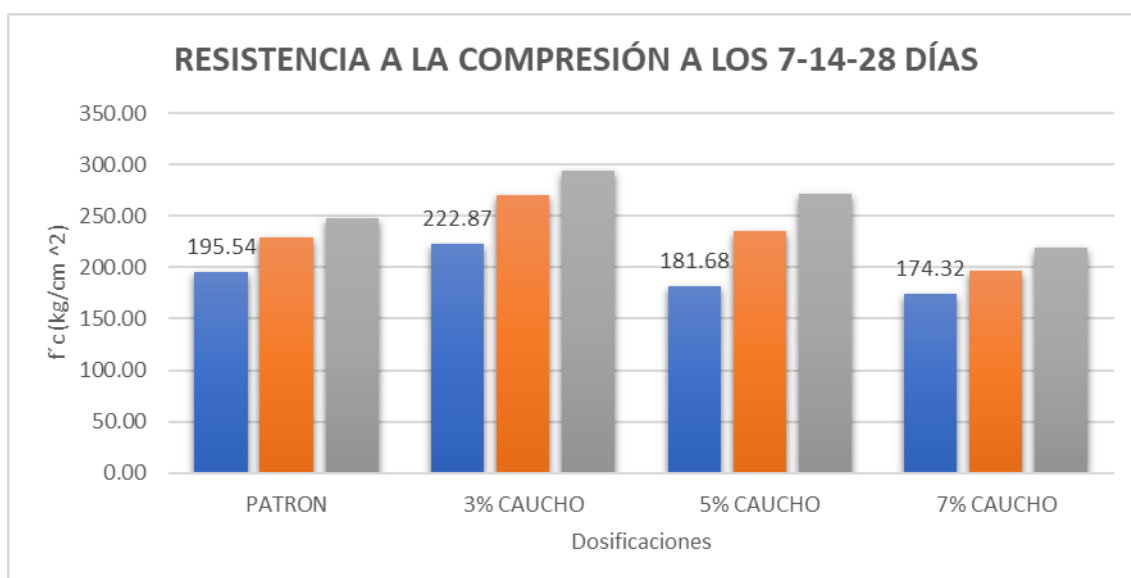


Figura N° 16 Comportamiento de la Resistencia a la Compresión del concreto poroso

Fuente: Propia

El comportamiento de la resistencia a la compresión de los cuatro diseños de mezclas (0%, 3%, 5% y 7% de partículas de caucho reciclado) se muestra en la Figura 19 con respecto al tiempo de curado (7, 14 y 28 días).

- **Resistencia a la flexión de testigos cilíndricos de concreto**

Tras 7, 14 y 28 días de curado, se realizaron ensayos de resistencia a flexión en 24 muestras de concreto correspondientes a diferentes diseños de mezcla.

Examinamos la relación entre la resistencia a la flexión y el porcentaje de caucho agregado en diferentes edades de curado para determinar la resistencia promedio del concreto con respecto al diseño de mezclas.

Tabla N° 46 Resistencia Promedio a la flexión y Tiempo de curado sin adición de partículas de caucho reciclado

Denominación de Espécimen	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
Concreto patrón 210 kg/cm ²	7	3.5	35.33	35.47
Concreto patrón 210 kg/cm ²	7	3.5	35.60	
Concreto patrón 210 kg/cm ²	14	3.9	39.87	39.73
Concreto patrón 210 kg/cm ²	14	3.9	39.60	
Concreto patrón 210 kg/cm ²	28	4.1	42.27	42.40
Concreto patrón 210 kg/cm ²	28	4.2	42.53	

Fuente: Propia

Tabla N° 47 Resistencia Promedio a la flexión y Tiempo de curado con 3% de adición de partículas de caucho reciclado

Denominación de Espécimen	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 3% del agregado fino por caucho reciclado	7	3.9	40.13	40.67
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 3% del agregado fino por caucho reciclado	7	4.0	41.20	
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 3% del agregado fino por caucho reciclado	14	4.4	44.67	44.73
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 3% del agregado fino por caucho reciclado	14	4.4	44.80	
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 3% del agregado fino por caucho reciclado	28	4.7	47.60	47.73
CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	28	4.7	47.87	

Fuente: Propia

Tabla N° 48 Resistencia Promedio a la flexión y Tiempo de curado con 5% de adición de partículas de caucho reciclado

Denominación de Espécimen	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	7	2.9	29.73	29.87
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	7	2.9	30.00	
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	14	3.4	34.40	33.80
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	14	3.3	33.20	
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	28	3.8	38.27	37.73
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	28	3.6	37.20	

Fuente: Propia

Tabla N° 49 Resistencia Promedio a la flexión y Tiempo de curado con 7% de adición de partículas de caucho reciclado

Denominación de Espécimen	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	7	2.5	26.00	25.87
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	7	2.5	25.73	
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	14	2.9	29.07	28.73
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	14	2.8	28.40	
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	28	3.4	34.27	33.67
Concreto patrón 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	28	3.2	33.07	

Fuente: Propia

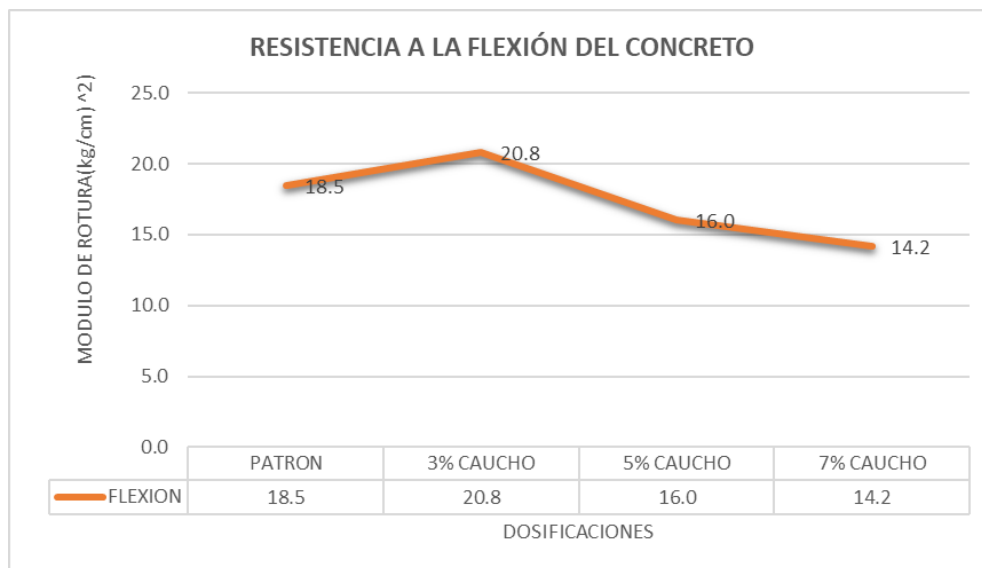


Figura N° 20 Comportamiento de la Resistencia a la Flexión del concreto-Fuente: Propia

La Figura 20 ilustra cómo varía la resistencia a la flexión de los cuatro diseños de mezcla (0%, 3%, 5% y 7% de partículas de caucho reciclado) en función del tiempo medio de curado.

- **Resistencia a la tracción de testigos cilíndricos de concreto**

A los 7, 14 y 28 días de curado, 24 testigos de concreto fueron sometidos a ensayos de resistencia a tracción para diferentes diseños de concreto.

Examinamos la relación entre la resistencia a tracción y el porcentaje de caucho agregado en desiguales edades de curado.

Tabla N° 23 Resistencia Promedio a la tracción y Tiempo de curado sin adición de partículas de caucho reciclado

Identificación	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f c (Kg/cm ²)	Resst. Promedio (%)
Concreto 210 kg/cm ²	7	15.02	30	12300	17.4	17.8
Concreto 210 kg/cm ²	7	15.03	30.1	12980	18.3	
Concreto 210 kg/cm ²	14	15.02	30.3	15960	22.3	23.0
Concreto 210 kg/cm ²	14	15.01	30.4	16960	23.7	
Concreto 210 kg/cm ²	28	15.02	30.3	19050	26.6	26.6
Concreto 210 kg/cm ²	28	15.01	30.4	18980	26.5	

Fuente: Propia

Tabla N° 51 Resistencia Promedio a la tracción y Tiempo de curado con 3% de adición de partículas de caucho reciclado

Identificación	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f c (Kg/cm ²)	Resst. Promedio (Kg/cm ²)
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 3% del agregado fino por caucho reciclado	7	15.02	30.2	18980	26.6	26.1
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 3% del agregado fino por caucho reciclado	7	15.01	30.3	18320	25.6	
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 3% del agregado fino por caucho reciclado	14	15.00	30.1	22960	32.4	31.3
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 3% del agregado fino por caucho reciclado	14	15.00	30	21370	30.2	
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 3% del agregado fino por caucho reciclado	28	15.02	30.3	24850	34.8	34.8
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 3% del agregado fino por caucho reciclado	28	15.01	30.4	24980	34.9	

Fuente: Propia

Tabla N° 52 Resistencia Promedio a la tracción y Tiempo de curado con 5% de adición de partículas de caucho reciclado

Identificación	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f_c (Kg/cm²)	Resst. Promedio (%)
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	7	15.02	30.2	15860	22.3	21.7
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	7	15.01	30.4	15100	21.1	
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	14	15.00	30.1	18360	25.9	25.8
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	14	15.02	30.2	18310	25.7	
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	28	15.02	30.3	21650	30.3	30.0
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 5% del agregado fino por caucho reciclado	28	15.01	30.4	21280	29.7	

Fuente: Propia

Tabla N° 53 Resistencia Promedio a la tracción y Tiempo de curado con 7% de adición de partículas de caucho reciclado

Identificación	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f_c (Kg/cm²)	Resst. Promedio (%)
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	7	15.01	30.3	14990	21.0	20.3
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	7	15.01	30.4	14060	19.6	
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	14	15.00	30	15820	22.4	22.4
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	14	15.01	30.1	15890	22.4	
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	28	15.02	30.3	19050	26.6	26.8
Concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el 7% del agregado fino por caucho reciclado	28	15.01	30.4	19280	26.9	

Fuente: Propia

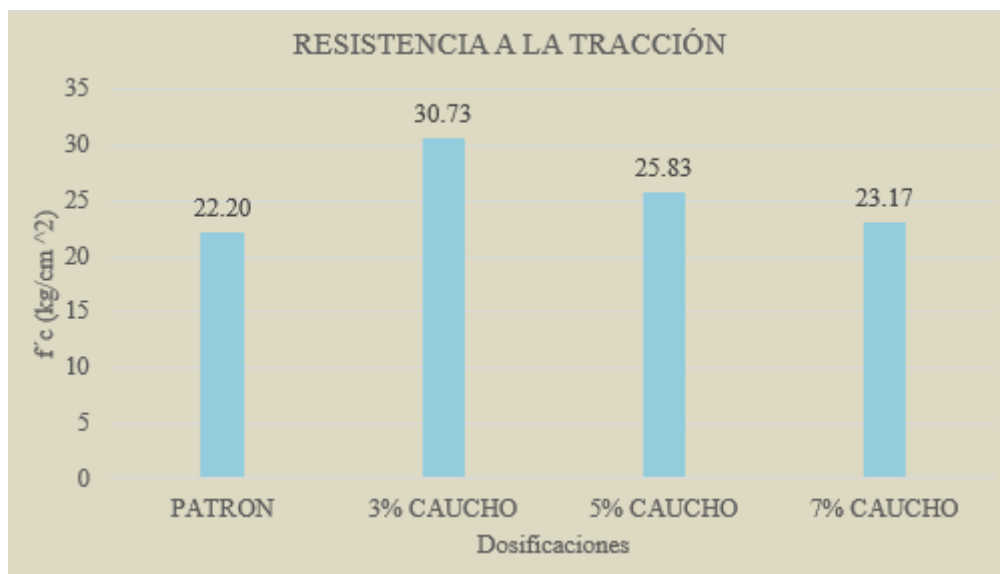


Figura N° 16 Comportamiento de la Resistencia a la Tracción del concreto

Fuente: Propia

La Figura 21 muestra el comportamiento de la resistencia a la tracción de los cuatro diseños de mezclas (0%, 3%, 5% y 7% de partículas de caucho reciclado) con respecto al tiempo de curado promedio.

- **Resistencia del módulo de elasticidad de testigos cilíndricos de concreto**

Para varios diseños de concreto, se realizaron ensayos de resistencia de módulo de elasticidad a 24 testigos de concreto a los 7, 14 y 28 días de curado.

Analizamos la correlación entre la resistencia del módulo de elasticidad y el porcentaje de caucho añadido en distintas edades de curado para evaluar la resistencia promedio del concreto en relación con el diseño de mezclas.

Tabla N° 54 Resistencia Promedio de módulo de elasticidad y Tiempo de curado sin adición de partículas de caucho reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
Patrón - f'c= 210 kg/cm2	30/09/2022	07/10/2022	7	186,49	75	0,66391	0,000432	193299	195583,31
Patrón - f'c= 210 kg/cm2	30/09/2022	07/10/2022	7	199,59	80	1,28251	0,000447	197868	
Patrón - f'c= 210 kg/cm2	30/09/2022	14/10/2022	14	224,98	90	2,81241	0,000467	208821	208107,07
Patrón - f'c= 210 kg/cm2	30/09/2022	14/10/2022	14	224,13	90	2,78474	0,000469	207393	
Patrón - f'c= 210 kg/cm2	30/09/2022	28/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000490	213989	214718,11
Patrón - f'c= 210 kg/cm2	30/09/2022	28/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000499	215448	

Fuente: Propia

Tabla N° 55 Resistencia Promedio de módulo de elasticidad y Tiempo de curado con 3% de adición de partículas de caucho reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	220,11	88	3,76217	0,000437	217874	217587,12
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	219,73	88	1,28251	0,000449	217300	
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	279,10	112	1,87494	0,000527	230262	229162,80
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	275,44	110	1,85650	0,000525	228064	
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000526	239125	239874,46
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000523	240624	

Fuente: Propia

Tabla N° 56 Resistencia Promedio de módulo de elasticidad y Tiempo de curado con 5% de adición de partículas de caucho reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	185,33	74	3,76217	0,000459	172164	174796,75
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	173,05	69	1,28251	0,000433	177429	
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	235,65	94	1,87494	0,000539	188907	186748,59
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	225,18	90	1,85650	0,000528	184591	
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000590	194973	195516,82
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000584	196061	

Fuente: Propia

Tabla N° 57 Resistencia Promedio de módulo de elasticidad y Tiempo de curado con 7% de adición de partículas de caucho reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	197,18	79	3,76217	0,000546	151329	149987,06
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	146,17	58	1,28251	0,000435	148645	
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	182,10	73	1,87494	0,000516	152187	151996,44
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	204,29	82	1,85650	0,000576	151805	
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000561	164562	165182,90
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000564	165804	

Fuente: Propia

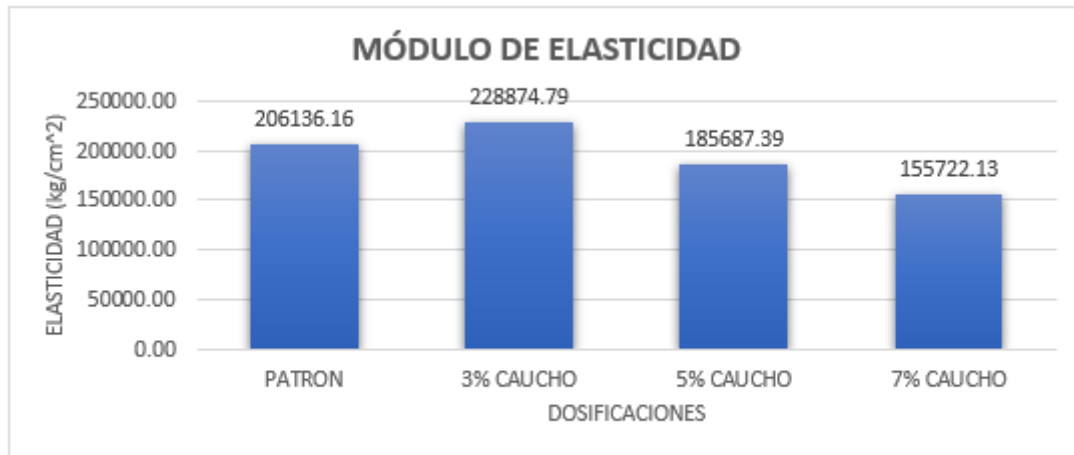


Figura N° 22 Comportamiento de la Resistencia de módulo de elasticidad del concreto

Fuente: Propia

La Figura 22 muestra el comportamiento de los cuatro diseños de mezclas (0%, 3%, 5% y 7% de partículas de caucho reciclado) con respecto al tiempo de curado promedio.

- **Durabilidad del concreto por sulfatos**

- **Ensayo de resistencia a los sulfatos**

Tabla N° 21 Expansión promedio muestra patrón - Fuente: Propia

Tiempo de lectura	Expansión acumulada	Expansión unitaria
Semana 0	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	0.0512 %	0.017 %
Semana 2	0.0824 %	0.010 %
Semana 3	0.1776 %	0.032 %
Semana 4	0.3188 %	0.047 %
Semana 8	0.4904 %	0.057 %
Semana 13	0.7596 %	0.090 %
Semana 15	1.1336 %	0.125 %

Los datos según la tabla N°24 muestra la expansión del concreto con referencia a las 15 semanas que estuvo sumergido con la solución sulfatada donde nos muestra que la primera semana hubo un incremento de 0.017% del concreto patrón y así sucesivamente va aumento en proporción hasta llegar a una expansión de 0.125% a la semana 15

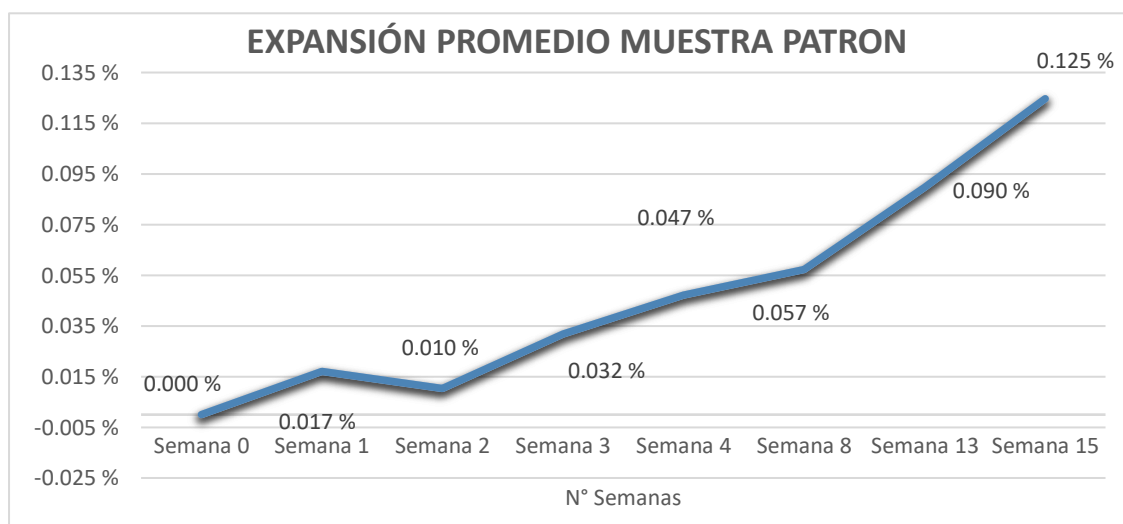


Figura N° 17 Expansión promedio de muestra patrón. Fuente: Propia

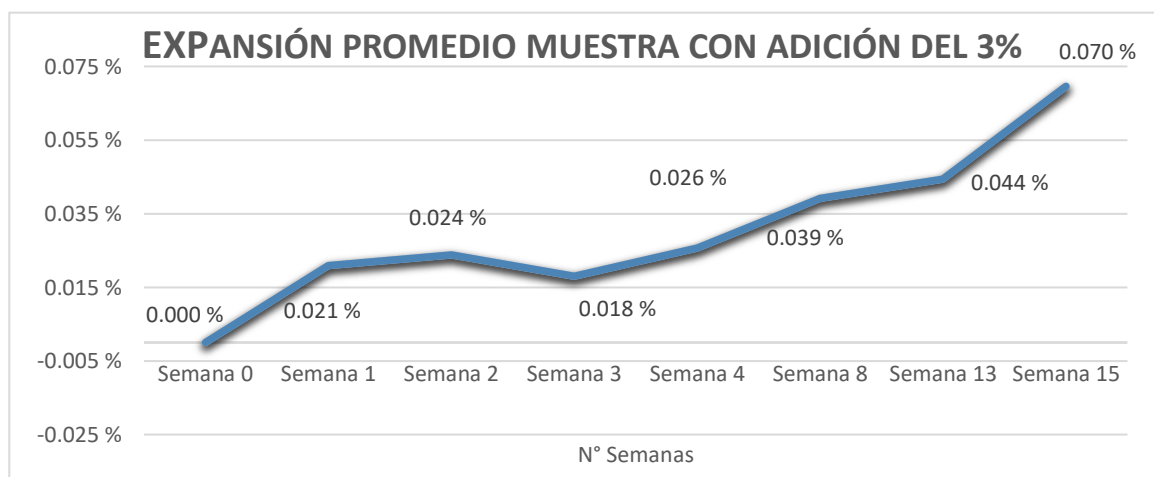
En la figura n°18 nos muestra la variación de la expansión de las muestras de vigueta del concreto patrón con un incremento desde la primera semana hasta la semana 15.

Tabla N° 22 Expansión promedio muestra con 3% caucho reciclado. Fuente: Propia

Tiempo de lectura	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	0.1056 %	0.035 %
Semana 2	0.1904 %	0.028 %
Semana 3	0.2628 %	0.024 %
Semana 4	0.3528 %	0.030 %
Semana 8	0.4880 %	0.045 %
Semana 13	0.7268 %	0.080 %
Semana 15	0.9708 %	0.081 %

Los datos presentados en la tabla N°24 revelan la expansión del concreto con la adición del 3% en relación con las 15 semanas en las que estuvo inmerso en una solución sulfatada. Indican que, durante la primera semana, el concreto con la adición del 3% experimentó un aumento del 0.0035%, y este incremento se fue incrementando de forma proporcional hasta alcanzar una expansión del 0.081% en la semana 15.

Figura N° 18 Expansión promedio de muestra con 3% caucho. Fuente: Propia



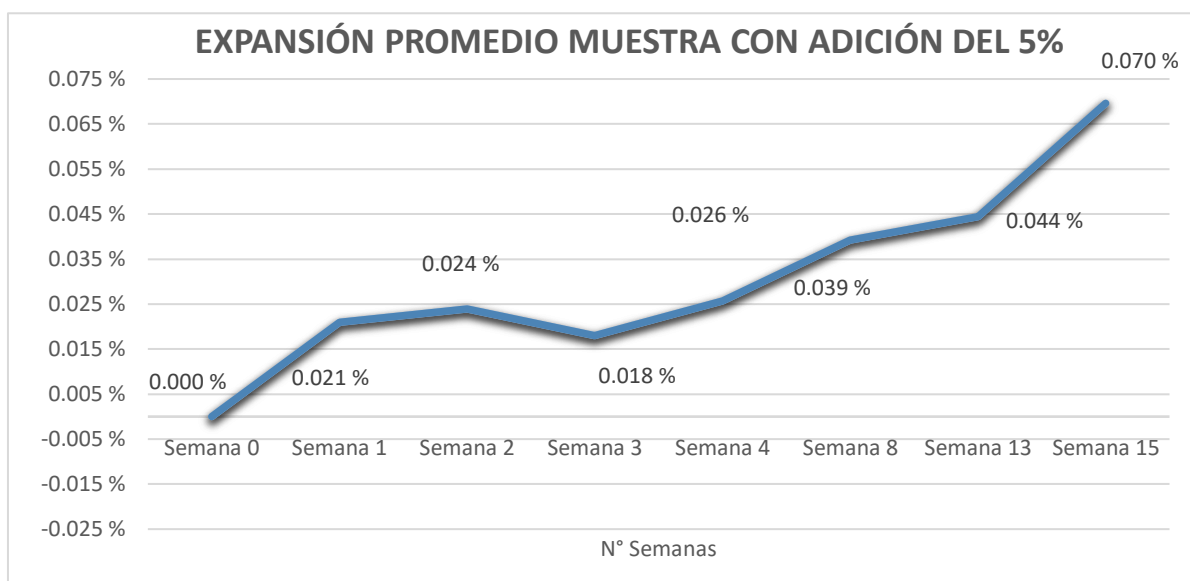
La figura N°19 ilustra cómo varía la expansión de las muestras de vigueta del concreto con la adición del 3%, mostrando un aumento desde la primera semana de inmersión hasta la semana 15.

Tabla N° 23 Expansión promedio muestra con 5% caucho reciclado. Fuente: Propia

Tiempo de lectura	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	0.0628 %	0.021 %
Semana 2	0.1344 %	0.024 %
Semana 3	0.1885 %	0.018 %
Semana 4	0.2657 %	0.026 %
Semana 8	0.3833 %	0.039 %
Semana 13	0.5165 %	0.044 %
Semana 15	0.7253 %	0.070 %

Los datos presentados en la tabla N°25 revelan la expansión del concreto con la adición del 5% en relación con las 15 semanas en las que estuvo inmerso en una solución sulfatada. Indican que, durante la primera semana, el concreto con la adición del 3% experimentó un aumento del 0.0021%, y este incremento se fue incrementando de forma proporcional hasta alcanzar una expansión del 0.070% en la semana 15.

Figura N° 19 Expansión promedio de muestra con 5% caucho. Fuente: Propia



La figura N°20 ilustra cómo varía la expansión de las muestras de vigueta del concreto con la adición del 5%, mostrando un aumento desde la primera semana de inmersión hasta la semana 15.

Tabla N° 24 Expansión promedio muestra con 7% caucho reciclado. Fuente: Propia

Tiempo de lectura	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	0.0484 %	0.016 %
Semana 2	0.1020 %	0.018 %
Semana 3	1.5880 %	0.032 %
Semana 4	0.2816 %	0.028 %
Semana 8	0.4580 %	0.059 %
Semana 13	0.6668 %	0.070 %
Semana 15	0.9292 %	0.087 %

Los datos presentados en la tabla N°25 revelan la expansión del concreto con la adición del 5% en relación con las 15 semanas en las que estuvo inmerso en una solución sulfatada. Indican que, durante la primera semana, el concreto con la adición del 3% experimentó un aumento del 0.0016%, y este incremento se fue incrementando de forma proporcional hasta alcanzar una expansión del 0.087% en la semana 15.

Figura N° 20 Expansión promedio de muestra con 7% caucho. Fuente: Propia

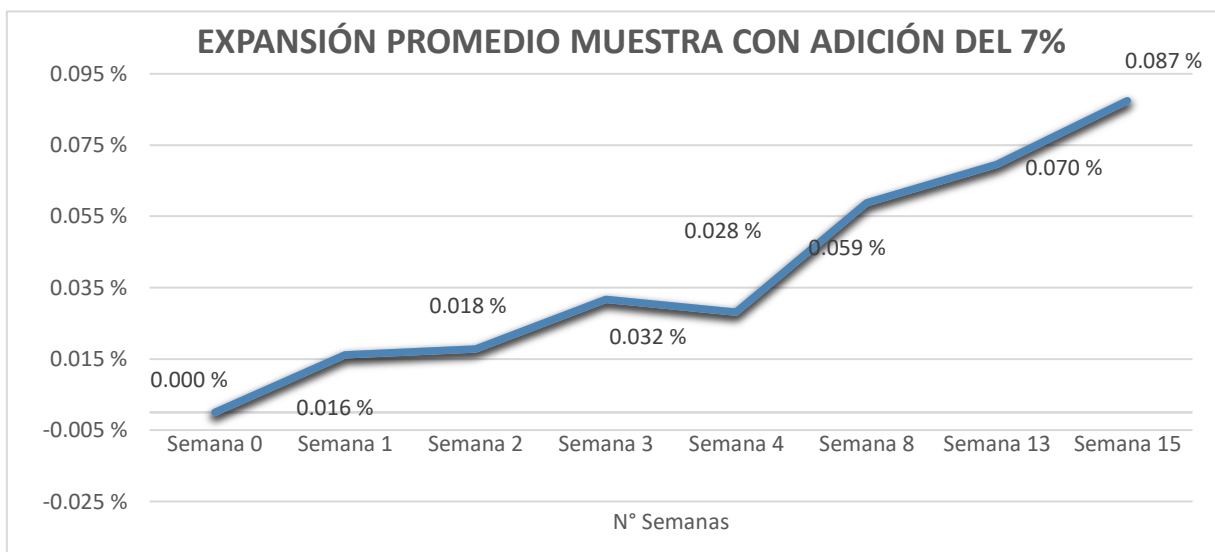


Figura N° 21 Ensayo de durabilidad en muestras experimentales. Fuente: Propia

La figura N°19 ilustra cómo varía la expansión de las muestras de vigueta del concreto con la adición del 7%, mostrando un aumento desde la primera semana de inmersión hasta la semana 15.

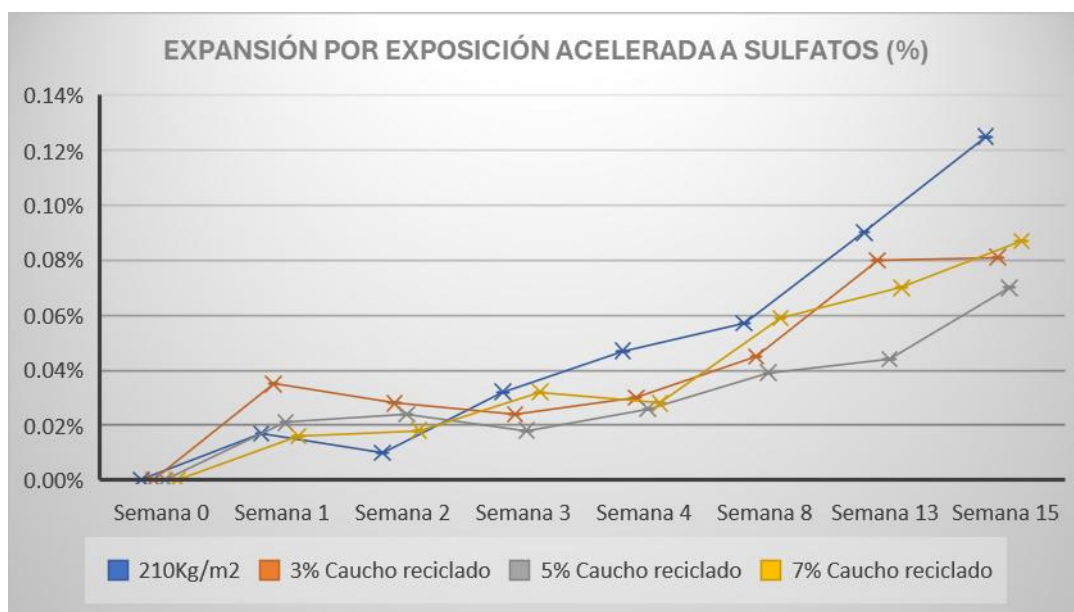


Figura N° 22 Ensayo de durabilidad en muestras experimentales. Fuente: Propia

Con respecto al incremento de expansión el concreto que obtuvo una mayor expansión es el concreto con la sustitución del 3 % con caucho reciclado con un valor de 0.0004 de expansión con respecto a la primera semana de inmersión, en

la siguiente semana esta misma mezcla obtuvo el más alto valor con 0.0003 pero con una disminución de la semana anterior del 0.0001, para la semana 3 de inmersión el más alto valor es de la mezcla con sustitución del 7% con caucho reciclado con un valor de 0.00032 y el concreto 210 Kg/cm² obtuvo un alto valor en la semanas siguientes 13 y 15 respectivamente. podemos decir que el concreto patrón tiene un aumento gradual con respecto a los otros concretos

Discusión

- **Agregados naturales**

Agregado fino

En base a la curva granulométrica obtenida estos cumplen con los usos granulométricos de la NTP 400.037, donde el acumulado pasante a la malla N° 50 es del 27 % lo cual garantizó la suficiente trabajabilidad de la mezcla, además su módulo de fineza fue de 2.7 estando en el rango aceptable el cual es de 2.3 a 3.1 lo cual indica un agregado de partículas suaves y redondeadas. El peso unitario del material fue de 1641.3 kg/m³ estando este en el rango establecido por el ICG el cual recomienda estar entre 1500 y 1700 kg/m³ para un concreto de peso normal [10].

Agregado grueso

De la granulométrica obtenida del agregado grueso este obtuvo un TMN de 3/8", cuyo perfil fue angular, limpio y resistente además cumplió con el huso granulométrico de la NTP 400.037; poseyendo un peso unitario de 1623.5 kg/m³ estando en el rango recomendado por ICG siendo este favorable para la mezcla pues genera un concreto denso y resistente [10].

- **Diseño de mezcla**

Se realizó el diseño de mezcla según el ACI 211 para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con una desviación estándar de 85 kg/cm^2 y un asentamiento de 4"; así mismo la relación de agua cemento utilizada fue de 0.555 siendo esta seleccionada por resistencia y sin aire incorporado.

- **Concreto fresco**

Asentamiento

Todas las muestras obtenidas estuvieron en un rango de asentamiento de 3" a 4" siendo esto aceptable pues se busca que la mezcla sea trabajable para que pueda fluir entre el refuerzo y encofrado, esto con el fin de lograr una masa homogénea sin separación entre los agregados evitando el exceso de las partículas de aire en el mismo [11].

Temperatura

Todas las muestras ensayadas estuvieron entre 23 a 26 C° siendo este rango permisible según el ACI 211, pues la temperatura máxima del concreto permitida es de 29 C° lo cual genera suficiente calor de hidratación que llegaría a segregar la mezcla [11].

Peso unitario y contenido de aire

Según la E 0.60 "concreto Armado" el peso teórico del concreto ensayado debió resultar 2362 kg/m³, siendo la muestra con 3 % de caucho por encima de este valor (2395.32 kg/m³); sin embargo, adicionar 7% de caucho el peso unitario ensayado queda por debajo del teórico siendo este de 2358.21 kg/m³[12]. según [10], el peso unitario para concreto normal debe estar entre 2250kg/m³ y 2450kg/m³, cumpliendo todas las muestras con este rango asegurando la suficiente densidad y resistencia al concreto obtenido; en cuanto al contenido de aire todas las muestras estuvieron por debajo del 2% tal como se prebío en el diseño de mezcla.

- **Concreto endurecido**

Resistencia a la compresión

Según los ensayos realizados se aprecia que a los 7 días el concreto patrón desarrolló una resistencia de 195.54 kg/cm² siendo superado por las muestras de 3% de caucho alcanzando estas 222.87kg/cm²; a los 14 días el concreto patrón obtuvo una resistencia de 229.07 kg/cm² donde las muestras de 3 % y 7% de caucho las superaron con 271.06 kg/cm² y 235.01 kg/cm² respectivamente ; no obstante a los 28 días el f'c alcanzado por el concreto convencional fue de 247.72kg/cm² siendo superado en

1.19 veces este valor por la muestra de 3 % de caucho reciclado siendo esta de 294.68 kg/cm² seguidamente se encontró las muestras con 5 % de caucho superando en 1.09 veces al patrón alcanzando una resistencia de 272.05 kg/cm².

Según los datos obtenidos comparando con diversos autores tales como [13] y [14] mencionan que los porcentajes óptimos del caucho reciclado en el concreto son de 3% y 5% respectivamente, coincidiendo esto con los resultados obtenidos en la presente investigación; sin embargo [15] afirma que, a menor cantidad de caucho mayor será la resistencia esto se ve reflejado debido a que el peso específico del material es más ligero y tiende a disminuir el peso unitario de la mezcla volviéndola menos densa y por ende afectando su resistencia. De todo lo descrito resultó conveniente el uso de 3 % y 5% de caucho reciclado según la resistencia a la compresión incrementando en 1.19 y 1.09 veces la resistencia convencional de un concreto $f'_c=210$

Resistencia a la flexión

En función de los resultados obtenidos para el concreto patrón obtuvo a los 28 días un módulo de rotura de 18.5 kg/cm² siendo superado este valor únicamente con las muestras de 3 % de caucho en 1.12 veces el concreto tradicional alcanzando 20.8 kg/cm²; en tanto los porcentajes de 5 % y 7% de caucho resultaron desventajosos pues redujo la resistencia convencional en 0.86 y 0.77 veces; estos resultados se pueden explicar según la [13] y [15] mencionan que, el caucho en el concreto a medida que aumenta su contenido reduce su resistencia además al ser un material flexible le proporciona esta cualidad a la mezcla.

Resistencia a la tracción

De los resultados obtenidos se observa que, el concreto patrón alcanzó una resistencia a la tracción indirecta de 22.20 kg/cm² siendo esta similar a la teórica esperada $E 0.60$ la cual establece que será del 10% del f'_c obtenido; no obstante, todas las muestras experimentales superaron a esta resistencia convencional destacando las muestras con 3% de caucho pues incrementó

en 1.38 veces la resistencia patrón alcanzando 30.73 kg/cm²; esto es lógico según [13], [14] y [15] pues la resistencia a la tracción esta directamente relacionada con la resistencia a la compresión es por ello que a menor cantidad de caucho mayor sera la oposición que tendrá el concreto a traccionarse.

Módulo de elasticidad

Respecto al módulo de elasticidad el concreto patrón alcanzo un valor de 206136.16 kg/cm²; siendo superado únicamente por la muestra con 3 % de caucho en 1.11 veces, alcanzando 228874.79kg/cm² reflejándose de esta manera que el tener un concreto modificado con caucho reciclado le brinda esa propiedad dúctil a la mezcla tal como menciona [13] y [15].

Durabilidad del concreto

Según los resultados obtenido del ensayo de resistencia ante sulfatos, se obtuvo que, el concreto patrón alcanzó una expansión unitaria promedio de 0.054, siendo la muestra experimental más beneficiosa, es decir, la más baja, el concreto con 5% de caucho alcanzando una expansión de 0.035, seguido del 3% de caucho el cual obtuvo una expansión de 0.046; esto según [14] indica lo siguiente; al tener un concreto con menor porcentaje de expansión es mejor, pues reduce la susceptibilidad que este tendrá ante sulfatos, es decir, las muestras con 3% y 5% resultan beneficiosas, pues reduce el ingreso de este compuesto en el concreto.

- **Análisis de costos y factibilidad económica**

La evaluación de costos se realizó mediante un análisis de precios unitarios comparándose ambas propuestas, la primera, un concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$, la segunda, un concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución parcial de su agregado fino al 3% con caucho reciclado, para ello, se utilizó los resultados del diseño de mezcla para ambas propuestas, así como, los costos actualizados al año 2024 extraídos de la revista “Suplemento Técnico” [16]; a continuación se muestran los resultados obtenidos de esta comparativa.

Tabla N° 62 ACU para un concreto convencional $f'c$ 210kg/cm². Fuente: Propia

Actividad:	Diseño de concreto convencional $f'c$ 210 kg/cm ²						
Rendimiento:	25	m ³ /día			Costo Total	335.86	
Descripción			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.Unit.	P. Parcial
MANO DE OBRA						49.94	
Operario			hh	2	0.64	27.71	17.73
Oficial			hh	1	0.32	21.79	6.97
Peón			hh	4	1.28	19.71	25.23
MATERIALES						275.83	
Cemento Portland			bls		9.25	22.88	211.64
Piedra chancada			m ³		0.73	53.39	38.97
Agregado Fino			m ³		0.48	49.15	23.59
Agua			m ³		0.203	7.99	1.62
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						10.10	
Herramientas manuales			%MO		3.00	49.44	1.50
Vibrador de concreto			hm	1	0.32	10.88	3.48
Mezclador Tipo Trompo			hm	1	0.32	15.99	5.12

Tabla N° 63 ACU para un concreto $f'c$ 210kg/cm² con 3% caucho. Fuente: Propia

Actividad:	Diseño de concreto convencional $f'c$ 210 kg/cm ² con 3% de caucho reciclado						
Rendimiento:	25	m ³ /día			Costo Total	354.56	
Descripción			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.Unit.	P. Parcial
MANO DE OBRA						49.94	
Operario			hh	2	0.64	27.71	17.73
Oficial			hh	1	0.32	21.79	6.97
Peón			hh	4	1.28	19.71	25.23
MATERIALES						294.53	
Cemento Portland			bls		9.25	22.88	211.64
Piedra chancada			m ³		0.73	53.39	38.97
Caucho granulado reciclado			kg		21.32	0.9	19.19
Agregado Fino			m ³		0.47	49.15	23.10
Agua			m ³		0.20	7.99	1.62
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						10.10	
Herramientas manuales			%MO		3.00	49.44	1.50
Vibrador de concreto			hm	1	0.32	10.88	3.48
Mezclador Tipo Trompo			hm	1	0.32	15.99	5.12

Tabla N° 64: ACU para concreto convencional fc210kg/cm2 con 5% de caucho reciclado

Actividad:	Diseño de concreto convencional f'c 210 kg/cm2 con 5% de caucho reciclado					
Rendimiento:	25 m3/día				Costo Total	366.97
Descripción		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.Unit.	P. Parcial
MANO DE OBRA						49.94
Operario		hh	2	0.64	27.71	17.73
Oficial		hh	1	0.32	21.79	6.97
Peón		hh	4	1.28	19.71	25.23
MATERIALES						306.93
Cemento Portland		bls		9.25	22.88	211.64
Piedra chancada		m3		0.73	53.39	38.97
Caucho granulado reciclado		kg		35.65	0.9	32.09
Agregado Fino		m3		0.46	49.15	22.61
Agua		m3		0.20	7.99	1.62
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						10.10
Herramientas manuales		%MO		3.00	49.44	1.50
Vibrador de concreto		hm	1	0.32	10.88	3.48
Mezclador Tipo Trompo		hm	1	0.32	15.99	5.12

Tabla N° 65 ACU para concreto convencional fc210kg/cm2 con 7% de caucho reciclado

Actividad:	Diseño de concreto convencional f'c 210 kg/cm2 con 7% de caucho reciclado					
Rendimiento:	25 m3/día				Costo Total	378.82
Descripción		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.Unit.	P. Parcial
MANO DE OBRA						49.94
Operario		hh	2	0.64	27.71	17.73
Oficial		hh	1	0.32	21.79	6.97
Peón		hh	4	1.28	19.71	25.23
MATERIALES						318.78
Cemento Portland		bls		9.25	22.88	211.64
Piedra chancada		m3		0.73	53.39	38.97
Caucho granulado reciclado		kg		49.91	0.9	44.92
Agregado Fino		m3		0.44	49.15	21.63
Agua		m3		0.20	7.99	1.62
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						10.10
Herramientas manuales		%MO		3.00	49.44	1.50
Vibrador de concreto		hm	1	0.32	10.88	3.48
Mezclador Tipo Trompo		hm	1	0.32	15.99	5.12

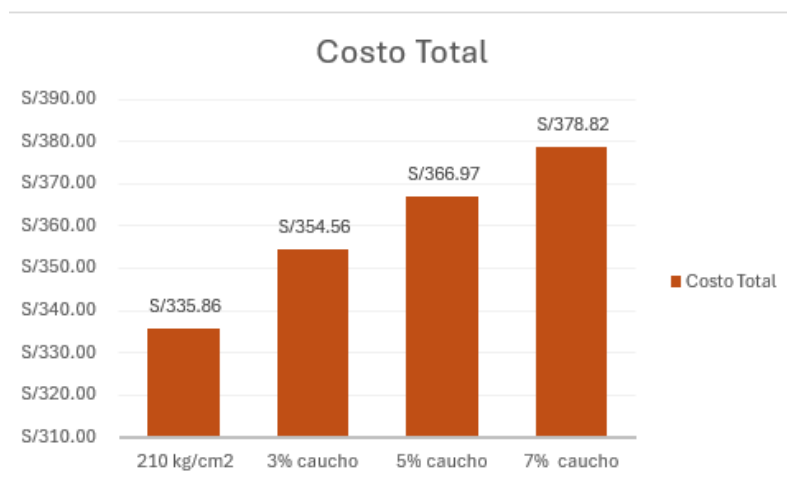


Figura N° 23 Costo total de m3 de cada porcentaje

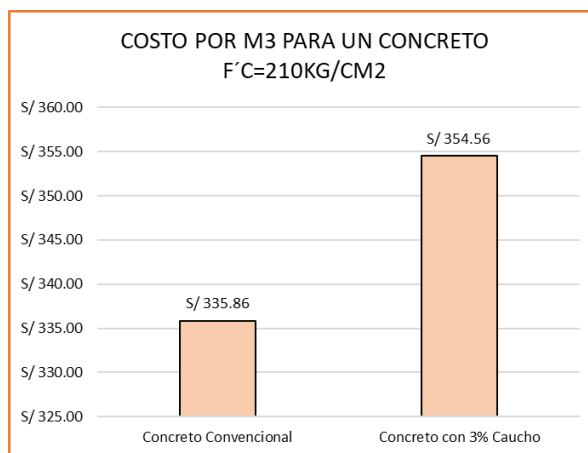


Figura N° 24 Comparación de costos por m3 para ambas propuestas. Fuente: propia

En base a los resultados obtenidos, se aprecia que, el costo por m3 para un concreto con 3% de caucho fue de S/ 354.56 soles, siendo este superior en 1.06 veces el costo de un concreto convencional, el cual fue de S/335,86 soles; es decir, el costo de la propuesta con 3% de caucho resulta superior al concreto tradicional, es por ello la necesidad de un análisis de factibilidad económica, pues no solo se evalúa el precio, sino también, el beneficio que este genera, mostrándose a continuación dicho análisis.

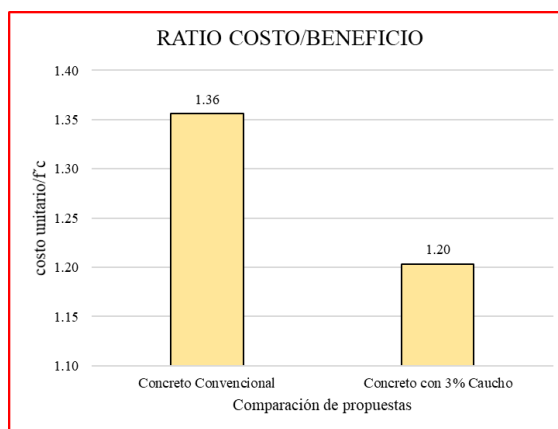


Figura N° 29 Comparación de costos por m3 para ambas propuestas. Fuente: propia

En base al análisis desarrollado de factibilidad económica, es decir, se calculó el ratio existente entre el costo unitario de cada propuesta por su beneficio obtenido, ósea, el $f'c$ a los 28 días, concluyendo lo siguiente, el concreto convencional obtiene un ratio de 1.36, mientras, la propuesta planteada con 3% de caucho alcanzó un ratio de 1.20, esto indica lo siguiente, la nueva propuesta con caucho genera mayor beneficio que la propuesta convencional, lo cual conlleva un aumento de costos, pero este se ve compensado con el gran beneficio que genera, es por ello que la utilización del 3% de caucho en el concreto resulta factible.

Conclusiones

Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de concreto con caucho reciclado como remplazo del agregado fino, resultando este beneficioso según los ensayos realizados

Se realizó el diseño de mezcla según la metodología ACI 211, para un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con una desviación estándar de 85 kg/cm^2 , un asentamiento máximo de 4" pulgadas y una relación agua cemento sin aire incorporado de 0.555 siendo esta seleccionada por resistencia

Se ensayaron un total de 120 probetas, considerándose 30 probetas para cada grupo de control, siendo estos cuatro, el primero fue la muestra patrón, mientras los tres grupos restantes fueron los experimentales, siendo estos concretos con remplazo parcial de su agregado fino por caucho reciclado en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

En base a la evaluación de ensayos realizados de peso unitario y contenido de aire, se obtuvo que, para las muestras con 3% y 5% de caucho resultaron por encima del peso unitario teórico en 1.01 y 1.002 veces, en tanto al contenido de aire, todas las muestras estuvieron por debajo del 2%

En cuanto a los ensayos realizados en la parte experimental, se obtuvo lo siguiente, la resistencia a la compresión a los 28 días aumentó en 1.19 y 1.10 veces respecto la muestra patrón, para las mezclas con 3% y 5% de caucho respectivamente, en tanto, la resistencia a la flexión se vio aumentada para las mezclas con 3% de caucho, en 1.12 veces respecto la muestra convencional, así mismo, la resistencia a la tracción indirecta se vio mejorada para las muestras con 3%, 5% y 7% de caucho en 1.38, 1.16, 1.04 veces, sin embargo, según el módulo de elasticidad, la única muestra que genera mejoras en esta propiedad fue de 3% de caucho, pues aumenta en 1.11 veces, siendo el porcentaje óptimo seleccionado el 3% de caucho en el concreto.

Del análisis de costo y factibilidad económica realizado se concluye que, el concreto con 3% de caucho resulta factible, pues su ratio de costo/beneficio alcanzó el 1.20, en tanto, el concreto convencional obtuvo 1.36, siendo el menor de mayor beneficio, así mismo, su costo por m³ de la propuesta planteada resultó de S/354.56 estando en 1.06 veces por encima del concreto convencional, pero esto se ve compensado con los beneficios que genera la adición de caucho reciclado.

Recomendaciones:

- Examinar cómo se comporta el concreto con caucho reciclado al sustituir el agregado fino por partículas de caucho reciclado en proporciones más bajas que las empleadas en este estudio.
- Estudiar las características del concreto cuando se utiliza agregado grueso en lugar de partículas de caucho reciclado.
- Compartir los hallazgos de la indagación actual y fomentar el uso de partículas de caucho en la creación de concreto.

Referencias

- [1] L. Mongabay , «MONGABAY,» Periodismo ambiental, 23 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://es.mongabay.com/2019/08/oceanos-plasticos-y-basura-marina-acaban-con-la-diversidad/>.
- [2] F. L. y. W. Yuri, Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica, Huancavelica: Repositorio Digital de la UNH, 2018.
- [3] S. V. y. D. G. G. Peláez, Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura, Ciencia e ingeniería Neogranadina, 2017.
- [4] J. Hidalgo y N. Alejandra, Métodos de reutilización de llantas usadas: selección y elaboración de nuevos productos, Bogota, 2018.
- [5] m. A. L. L. y. e. J. V. Brragán, Utilización de componentes plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote, Chimbote, 2018.
- [6] L. Á. Jaimes Leal y k. P. Torres Cervera, «Aprovechamiento del GCR para la elaboracion de adoquines ecologicos como alternativa a la industria constructiva,» 2019.
- [7] M. y. L. E. FARFAN, «Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante,» Revista ingeniería de construcción, vol. 33, n° 03, 2018.
- [8] E. R. López, Naturaleza y Componentes del Concreto, Lima: Editorial Universitaria , 2000.
- [9] L. Antonio y . L. A. Chávarri Cueva, Propuesta de concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para la construcción de pavimentos urbanos en la ciudad de Lima, Lima, 2020.
- [10] Congreso Internaciona de la Construcción y Expocon, Naturaleza y componentes del concreto, 2004
- [11] E. Rivva Lopez, Naturaleza y componentes del concreto,1st ed. Lima: Capitulo peruano ACI, 2000.
- [12] Propuesta De Norma Concreto Armado, Peru Ministerio de Vivienda, construccion y saneamiento E.060-2019.

- [13] K. R. García Hurtado y R. E. Ríos Aguilar, “Diseño de una mezcla de concreto incorporada con caucho reciclado para lograr una adecuada resistencia a la compresión, Tarapoto-2021”, Tesis de Licenciatura, Tarapoto, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_b3d1c373b69973bde420e7af9fc72fae
- [14] J. V. Quispe Justo Y Y. Huamantupa Mar, “Influencia de la incorporación de caucho reciclado en el concreto estructural y su hipotética respuesta sísmica, Juliaca 2021”, Tesis de Pregrado, Juliaca, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: https://usmp.edu.pe/fia/wp-content/uploads/2022/12/2347-8330-1-RV-Jesus_Vidal-Quispe_Justo.pdf
- [15] M. Farfán y E. Leonardo, “Caucho reciclado en la resistencia a compresión y flexión del hormigón modificado con aditivo plastificante”, Revista Ingeniería de la Construcción, vol.33, no.3, pp.241-250, dic. 2018. [En línea] . Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300241> 1 Acceso: abril de 2024.
- [16] Suplemento Tecnico , Marzo 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.udocz.com/apuntes/832838/suplemento-tecnico-marzo>. Acceso: Abril 2024.

Anexos



Figura N° 25 Caucho granulado



Figura N° 26 Caucho granulado



Figura N° 27 Proceso Caucho granulado



Figura N° 28 Neumático



Figura N° 29 Caucho Reciclado

DISEÑO DEL CONCRETO PATRÓN

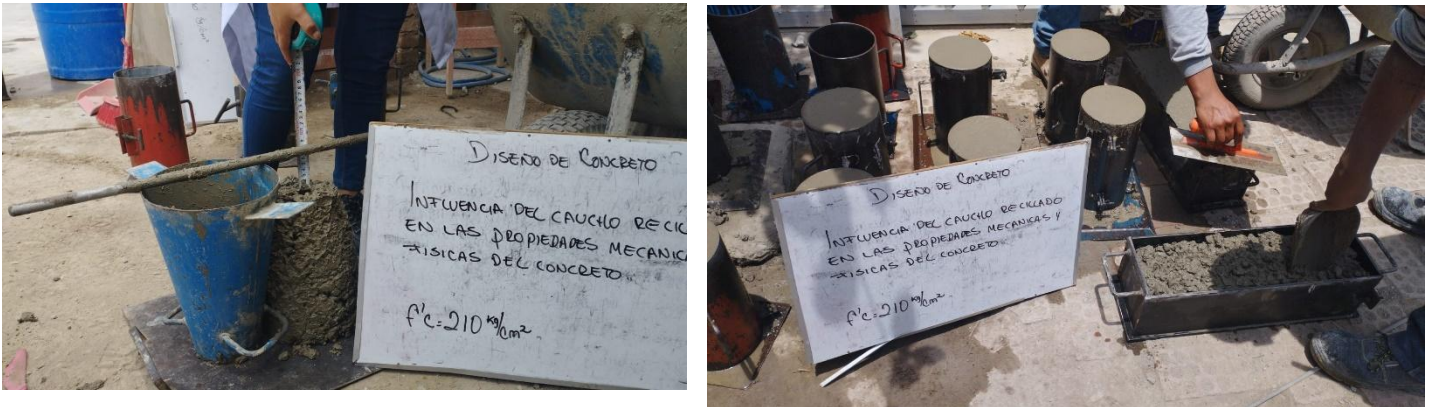


Figura N° 30 Diseño Patrón 210

DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONANDO 3% DEL CAUCHO RECICLADO



Figura N° 31 Diseño del concreto adicionando 3% del caucho reciclado



Figura N° 32 Diseño del concreto adicionando 3% del caucho reciclado

DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONANDO 5% DEL CAUCHO RECICLADO



Figura N° 33 Diseño del concreto adicionando 5% del caucho reciclado

DISEÑO DEL CONCRETO ADICIONANDO 7% DEL CAUCHO RECICLADO



Figura N° 34 Diseño del concreto adicionando 7% del caucho reciclado

Ensayo durabilidad por sulfato



Figura. N° 1 y 2 Ensayo de Expansión por Sulfatos: Concreto Patrón

Fuente Propia



Figura. N° 2 Ensayo de Expansión por Sulfatos: Concreto Patrón

Fuente Propia

- Validación de ensayos y calibraciones

INFORME N° LEM USAT 030-2024-I

FECHA: 22 de Mayo 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Montenegro Arcila Maryuri Jannet.

TITULO DE LA TESIS: Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Peso Unitario
- Temperatura
- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso específico
- Compresión
- Flexión
- Tracción
- Módulo de elasticidad
- Tasa de percolación
- Cambio de Longitud en Morteros

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



Henry Rivadeneira Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental



TECNICO DE LABORATORIO

Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

DISEÑO DE MEZCLA

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Pórtland Tipo I
- 2.- Peso específico : 3110 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera : Cantera Los Mera-Pátapo.

- 1.- Peso específico de masa : 2.547 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.5833 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1465 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1641 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 1.4 %
- 6.- Contenido de humedad : 1.6 %
- 7.- Módulo de fineza : 2.706

Agregado grueso :

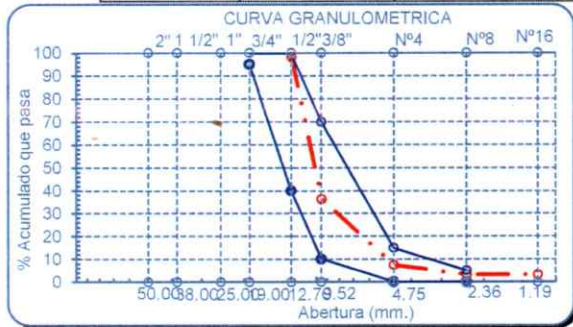
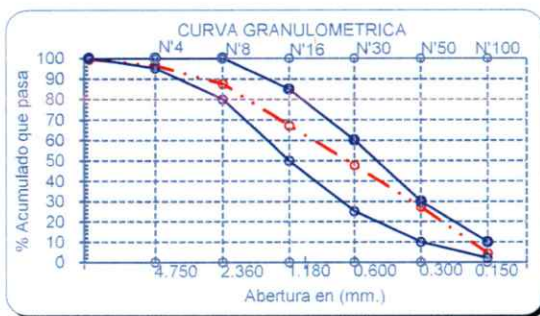
Cantera : Asfalpaca-Tres Tomas -Ferreñafe

- 1.- Peso específico de masa : 2.605 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.629 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1407 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1624 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 0.9 %
- 6.- Contenido de humedad : 1.0 %
- 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.6	99.4
N° 04	3.0	96.5
N° 08	9.0	87.4
N° 16	20.4	67.1
N° 30	19.4	47.7
N° 50	20.6	27.0
N° 100	22.7	4.3
Fondo	1.4	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	1.6	98.4
1/2"	0.0	98.4
3/8"	62.0	36.3
N° 04	29.0	7.4
N° 08	4.2	3.2
N°16	0.0	3.2
Fondo	3.2	0.0



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

[Signature]
 TÉCNICO DE LABORATORIO

[Signature]

Expediente N° : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Obra : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

DISEÑO DE MEZCLA

F'c = 210 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	3.5 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2362 Kg/m ³
Resistencia promedio a los 3 días	:	183 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 3 días	:	87 %
Resistencia promedio a los 7 días	:	246 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	117 %
Factor cemento por M ³ de concreto	:	9.9 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.534

Cantidad de materiales por metro cúbico :

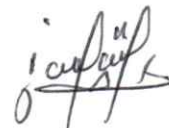
Cemento	421 Kg/m ³	:	Cemento Pórtland Tipo I
Agua	225 L	:	Agua Potable de la Zona.
Agregado fino	643 Kg/m ³	:	Cantera Los Mera-Pátapo.
Agregado grueso	1073 Kg/m ³	:	Asfalpaca-Tres Tomas -Ferrefiafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.53	2.55	22.7	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	1.56	2.72	22.7	Lts/pie ³


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

 TEC: 



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concret
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera Los Mera-Pátapo. **P. Inicial H.** 430.9 **% de Humedad =** 1.63
P. Inicial S. 424.0

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	2.44	0.6	0.6	99.4	100	100
Nº 04	4.750	12.6	3.0	3.5	96.5	95	100
Nº 08	2.360	38.2	9.0	12.6	87.4	80	100
Nº 16	1.180	86.4	20.4	32.9	67.1	50	85
Nº 30	0.600	82.3	19.4	52.3	47.7	25	60
Nº 50	0.300	87.41	20.6	73.0	27.0	10	30
Nº 100	0.150	96.3	22.7	95.7	4.3	2	10
Nº 200		12.4	2.92	98.6	1.4		
Fondo		5.97	1.4	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.706			
Abertura de malla de referencia				9.500			



Henry Rivadeneira Obhtas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

TÉCNICO DE LABORATORIO

Jayjay

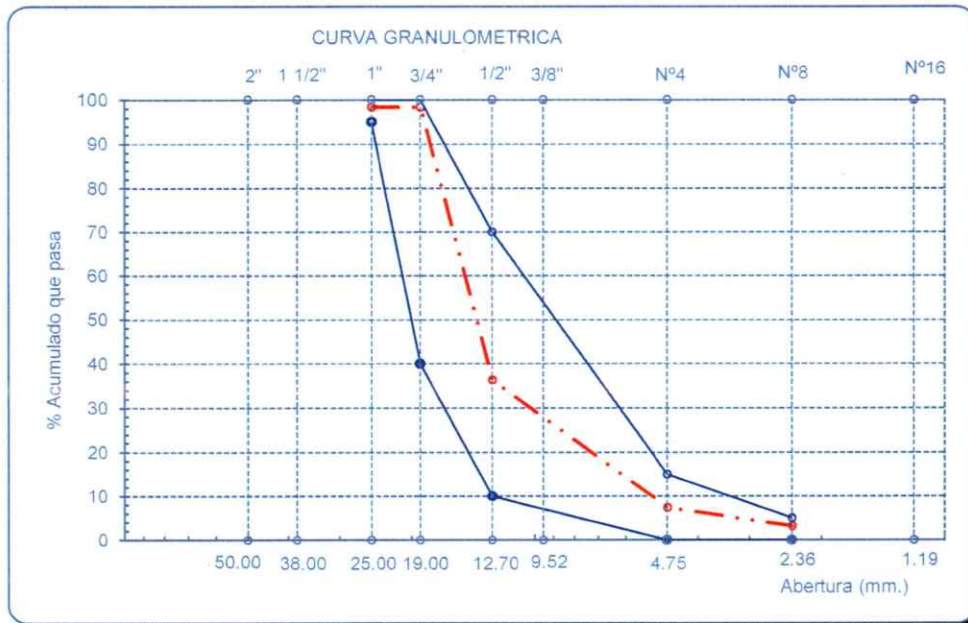
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concret
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Asfalpaca-Tres Tomas -Ferreñafe **P. Inicial H.** 5311.5 **% de Humedad =** 0.98
P. Inicial S. 5260

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	95.0	100.0
3/4"	19.00	86.0	1.6	1.6	98.4	40.0	85.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	1.6	98.4	10.0	40.0
3/8"	9.52	3263.0	62.0	63.7	36.3	0.0	15.0
Nº 04	4.75	1523.0	29.0	92.6	7.4	0.0	5.0
Nº 08	2.36	219.0	4.2	96.8	3.2	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	96.8	3.2	0.0	0.0
Fondo		169.0	3.2	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00		5260.0	
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



Jannet

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera Los Mera-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	431	431
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	424	424
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.63	1.63
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.63	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Asfalpaca-Tres Tomas -Ferreñafe

I.- Datos

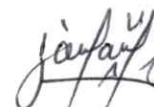
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5312	5312
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5260	5260
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.0	1.0
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.98	

Observaciones :


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT




TÉCNICO DE LABORATORIO





Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera Los Mera-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P	(g)	996.2	996.5
2.- Pes. Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	689.92	689.92
3.- Peso del Agua	(g)	306.28	306.62
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	682.72	682.92
5.- Peso del Frasco	(g)	189.92	189.92
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	493	493
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.547
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.583
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.644
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.44

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Asfalpaca-Tres Tomas -Ferreñafe

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1194	1242
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1205	1253
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastillo	(g)	1194	1242
4.- Peso de la canastilla	(g)	448	465
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	746	777

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.605
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.629
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.669
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.91

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica de Santo Toribio de Mogrovejo
 Chiclayo, Lambayeque
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Asfalpaca-Tres Tomas -Ferreñafe

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	13213	13225
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		13213	13225
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00931	0.00931
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1419.7	1421
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1407	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	15255	15266
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		15255.0	15266.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00931	0.00931
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1639.1	1640.27
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1624	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5311.5	5311.5
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5260	5260
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.0	1.0
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.98	


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT







Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra : Cantera Los Mera-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4125	4120
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		4125	4120
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00277	0.00277
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1490	1488
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1465	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4624	4614
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		4624	4614
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00277	0.00277
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1670	1666
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1641	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

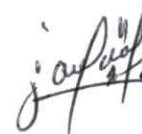
C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	430.9	430.9
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	424	424
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.6	1.6
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.63	


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 Chiclayo, Lambayeque, Perú


 TÉCNICO DE LABORATORIO





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

🏠 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, ☎ 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES) (NORMA MTC E - 207)

PROYECTO	: "INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL CONCRETO"		
UBICACIÓN	: CHICLAYO- LAMBAYEQUE		
CANtera	: ASFALPACA - TRES TOMAS - FERREÑAFE	RESP. LAB.	: R.H.B.C.
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO	TEC. LAB.	: L.M.F.H.
SOLICITANTE	: MARYURI J. MONTENEGRO ARCILA	FECHA	: SEPTIEMBRE 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ		A			
PASA	RETIENE				
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1255			
1"	3/4"	1250			
3/4"	1/2"	1251			
1/2"	3/8"	1253			
3/8"	1/4"				
1/4"	No 4				
PESO TOTAL		5009			
PESO RETENIDO EN TAMIZ N°12		3986			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO		1023			
N° DE ESFERAS		12			
PESO DE LAS ESFERAS		5016			
% DE DESGASTE		20,4			

Observaciones: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



Handwritten signature





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

📍 Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 📞 978 360 036 – 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO (SULFATO DE MAGNESIO) (NORMA MTC E 209)

PROYECTO	: "INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL CONCRETO"	
UBICACIÓN	: CHICLAYO- LAMBAYEQUE	
CANTERA	: ASFALPACA - TRES TOMAS - FERREÑAFE	RESP. LAB. : R.H.B.C.
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO	TEC. LAB. : L.M.F.H.
SOLICITANTE	: MARYURI J. MONTENEGRO ARCILA	FECHA : SEPTIEMBRE 2022

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

FRACCION		GRADACION ORIGINAL %		Peso de fracción ensayada	Peso retenido después del ensayo	Perdida después del ensayo (gr)	Perdida después del ensayo (%)	Perdida corregida
PASA	RETIENE	Peso retenido	% retenido					
			A	B	C	D	E	F
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	86,0	1,8	125,8	55,3	70,5	56,0	0,99
3/4"	1/2"							
1/2"	3/8"	3263,0	67,0	274,1	263,4	10,7	3,9	2,61
3/8"	N° 4	1523,0	31,3	822,4	678,2	144,2	17,5	5,48
	< N° 4							
SUMA TOTAL		4872	100	4646,1				9,08

Observaciones : Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL



Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2021 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	07/10/2022	7	191
02	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	07/10/2022	7	199
04	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	14/10/2022	14	228
05	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	14/10/2022	14	230
07	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	28/10/2022	28	244
08	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	28/10/2022	28	248

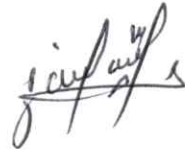
OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


 USAT
 Laboratorio de Servicio, Investigación y Control de Calidad
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

 TÉCNICO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL



Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2021 / ASTM C-39/39M - 05
Titulo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

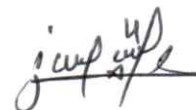
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	225
02	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	219
04	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	282
05	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	259
07	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	294
08	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	293

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL



Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2021 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	190
02	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	173
04	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	238
05	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	231
07	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	272
08	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	268

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL



Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2021 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

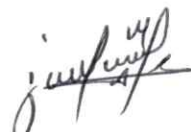
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	11/10/2022	7	202
02	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	11/10/2022	7	146
04	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	18/10/2022	14	184
05	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	18/10/2022	14	209
07	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	01/11/2022	28	218
08	CONCRETO 210 kg/cm2 SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	01/11/2022	28	221

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo







UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA: : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
 UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C496

$$f_c = [(2xP) / (3.1416 \times d \times h)]$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Resst. Promedio(%)
CP-01	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	07/10/2022	7	15.02	30	12300	17.4	17.8
CP-02	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	07/10/2022	7	15.03	30.1	12980	18.3	
CP-04	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	14/10/2022	14	15.02	30.3	15960	22.3	23.0
CP-05	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	14/10/2022	14	15.01	30.4	16960	23.7	
CP-07	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	28/10/2022	28	15.02	30.3	19050	26.6	26.6
CP-08	CONCRETO 210 kg/cm ²	30/09/2022	28/10/2022	28	15.01	30.4	18980	26.5	

OBSERVACIONES :

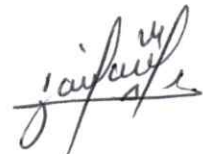
- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



 TÉCNICO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista: : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
 Universidad : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C496

$$f_c = \frac{2xP}{3.1416 \times d \times h}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Resst. Promedio (Kg/cm ²)
CP-01	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	15.02	30.2	18980	26.6	26.1
CP-02	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	15.01	30.3	18320	25.6	
CP-04	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	15.00	30.1	22960	32.4	31.3
CP-05	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	15.00	30	21370	30.2	
CP-07	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	15.02	30.3	24850	34.8	34.8
CP-08	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	15.01	30.4	24980	34.9	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISISTA: : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
 UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022
 Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas
 Código : ASTM C496

$$f_c = \frac{2xP}{3.1416 \times d \times h}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Resst. Promedio(%)
CP-01	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	15.02	30.2	15860	22.3	21.7
CP-02	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	15.01	30.4	15100	21.1	
CP-04	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	15.00	30.1	18360	25.9	25.8
CP-05	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	15.02	30.2	18310	25.7	
CP-07	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	15.02	30.3	21650	30.3	30.0
CP-08	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	15.01	30.4	21280	29.7	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Handwritten signature

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISISTA: : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
 UNIVERSIDAD : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022
 Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas
 Código : ASTM C496

$$f_c = [(2xP)/(3.1416 \times d^2 \times h)]$$

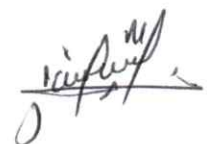
Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Resst. Promedio(%)
CP-01	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	11/10/2022	7	15.01	30.3	14990	21.0	20.3
CP-02	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	11/10/2022	7	15.01	30.4	14060	19.6	
CP-04	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	18/10/2022	14	15.00	30	15820	22.4	22.4
CP-05	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	18/10/2022	14	15.01	30.1	15890	22.4	
CP-07	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	01/11/2022	28	15.02	30.3	19050	26.6	26.8
CP-08	CONCRETO 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	01/11/2022	28	15.01	30.4	19280	26.9	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



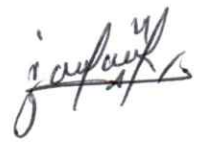
Tesista : Montenegro Arcita Maryuri Jannet
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de presentación : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017
 Título : Modulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de	Fecha de	Carga	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm2)	Módulo de Rotura (Kg/cm2)) Promedio
		Vaciado	Ensayo	(N)				
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2	30/09/2022	07/10/2022	25987.623	7	3.5	35.33	35.47
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2	30/09/2022	07/10/2022	26183.756	7	3.5	35.60	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2	30/09/2022	14/10/2022	29321.884	14	3.9	39.87	39.73
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2	30/09/2022	14/10/2022	29125.751	14	3.9	39.60	
07	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2	30/09/2022	28/10/2022	31087.081	28	4.1	42.27	42.40
08	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2	30/09/2022	28/10/2022	31283.214	28	4.2	42.53	


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de presentación : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Norma : N.T.P. 399.078:2012 (REVISADA EL 2017)
 Título : Modulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	16/10/2022	23/10/2022	29518.017	7	3.9	40.13	40.67
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	16/10/2022	23/10/2022	30302.549	7	4.0	41.20	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	16/10/2022	30/10/2022	32852.278	14	4.4	44.67	44.73
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	16/10/2022	30/10/2022	32950.344	14	4.4	44.80	
07	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	16/10/2022	13/11/2022	35009.741	28	4.7	47.60	47.73
08	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 3% del agregado fino por Caucho Reciclado	16/10/2022	13/11/2022	35205.874	28	4.7	47.87	


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT







UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de presentación: Chiclayo, 15 de septiembre del 2022
 Norma : N.T.P. 399.613 - 2017
 Título : Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de	Fecha de	Carga	Antigüedad	Módulo de	Módulo de	Módulo de Rotura
		Vaciado	Ensayo	(N)	del Espécimen	Rotura (MPa)	Rotura (Kg/cm ²)	(Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	10/10/2022	21868.83	7	2.9	29.73	29.87
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	10/10/2022	22064.963	7	2.9	30.00	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	17/10/2022	25301.157	14	3.4	34.40	33.80
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	17/10/2022	24418.559	14	3.3	33.20	
07	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28145.086	28	3.8	38.27	37.73
08	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 5% del agregado fino por Caucho Reciclado	03/10/2022	31/10/2022	27360.554	28	3.6	37.20	


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES


 TÉCNICO DE LABORATORIO

Jannet

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



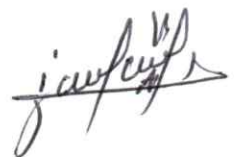
Tesista : Montenegro Arcila Maryuri Jannet
 Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Proyecto : Influencia del caucho reciclado en las propiedades mecánicas y físicas del concreto.
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de presentación : Chiclayo, 15 de septiembre del 2022

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017
 Título : Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de	Fecha de	Carga	Antigüedad	Módulo de	Módulo de	Módulo de Rotura
		Vaciado	Ensayo	(N)	del Espécimen	Rotura (MPa)	Rotura (Kg/cm2)	(Kg/cm2) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	11/10/2022	19122.968	7	2.5	26.00	25.87
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	11/10/2022	18926.835	7	2.5	25.73	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	18/10/2022	21378.497	14	2.9	29.07	28.73
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	18/10/2022	20888.165	14	2.8	28.40	
07	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	01/11/2022	25203.091	28	3.4	34.27	33.67
08	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² SUSTITUYENDO EL 7% del agregado fino por Caucho Reciclado	04/10/2022	01/11/2022	24320.492	28	3.2	33.07	


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT







CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 978 360 036 – 993 595 300.

constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO DEL CONCRETO A COMPRESION (ASTM C-469)

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL CONCRETO"
UBICACIÓN : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA CHICLAYO, REGIÓN LAMBAYEQUE
SOLICITANTE : MONTENEGRO ARCILA MARYURI JANNET **RESP. LAB.** : R.H.B.C.
ESTRUCTURA : Patrón - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ **TEC. RESP.** : L.M.F.H.

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_2 unitaria ($\epsilon_2 (S_2)$)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
Patrón - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/2022	07/10/2022	7	186,49	75	0,66391	0,000432	193299	195583,31
Patrón - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/2022	07/10/2022	7	199,59	80	1,28251	0,000447	197868	
Patrón - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/2022	14/10/2022	14	224,98	90	2,81241	0,000467	208821	208107,07
Patrón - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/2022	14/10/2022	14	224,13	90	2,78474	0,000469	207393	
Patrón - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/2022	28/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000490	213989	214718,11
Patrón - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	30/09/2022	28/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000499	215448	

Observaciones:

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R SAC

Luisa María Falcó Hurtado
TÉCNICO DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R SAC

Ing. Róyster H. Burgos Caycey
ING. CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP 189234



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Univ. Católica del Perú
Laboratorio de Materiales y Suelos





CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, ☎ 978 360 036 - 993 595 300.

✉ constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO DEL CONCRETO A COMPRESION (ASTM C-469)

PROYECTO	: "INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL CONCRETO"	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA CHICLAYO, REGIÓN LAMBAYEQUE	
SOLICITANTE	: MONTENEGRO ARCILA MARYURI JANNET	RESP. LAB. : R.H.B.C.
ESTRUCTURA	: f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	TEC. RESP. : L.M.F.H.

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	220,11	88	3,76217	0,000437	217874	217587,12
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	219,73	88	1,28251	0,000449	217300	
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	279,10	112	1,87494	0,000527	230262	229162,80
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	275,44	110	1,85650	0,000525	228064	
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000526	239125	239874,46
f'c= 210 kg/cm2 sustituyendo 3% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000523	240624	

Observaciones:



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Luisa Maria Falco Hurtado
TÉCNICO DE LABORATORIO



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Ing. Royser H. Barga Cayay
ING. CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP 146234



Henry Rivadeneira Oblitas
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santo Domingo de los Colorados

LABORATORIO DE ENGENNERIA DE CONCRETO Y ENGENNERIA DE MATERIALES
USAT
[Signature]
TÉCNICO DE LABORATORIO

[Signature]



CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 978 360 036 – 993 595 300.

constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO DEL CONCRETO A COMPRESION (ASTM C-469)

PROYECTO	: "INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL CONCRETO"	
UBICACIÓN	: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA CHICLAYO, REGIÓN LAMBAYEQUE	
SOLICITANTE	: MONTENEGRO ARCILA MARYURI JANNET	RESP. LAB. : R.H.B.C.
ESTRUCTURA	: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 5% de caucho reciclado	TEC. RESP. : L.M.F.H.

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_2 unitaria (ϵ_2 (S ₂))	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	185,33	74	3,76217	0,000459	172164	174796,75
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	173,05	69	1,28251	0,000433	177429	
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	235,65	94	1,87494	0,000539	188907	186748,59
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	225,18	90	1,85650	0,000528	184591	
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000590	194973	195516,82
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 5% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000584	196061	

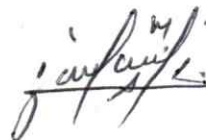
Observaciones:


CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Luisa Maria Falco Hurtado
Luisa Maria Falco Hurtado
TÉCNICO DE LABORATORIO


CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.
Ing. Kaysar H. Burgos Caycedo
Ing. Kaysar H. Burgos Caycedo
ING. CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP 189234




Henry Rivadeneira Obitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santa Cruz de Arequipa







CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A&R S.A.C.

- Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Ejecución, Supervisión y Evaluación de Obras.
- Estudio de Geotecnia - Laboratorio de Materiales.
- Estudios Topográficos.

Av. Vicente Ruso Mz S/N Lote N° 08 - Fundo El Cerrito- Chiclayo, 978 360 036 - 993 595 300.

constructora.ayr.chiclayo@gmail.com

ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO DEL CONCRETO A COMPRESION (ASTM C-469)

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL CONCRETO"
UBICACIÓN : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA CHICLAYO, REGIÓN LAMBAYEQUE
SOLICITANTE : MONTENEGRO ARCILA MARYURI JANNET **RESP. LAB.** : R.H.B.C.
ESTRUCTURA : $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 7% de caucho reciclado **TEC. RESP.** : L.M.F.H.

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_2 (S_2)$	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	197,18	79	3,76217	0,000546	151329	149987,06
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	10/10/2022	7	146,17	58	1,28251	0,000435	148645	
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	182,10	73	1,87494	0,000516	152187	151996,44
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	17/10/2022	14	204,29	82	1,85650	0,000576	151805	
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000561	164562	165182,90
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 7% de caucho reciclado	03/10/2022	31/10/2022	28	232,60	93	0,95161	0,000564	165804	

Observaciones:



Handwritten signature of the technician.





**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES**

GRUPO GEOHESA

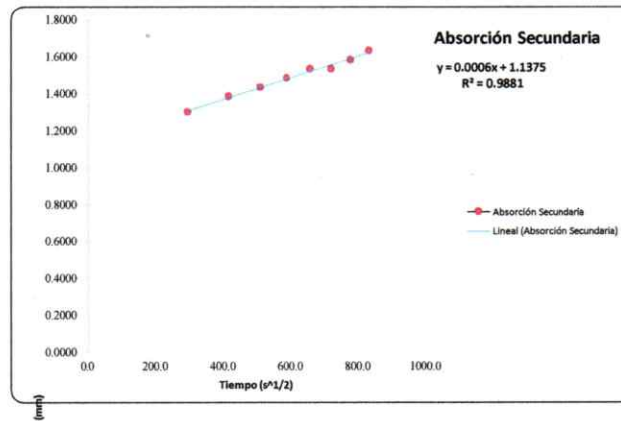
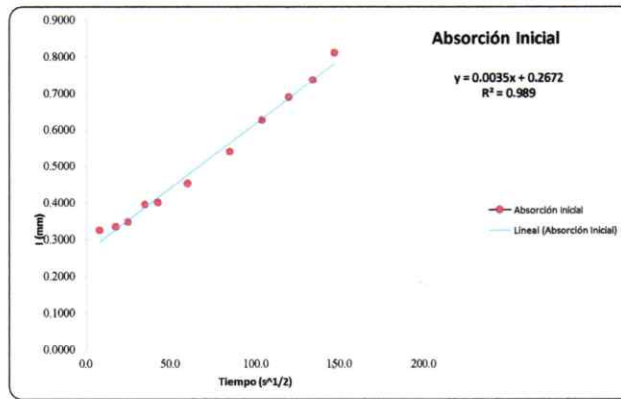
CERTIFICADO DE ENSAYO:

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL CONCRETO		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	MONTENEGRO ARCILA, MARYURI JANNET	MUESTRIADO:	J.L.S.O
ENSAYO:	MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRÁULICO	NORMATIVA:	ASTM C-1585
FECHA ENSAYO:	MARZO-2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	004-2023/GEOHESA

Probeta_DP 210	Masa (g)	Diámetro Promedio mm	Espesor Promedio mm	Área (mm ²)	Densidad (g/cm ³)
M - 1	807.34	101.98	48.25	8167.28	2.05
M - 2	805.84	100.48	46.75	7928.77	2.17
M - 3	804.34	98.98	45.25	7693.80	2.31

2- RESULTADOS DEL ENSAYO

Ritmo de Absorción	TIEMPO	ABSORCIÓN	
	s ^{1/2}	(mm)	I
Absorción Inicial (SI)	0.0	0.0000	0.0000
	7.7	0.3252	0.3252
	17.3	0.0101	0.3353
	24.5	0.0126	0.3480
	34.6	0.0479	0.3959
	42.4	0.0050	0.4010
	60.0	0.0517	0.4527
	84.9	0.0871	0.5398
	103.9	0.0871	0.6268
	120.0	0.0631	0.6899
	134.2	0.0467	0.7366
	147.0	0.0744	0.8110
	Absorción Secundaria (SI)	293.9	0.4921
415.7		0.0836	1.3867
509.1		0.0496	1.4363
587.9		0.0496	1.4860
657.3		0.0496	1.5356
720.0		0.0000	1.5356
777.4		0.0496	1.5852
831.4	0.0496	1.6349	



Henry Ribadenebra Oballos
 Tec. Laboratorio USAT

ORLANDO ALBO VASQUEZ CERQUERA
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 REG. CIP. 248909

Jorge Luis Santisteban Alejandro
 LABORATORISTA



TECNICO DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE ENSAYO:

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	MONTENEGRO ARCILA, MARYURI JANNET	MUESTRIADO	J.L.S.O
FECHA ENSAYO:	FEBRERO - 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	004-2023/GEOHESA

ESTRUCTURA	DISEÑO PATRON			
FC DE DISEÑO	F'C 210			
ASENTAMIENTO DE DISEÑO	3 a 4 pulg.			
	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
ASENAMIENTO	3 1/2 "	3 1/4 "	4"	4 pulg
CONSISTENCIA	PLASTICA			
	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
TEMPERATURA	24	25	25	25 °
	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
PESO UNITARIO	13278	13275	13279	2452 Kg/m3

(Handwritten signature)

 Henry Rivadeneiro Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

(Handwritten signature)
ORLANDO ALBO VASQUEZ CERQUERA
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 REG. CIP. 248909

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
 INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
 C/LL. P.O. CHICLAYO
(Handwritten signature)
Jorge Luis Santisteban Alejandro
 LABORATORISTA

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ESTUDIOS DE MATERIALES
 USAT
(Handwritten signature)
 TECNICO DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE ENSAYO:

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	MONTENEGRO ARCILA, MARYURI JANNET	MUESTRIADO	J.L.S.O
FECHA ENSAYO:	FEBRERO - 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	004- 2023/GEOHESA

ESTRUCTURA	DISEÑO PATRON + SUSTITUCIÓN 3% CAUCHO			
FC DE DISEÑO	F'C 210			
ASENTAMIENTO DE DISEÑO	3 a 4 pulg.			
ASENAMIENTO	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
	3"	4"	3 1/2"	4 pulg
CONSISTENCIA	PLASTICA			
TEMPERATURA	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
	25	22	23	23 °
PESO UNITARIO	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
	13271	13263	13267	2450 Kg/m3


Henry Rivadeneira Obillas
Tec. Laboratorio USAT


ORLANDO ALBO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
C.I.L. P.O. CHICLAYO
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE ENSAYO:

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	MONTENEGRO ARCILA, MARYURI JANNET	MUESTRIADO	J.L.S.O
FECHA ENSAYO:	FEBRERO - 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	004-2023/GEOHESA

ESTRUCTURA	DISEÑO PATRON + SUSTITUCIÓN 5% CAUCHO			
FC DE DISEÑO	PRATON F'C 210			
ASENTAMIENTO DE DISEÑO	3 a 4 pulg.			
ASENAMIENTO	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
	3 1/4 "	3 1/2"	3"	3 pulg
CONSISTENCIA	PLASTICA			
TEMPERATURA	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
	27	24	23	25 °
PESO UNITARIO	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
	13113	13115	13118	2422 Kg/m3

Henry Rivadeneira Obittas
Tec. Laboratorio USAT
Univ. San Agustín de Arequipa



ORLANDO ALBO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
CIP. PO. OBITUARIA
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CONCRETO		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	MONTENEGRO ARCILA, MARYURI JANNET	MUESTRIADO	J.L.S.O
FECHA ENSAYO:	FEBRERO - 2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	004- 2023/GEOHESA

ESTRUCTURA	DISEÑO PATRON + SUSTITUCIÓN 7% DE CAUCHO			
FC DE DISEÑO	PRATON F'C 210			
ASENTAMIENTO DE DISEÑO	3 a 4 pulg.			
ASENAMIENTO	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
	3 1/2 "	3 1/2"	4"	3 pulg
CONSISTENCIA	PLASTICA			
TEMPERATURA	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
	27	25	26	26 °
PESO UNITARIO	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
	13172	13176	13170	2433 Kg/m3




ORLANDO ALBO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909


C.I.L. P.O. 01000-0111
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL CONCRETO		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	MONTENEGRO ARCILA, MARYURI JANNET	MUESTRIADO:	J.L.S.O
ENSAYO:	ENSAYO CAMBIO DE LONGITUD EN MORTEROS	NORMATIVA:	ASTM C-1585
FECHA ENSAYO:	MARZO-2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	004-2023/GEOHESA

EXPANSIÓN PROMEDIO MUESTRA PATRÓN

TIEMPO DE LECTURA	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	0.0512 %	0.017 %
Semana 2	0.0824 %	0.010 %
Semana 3	0.1776 %	0.032 %
Semana 4	0.3188 %	0.047 %
Semana 8	0.4904 %	0.057 %
Semana 13	0.7596 %	0.090 %
Semana 15	1.1336 %	0.125 %



ORLANDO ALBO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
CEL. P.O. BICHOMILLA
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA



CERTIFICADO DE ENSAYO:

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL CONCRETO		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	MONTENEGRO ARCILA, MAR YURI JANNET	MUESTRIADO:	J.L.S.O
ENSAYO:	ENSAYO CAMBIO DE LONGITUD EN MORTEROS	NORMATIVA:	ASTM C-1585
FECHA ENSAYO:	MARZO-2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	004-2023/GEOHESA

Expansión promedio muestra con adición del 5% del caucho reciclado

TIEMPO DE LECTURA	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	0.0628 %	0.021 %
Semana 2	0.1344 %	0.024 %
Semana 3	0.1885 %	0.018 %
Semana 4	0.2657 %	0.026 %
Semana 8	0.3833 %	0.039 %
Semana 13	0.5165 %	0.044 %
Semana 15	0.7253 %	0.070 %

[Handwritten signature]
USAT
 Obinas
 Tec. Laboratorio
 Rivaclay
 Obinas



USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
 INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

[Handwritten signature]
ORLANDO ALDO VÁSQUEZ CERQUERA
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 REG. CIP. 246909

GRUPO GEOHESA
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
 INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
Jorge Luis Santisteban Alejandro
 LABORATORISTA



CERTIFICADO DE ENSAYO:

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL CONCRETO		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	MONTENEGRO ARCILA, MAR YURI JANNET	MUESTRIADO:	J.L.S.O
ENSAYO:	ENSAYO CAMBIO DE LONGITUD EN MORTEROS	NORMATIVA:	ASTM C-1585
FECHA ENSAYO:	MARZO-2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	004-2023/GEOHESA

Expansión promedio muestra con adicción del 7% del caucho reciclado

TIEMPO DE LECTURA	Expansión Acumulada	Expansión Unitaria
Semana 0	0.0000 %	0.000 %
Semana 1	0.0484 %	0.016 %
Semana 2	0.1020 %	0.018 %
Semana 3	1.5880 %	0.032 %
Semana 4	0.2816 %	0.028 %
Semana 8	0.4580 %	0.059 %
Semana 13	0.6668 %	0.070 %
Semana 15	0.9292 %	0.087 %



Henry Obitas
Rivadeneira Obitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Unidad de Control de Calidad
Sistema de Gestión de Calidad

Orlando Albo Vasquez Cerquera
ORLANDO ALBO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
C.I.L. P.O. CHICLAYO
Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
USAT
Jorge Luis Santisteban Alejandro
TÉCNICO DE LABORATORIO



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES**

GRUPO GEOHESA

CERTIFICADO DE ENSAYO:

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL CAUCHO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS DEL CONCRETO		
UBICACIÓN:	CHICLAYO		
SOLICITANTE:	MONTENEGRO ARCILA, MARYURI JANNET	MUESTRIADO:	J.L.S.O
ENSAYO:	ENSAYO DE LA TASA DE PERCOLACIÓN O INFILTRACIÓN	NORMATIVA:	ASTM C-1585
FECHA ENSAYO:	MARZO-2023	CODIGO DE EXPEDIENTE:	004-2023/GEOHESA

N°	Fecha		Edad (días)	Ø Muestra Prom. (cm)	Área Muestra (cm ²)	Long. Muestra Prom. (cm)	Altura de Carga Antes (cm)	Altura de Carga Desp. (cm)	Tiempo de h1 a h2 (seg.)	Coef. Permeabilidad (cm/s)	Desviación Estándar (cm/s)
	Moldeo	Rotura									
1	30/06/2023	28/07/2023	28	10.00	78.54	19.97	45	26	32.56	0.343	0.001
2	30/06/2023	28/07/2023	28	9.95	77.76	19.97	45	26	32.82	0.344	
3	30/06/2023	28/07/2023	28	10.00	78.54	19.93	45	26	32.38	0.344	

ELEMENTO: (3% con Caucho)

4	30/06/2023	28/07/2023	28	9.98	78.15	19.97	45	26	32.11	0.350	0.002
5	30/06/2023	28/07/2023	28	9.95	77.76	19.93	45	26	31.85	0.354	
6	30/06/2023	28/07/2023	28	9.95	77.76	19.97	45	26	32.15	0.351	

ELEMENTO: (5% con Caucho)

7	30/06/2023	28/07/2023	28	9.98	78.15	19.97	45	26	35.12	0.320	0.001
8	30/06/2023	28/07/2023	28	9.98	78.15	19.97	45	26	34.86	0.322	
9	30/06/2023	28/07/2023	28	9.98	78.15	19.93	45	26	34.93	0.321	

ELEMENTO: (7% con Caucho)

10	30/06/2023	28/07/2023	28	9.93	77.37	19.67	45	26	37.25	0.300	0.003
11	30/06/2023	28/07/2023	28	9.98	78.15	19.90	45	26	37.36	0.300	
12	30/06/2023	28/07/2023	28	9.90	76.98	20.00	45	26	37.54	0.304	

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



ORLANDO ALBO VASQUEZ CERQUERA
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
REG. CIP. 246909


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
CALLE P.O. GEOHESA

Jorge Luis Santisteban Alejandro
LABORATORISTA

TÉCNICO DE LABORATORIO


Henry Rivdenevra Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT


USAT
Universidad Católica
Santo Tomás

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 017 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 3

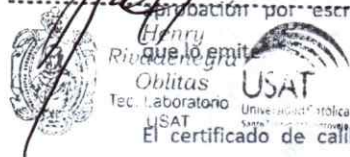
1. Expediente	01232-2022
2. Solicitante	CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A & R SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
3. Dirección	Otr. las Palmas Mza. L Lote 4 - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque
4. Instrumento de medición	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL
Alcance de Indicación	-50 °C a 300 °C
Div. de escala / Resolución	0.1 °C
Marca	EUROTECH
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	CHINA
Elemento Sensor	TERMOCUPLA
Identificación	LT-017
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-02-02

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Fecha de Emisión

2022-02-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 017 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM/INDECOPI tomado como referencia el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" Segunda edición - diciembre 2012 de INDECOPI/SNM.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Temperatura de CALIBRATEC S.A.C.
Av. Chillón Lt. 50B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Mínimo	Máximo
Temperatura	20.2 °C	20.3 °C
Humedad Relativa	53 %	54 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0363
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA. BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadenebra Obitas
Tec. Laboratorio
USAT



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 017 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

INDICACIÓN DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (K=2) (°C)
25.3	25.1	-0.18	0.14
100.3	100.0	-0.25	0.15
250.3	250.4	0.12	0.14

TCV (Temperatura Convencionalmente Verdadera) = Indicación del termómetro + Corrección

Nota 1.- La profundidad de inmersión del sensor fue 200 mm de aproximadamente

Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Instrumento de Referencia

Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN.
Modelo	KAL 1MN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017403.
Certificado de Calibración	5047 del INM.
Próxima Calibración	2023-02-03.



El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del límite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-25214-001

LM-PC-05-F-01 R12.4



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 13 #1038-72 | REX 57 (1) 745 4535 | 3174233645 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los cálculos fue: (kgf) a (N) = 9,806 65 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 7.

Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kN

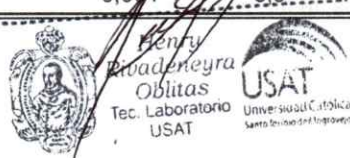
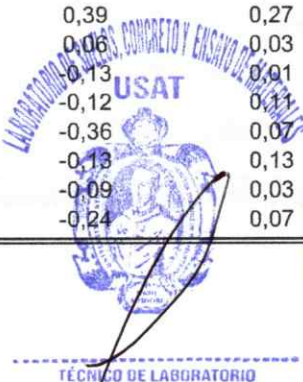
Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1, 2 y 3} kN
		S ₁ Ascendente kN	S ₂ Ascendente kN	S _{2'} No Aplica ---	S ₃ Ascendente kN	S ₄ No Aplica ---	
%	kN						
10	99,998	99,660	99,000	---	99,250	---	99,303
20	200,00	197,28	197,50	---	197,66	---	197,48
30	300,00	298,52	298,66	---	299,33	---	298,84
40	400,00	399,78	399,70	---	399,81	---	399,76
50	500,00	500,68	500,64	---	500,67	---	500,66
60	600,00	600,28	600,96	---	600,89	---	600,71
70	700,01	702,38	702,84	---	702,33	---	702,52
80	800,01	801,68	800,66	---	800,73	---	801,02
90	900,01	900,98	900,71	---	900,81	---	900,83
100	1 000,0	1 002,9	1 002,1	---	1 002,3	---	1 002,4

Tabla 8.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada		Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		k _{p=95%} ---
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kN	%	
%	kN							
10	99,998	0,70	0,66	---	0,010	0,39	0,39	2,01
20	200,00	1,26	0,19	---	0,005	1,6	0,79	2,01
30	300,00	0,39	0,27	---	0,003	2,4	0,78	2,01
40	400,00	0,06	0,03	---	0,002	2,9	0,73	2,01
50	500,00	0,13	0,01	---	0,002	3,6	0,72	2,01
60	600,00	-0,12	0,11	---	0,002	4,4	0,71	2,01
70	700,01	-0,36	0,07	---	0,001	4,9	0,71	2,01
80	800,01	-0,13	0,13	---	0,001	5,7	0,71	2,01
90	900,01	-0,09	0,03	---	0,001	6,3	0,70	2,01
100	1 000,0	-0,24	0,07	---	0,001	6,9	0,69	2,01

LM-PC-05-F-01 R12.4



TÉCNICO DE LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
-1,16137 E02	9,94980 E-01	2,24151 E-07	-1,44472 E-12		9,9999 E-01

Ecuación 1: donde F (kgf) es la fuerza calculada y X (kgf) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kgf)

Indicación kgf	0	1 020	2 039	3 059	4 079
10 197	10 051,7	11 070,7	12 090,1	13 109,8	14 129,9
15 296	15 150,3	16 171,0	17 192,1	18 213,4	19 235,1
20 395	20 257,1	21 279,3	22 301,8	23 324,6	24 347,6
25 493	25 370,9	26 394,4	27 418,1	28 442,1	29 466,2
30 592	30 490,6	31 515,2	32 539,9	33 564,8	34 589,9
35 691	35 615,1	36 640,5	37 666,0	38 691,6	39 717,3
40 789	40 743,2	41 769,1	42 795,2	43 821,3	44 847,5
45 888	45 873,8	46 900,1	47 926,4	48 952,8	49 979,2
50 987	51 005,6	52 032,1	53 058,5	54 084,9	55 111,3
56 085	56 137,7	57 164,0	58 190,3	59 216,5	60 242,6
61 184	61 268,7	62 294,7	63 320,6	64 346,4	65 372,1
66 282	66 397,6	67 423,1	68 448,4	69 473,5	70 498,5
71 381	71 523,3	72 547,9	73 572,4	74 596,6	75 620,7
76 480	76 644,5	77 668,1	78 691,5	79 714,6	80 737,5
81 578	81 760,1	82 782,5	83 804,6	84 826,3	85 847,8
86 677	86 869,0	87 889,9	88 910,4	89 930,7	90 950,5
91 776	91 970,0	92 989,2	94 008,0	95 026,4	96 044,4
96 874	97 062,0	98 079,3	99 096,1	100 112,4	101 128,4
101 973	102 143,9				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kgf	Promedio S1, 2 y 3 kgf	Por Interpolación kgf	Residuales kgf
10 197	10 126,1	10 051,4	- 75
20 394	20 137,4	20 256,5	119
30 591	30 472,9	30 489,7	17
40 789	40 764,5	40 743,0	- 22
50 986	51 053,5	51 005,1	- 48
61 183	61 255,4	61 267,9	13
71 381	71 636,8	71 523,2	- 114
81 578	81 681,7	81 759,7	78
91 775	91 859,5	91 969,3	110
101 973	102 221,1	102 143,9	- 77



LM-PC-05-F-01 R12.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 7 (1) 745 4555 | 3174233645 | correo: info@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

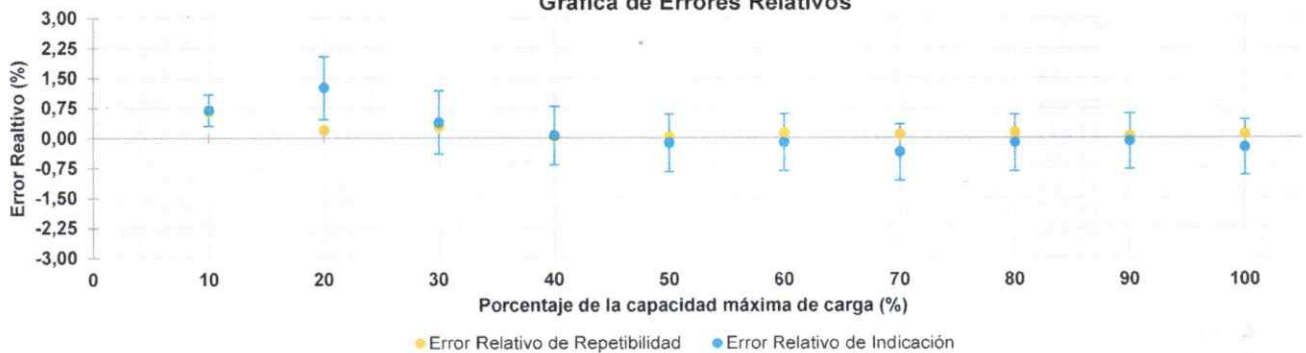
$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,001	0,001	---	0,001	---

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución	Incertidumbre		$k_{p=95\%}$
Indicación		Repetibilidad	Reversibilidad	Relativa	Expandida			
%	kgf	q %	b %	v %	a %	kgf	U %	----
10	10 197,0	0,70	0,66	---	0,010	40	0,39	2,01
20	20 394,0	1,26	0,19	---	0,005	161	0,79	2,01
30	30 591,0	0,39	0,27	---	0,003	240	0,78	2,01
40	40 789,0	0,06	0,03	---	0,002	298	0,73	2,01
50	50 986,0	-0,13	0,01	---	0,002	365	0,72	2,01
60	61 183,0	-0,12	0,11	---	0,002	435	0,71	2,01
70	71 381,0	-0,36	0,07	---	0,001	504	0,71	2,01
80	81 578,0	-0,13	0,13	---	0,001	576	0,71	2,01
90	91 775,0	-0,09	0,03	---	0,001	640	0,70	2,01
100	101 973,0	-0,24	0,07	---	0,001	705	0,69	2,01

Gráfica de Errores Relativos



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A & R SOCIEDAD ANONIMA CERRADA ubicada en CHICLAYO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 23,1 °C

Humedad Relativa Máxima: 55 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 22,8 °C

Humedad Relativa Mínima: 53 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.4

USAT
LABORATORIO DE METROLOGÍA

TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivaldenezra Obinas
Tecn. Laboratorio USAT

USAT
Universidad Católica
Santa Cruz de Logroño

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | FÓN: 07 (1) 745 4555 - 317 233431 | Usatmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
-1,16137 E02	9,94980 E-01	2,24151 E-07	-1,44472 E-12		9,9999 E-01

Ecuación 1: donde F (kgf) es la fuerza calculada y X (kgf) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kgf)

Indicación kgf	0	1 020	2 039	3 059	4 079
10 197	10 051,7	11 070,7	12 090,1	13 109,8	14 129,9
15 296	15 150,3	16 171,0	17 192,1	18 213,4	19 235,1
20 395	20 257,1	21 279,3	22 301,8	23 324,6	24 347,6
25 493	25 370,9	26 394,4	27 418,1	28 442,1	29 466,2
30 592	30 490,6	31 515,2	32 539,9	33 564,8	34 589,9
35 691	35 615,1	36 640,5	37 666,0	38 691,6	39 717,3
40 789	40 743,2	41 769,1	42 795,2	43 821,3	44 847,5
45 888	45 873,8	46 900,1	47 926,4	48 952,8	49 979,2
50 987	51 005,6	52 032,1	53 058,5	54 084,9	55 111,3
56 085	56 137,7	57 164,0	58 190,3	59 216,5	60 242,6
61 184	61 268,7	62 294,7	63 320,6	64 346,4	65 372,1
66 282	66 397,6	67 423,1	68 448,4	69 473,5	70 498,5
71 381	71 523,3	72 547,9	73 572,4	74 596,6	75 620,7
76 480	76 644,5	77 668,1	78 691,5	79 714,6	80 737,5
81 578	81 760,1	82 782,5	83 804,6	84 826,3	85 847,8
86 677	86 869,0	87 889,9	88 910,4	89 930,7	90 950,5
91 776	91 970,0	92 989,2	94 008,0	95 026,4	96 044,4
96 874	97 062,0	98 079,3	99 096,1	100 112,4	101 128,4
101 973	102 143,9				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kgf	Promedio S1, 2 y 3 kgf	Por Interpolación kgf	Residuales kgf
10 197	10 126,1	10 051,4	- 75
20 394	20 137,4	20 256,5	119
30 591	30 472,9	30 489,7	17
40 789	40 764,5	40 743,0	- 22
50 986	51 053,5	51 005,1	- 48
61 183	61 255,4	61 267,9	13
71 381	71 636,8	71 523,2	- 114
81 578	81 681,7	81 759,7	78
91 775	91 859,5	91 969,3	110
101 973	102 221,1	102 143,9	- 77



LM-PC-05-F-01 R12.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración

Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	1 kgf
Resolución	1 kgf
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	200 kgf

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.

Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1, 2 y 3} kgf
		S ₁ Ascendente kgf	S ₂ Ascendente kgf	S ₂ ' No Aplica ---	S ₃ Ascendente kgf	S ₄ No Aplica ---	
%	kgf						
10	10 197	10 162,5	10 095,2	---	10 120,7	---	10 126,1
20	20 394	20 117,0	20 139,4	---	20 155,7	---	20 137,4
30	30 591	30 440,6	30 454,9	---	30 523,2	---	30 472,9
40	40 789	40 766,2	40 758,1	---	40 769,3	---	40 764,5
50	50 986	51 055,2	51 051,1	---	51 054,1	---	51 053,5
60	61 183	61 211,5	61 280,9	---	61 273,7	---	61 255,4
70	71 381	71 622,8	71 669,8	---	71 617,7	---	71 636,8
80	81 578	81 748,6	81 644,6	---	81 651,8	---	81 681,7
90	91 775	91 874,4	91 846,9	---	91 857,1	---	91 859,5
100	101 973	102 265,3	102 188,9	---	102 209,2	---	102 221,1

LM-PC-05-F-01 R12.4



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Of 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | atm@tecnologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-25214-001 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA ELETRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETOS
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PERUTEST
Modelo <i>Model</i>	PC-120
Número de Serie <i>Serial Number</i>	1066
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	PC-01
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	101973 kgf
Solicitante <i>Customer</i>	CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A & R SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Dirección <i>Address</i>	AV. VICENTE RUSSO MZA. SN LOTE. 8 FND. EL CERRITO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Ciudad <i>City</i>	CHICLAYO - PERÚ
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 22
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 01 - 11

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología




Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #135B-72 | Fb: 57 (1) 740 4655 - 3174233420 | inform@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



Certificado de Calibración

LMB21-0794

ORDEN DE TRABAJO : OT21-0638

CLIENTE : CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A & R S.A.C.

DIRECCIÓN : Av. Vicente Russo Mza. S/N Lote. 8 Fundo El Cerrito - Chiclayo - Lambayeque - Perú

LUGAR DE CALIBRACIÓN : ÁREA DE LABORATORIO

INSTRUMENTO CALIBRADO : BALANZA

CLASIFICACIÓN : NO AUTOMÁTICA

TIPO : ELECTRÓNICA

MARCA / FABRICANTE : VALTOX

MODELO : LDC30N2

NÚMERO DE SERIE : NO INDICA

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : BAL-VAL-01

CAPACIDAD MÁXIMA : 30 kg

CAPACIDAD MÍNIMA : NO INDICA

DIV. DE ESCALA (d) : 0,001 kg

DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 0,001 kg

CLASE DE EXACTITUD : NO INDICA

ΔT LOCAL : 10 °C

COEF. DERIVA TÉRMICA : 1E-05 °C⁻¹

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-11-03

FECHA DE EMISIÓN : 2021-11-04

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus Instrumentos a intervalos apropiados.

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

Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Sello



Director de Laboratorio
 Dante Abelino Pérez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG
 Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC. 992 367 283
 operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

Certificado de Calibración
LMB21-0794

TRAZABILIDAD

Fuente de Trazabilidad	Nombre del Patrón	Certificado de Calibración
INACAL-DM	Juego de Pesas desde 1 mg hasta 500 g clase E2	LM-C-099-2021
INACAL-DM	Pesa de 1 kg clase E2	LM-C-118-2020
INACAL-DM	Pesa de 2 kg clase E2	LM-C-100-2021
INACAL-DM	Pesa de 5 kg clase E2	LM-C-101-2021
METROIL	Pesa de 10 kg clase F1	M-0985-2020
INACAL-DM	Pesa de 20 kg clase F1	LM-C-104-2021

MÉTODO - PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-011 - Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - SNM - INDECOPI Edición 04 Abril 2010

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero : CONFORME Escala : NO TIENE
Oscilación libre : CONFORME Cursor : NO TIENE
Plataforma : CONFORME Nivelación : NO TIENE
Sistema de traba : NO TIENE Función de ajuste (CAL) : Interna: Externa: No tiene:

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp. Ambiente Inicial = 20,9 °C Humedad (%) Inicial = 68,5 %
Final = 20,9 °C Final = 68,5 %

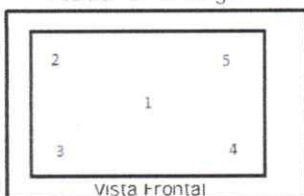
Medición N°	Carga L ₁ = 14,99997 kg			Carga L ₂ = 29,99991 kg			
	I kg	ΔL g	E ₁ g	I kg	ΔL g	E ₂ g	
1	15,001	0,5	1,0	30,000	0,5	0,1	
2	15,001	0,6	0,9	29,999	0,5	-0,9	
3	15,001	0,5	1,0	30,000	0,6	0,0	
4	15,001	0,6	0,9	30,000	0,5	0,1	
5	15,001	0,5	1,0	29,999	0,6	-1,0	
6	15,001	0,5	1,0	30,000	0,5	0,1	
7	15,001	0,5	1,0	29,999	0,6	-1,0	
8	15,001	0,5	1,0	29,999	0,5	-0,9	
9	15,001	0,5	1,0	30,000	0,6	0,0	
10	15,001	0,6	0,9	30,000	0,6	0,0	
ΔE ₁ =Max E ₁ - Min E ₁ =			0,1 g	ΔE ₂ =Max E ₂ - Min E ₂ =			1,1 g
EMP para L ₁ =			± 2 g	EMP para L ₂ =			± 3 g

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura Ambiente Inicial = 20,9 °C Humedad (%) Inicial = 59,0 %
Final = 21,4 °C Final = 68,5 %

Posición de la carga	Determinación de E ₀				Determinación de error corregido E _c				
	Carga mínima kg	I kg	ΔL g	E ₀ g	Carga L kg	I kg	ΔL g	E g	E _c g
1	0,01000	0,010	0,5	0,0	9,99997	10,001	0,5	1,0	1,0
2		0,010	0,5	0,0		9,999	0,6	-1,1	-1,1
3		0,010	0,5	0,0		10,002	0,6	1,9	1,9
4		0,010	0,5	0,0		10,001	0,6	0,9	0,9
5		0,010	0,5	0,0		9,999	0,6	-1,1	-1,1
EMP para carga E _c en excentricidad =					± 2 g				

Posición de las cargas



NOMENCLATURA

I : Indicación de la balanza
E₁ Error en ensayo de repetibilidad carga L₁
E₂ Error en ensayo de repetibilidad carga L₂

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

Certificado de Calibración
LMB21-0794

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura Ambiente Inicial = 21,4 °C Humedad (%) Inicial = 68,5 %
Final = 21,4 °C Final = 68,5 %

Carga L kg	Cargas crecientes				Cargas decrecientes				EMP ± g
	I kg	ΔL g	E g	E _c g	I kg	ΔL g	E g	E _c g	
0,01000	0,010	0,5	0,0						
0,05000	0,050	0,6	-0,1	-0,1	0,050	0,6	-0,1	-0,1	1
0,10000	0,100	0,5	0,0	0,0	0,100	0,5	0,0	0,0	1
0,50000	0,500	0,6	-0,1	-0,1	0,500	0,6	-0,1	-0,1	1
1,00000	1,000	0,6	-0,1	-0,1	1,000	0,6	-0,1	-0,1	1
5,00000	5,000	0,6	-0,1	-0,1	5,000	0,6	-0,1	-0,1	1
9,99997	10,001	0,5	1,0	1,0	10,001	0,5	1,0	1,0	2
14,99997	15,000	0,5	0,0	0,0	15,000	0,5	0,0	0,0	2
19,99994	20,000	0,6	0,0	0,0	20,000	0,6	0,0	0,0	2
24,99995	25,000	0,5	0,1	0,1	25,000	0,5	0,1	0,1	3
29,99991	30,000	0,5	0,1	0,1	30,000	0,5	0,1	0,1	3

NOMENCLATURA

L : Carga aplicada utilizando pesas patrón.

I : Indicación de la balanza.

E : Error obtenido de calcular $I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

ΔL: Carga incrementada

E_c : Error corregido resultante de calcular $E - E_0$

E₀ : Error en cero

EMP : Error Máximo Permisible

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL RESULTADO DE UNA PESADA

$$R_{CORREGIDA} = R - 6,21E-06 \cdot R$$

$$U_R = 2 \times \sqrt{4,36E-07 + 4,63E-09 \times R^2} \text{ kg}$$



TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad de San Agustín de Arequipa

NOMENCLATURA

R : Lectura obtenida de la indicación de la balanza en las unidades que se visualiza.

R_{CORREGIDA} : Lectura corregida de la balanza.

U_R : Incertidumbre expandida del resultado de una pesada.

INDICACIONES ADICIONALES

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva que indica el estado de la calibración.
- La capacidad mínima para esta clase de balanza según la NMP-003-2009 **0,05 kg**
- La clase de exactitud de esta balanza según la NMP-003-2009 **Alta II**
- El valor de división de verificación (e) se escogió de acuerdo a la **PC-011: Ed. 04: Acapite 10.2**
- Previo al inicio de la calibración se realizó una verificación obteniéndose:

Carga aplicada kg	I kg	E kg	EMP kg
30	29,972	-0,028	0,003

Debido a los errores obtenidos en la verificación, se hizo el ajuste con la función:

CAL interna No se hizo ajuste
CAL externa Indicar pesa utilizada

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACION

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC: 992 367 283
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LTF - 010 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 1 de 3

1. Expediente	01930-2022
2. Solicitante	CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A & R SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
3. Dirección	AV. VICENTE RUSSO MZA. SN LOTE. 8 FND. EL CERRITO - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES
Fabricante	PERUTEST
Número de Serie	0108
Modelo	PT-MA
Alcance de Indicación	0 a 9999 rpm
Div. de escala/Resolución	1 rpm
Identificación	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Tipo de indicación	DIGITAL
5. Fecha de Calibración	2022-04-08
6. Lugar de calibración	AV. VICENTE RUSSO MZA. SN LOTE. 8 FND. EL CERRITO - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Fecha de Emisión

2022-04-09

Jefe del Laboratorio de Metrología


 MANUEL ALEJANDRO ALAGA TORRES

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LTF - 010 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM-INDECOPI tomado como referencia la norma internacional ASTM C131 "Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine".

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.4 °C	21.5 °C
Presión Atmosférica	56 %	58 %

9. Patrones de referencia

Se utilizaron patrones trazables al SNM-INDECOPI, con los siguientes certificados de calibración:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0757-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

10. Resultados

Características de las esferas

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	46.68	415.92
2	46.69	415.88
3	46.69	415.96
4	46.69	415.74
5	46.68	415.68
6	46.69	415.81
7	46.69	416.00
8	46.69	415.89
9	46.68	415.83
10	46.69	415.94
11	46.68	415.83
12	46.68	415.90





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LTF - 010 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 3 de 3

Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina (rpm)
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
60	31	31	31	31.0
120	61	61	61	30.0
180	93	93	93	32.0
240	124	124	124	31.0
300	156	156	156	32.0
360	188	188	188	32.0
420	219	219	219	31.0
480	250	250	250	31.0
540	282	282	282	32.0
600	313	313	313	31.0
660	344	344	344	31.0
720	375	375	375	31.0
780	406	406	406	31.0
840	437	437	437	31.0
900	468	468	468	31.0

Nota 1.- El peso adecuado para las esferas debe ser de entre 390 g y 445 g. el diámetro debe estar entre 46,38 mm y 47,63 mm.

Nota 2.- El cilindro del equipo debe girar a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.

Nota 3.- El rango admisible para el diámetro interior del tambor del equipo es de 711 ± 5 mm.

Nota 4.- El rango admisible para la longitud interior del tambor del equipo es de 508 ± 5 mm.

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.



Fin del documento



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Certificado de Calibración

LMB21-0796

ORDEN DE TRABAJO : OT21-0638

CLIENTE : CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A & R S.A.C.

DIRECCIÓN : Av. Vicente Russo Mza. S/N Lote. 8 Fundo El Cerrito - Chiclayo - Lambayeque - Perú

LUGAR DE CALIBRACIÓN : ÁREA DE LABORATORIO

INSTRUMENTO CALIBRADO : BALANZA

CLASIFICACIÓN : NO AUTOMÁTICA

TIPO : ELECTRÓNICA

MARCA / FABRICANTE : OHAUS

MODELO : SJX6201/E

NÚMERO DE SERIE : B924783147

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : BAL-OH-01G-01

CAPACIDAD MÁXIMA : 6 200 g

CAPACIDAD MÍNIMA : NO INDICA

DIV. DE ESCALA (d) : 0,1 g

DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 0,1 g

CLASE DE EXACTITUD : NO INDICA

ΔT LOCAL : 10 °C

COEF. DERIVA TÉRMICA : 1E-05 °C⁻¹

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-11-03

FECHA DE EMISIÓN : 2021-11-04

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

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

Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.




Henry Rivas Obliatas
Téc. Laboratorio USAT
Universidad Católica Santa Cruz de Huancayo



TÉCNICO DE LABORATORIO

Sello

Director de Laboratorio
Dante Abelino Pérez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC. 992 367 283
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

Certificado de Calibración
LMB21-0796

TRAZABILIDAD

Fuente de Trazabilidad	Nombre del Patrón	Certificado de Calibración
INACAL-DM	Juego de Pesas desde 1 mg hasta 500 g clase E2	LM-C-099-2021
INACAL-DM	Pesa de 1 kg clase E2	LM-C-118-2020
INACAL-DM	Pesa de 2 kg clase E2	LM-C-101-2021
INACAL-DM	Pesa de 2 kg clase E2	LM-C-100-2021
INACAL-DM	Pesa de 5 kg clase E2	LM-C-102-2021

MÉTODO - PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-011 - Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - SNM - INDECOPI Edición 04 Abril 2010

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero : CONFORME Escala : NO TIENE
Oscilación libre : CONFORME Cursor : NO TIENE
Plataforma : CONFORME Nivelación : CONFORME
Sistema de traba : NO TIENE Función de ajuste (CAL) : Interna: Externa: No tiene:

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp. Ambiente Inicial = 19,7 °C Humedad (%) Inicial = 72,3 %
Final = 19,9 °C Final = 72,3 %

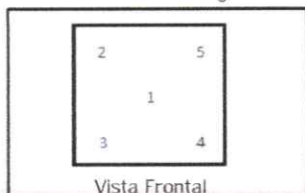
Medición N°	Carga L ₁ = 3100,00221 g			Carga L ₂ = 6200,00418 g			
	I g	ΔL mg	E ₁ mg	I g	ΔL mg	E ₂ mg	
1	3 100,0	60	-12	6 200,0	50	-4	
2	3 100,0	60	-12	6 200,0	40	6	
3	3 100,0	50	-2	6 200,0	50	-4	
4	3 100,0	60	-12	6 200,0	60	-14	
5	3 100,0	70	-22	6 200,0	50	-4	
6	3 100,0	60	-12	6 200,0	50	-4	
7	3 100,0	60	-12	6 200,0	40	6	
8	3 100,0	60	-12	6 200,0	40	6	
9	3 100,0	50	-2	6 200,0	30	16	
10	3 100,0	50	-2	6 200,0	40	6	
ΔE ₁ = Max E ₁ - Min E ₁ =			20 mg	ΔE ₂ = Max E ₂ - Min E ₂ =			30 mg
EMP para L ₁ =			± 300 mg	EMP para L ₂ =			± 300 mg

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura Ambiente Inicial = 19,9 °C Humedad (%) Inicial = 72,3 %
Final = 20,4 °C Final = 75,1 %

Posición de la carga	Determinación de E ₀				Determinación de error corregido E _c			
	Carga mínima g	I g	ΔL mg	E ₀ mg	Carga L g	I g	ΔL mg	E _c mg
1	1,00000	1,0	60	-10	2 000,002	2 000,0	60	-2
2		1,0	60	-10		1 999,9	70	-112
3		1,0	60	-10		1 999,9	70	-112
4		1,0	60	-10		2 000,0	60	-2
5		1,0	60	-10		2 000,0	60	-2
EMP para carga E _c en excentricidad =					± 200 mg			

Posición de las cargas



NOMENCLATURA

I : Indicación de la balanza
E₁ Error en ensayo de repetibilidad carga L₁
E₂ Error en ensayo de repetibilidad carga L₂

Henry Rivadeneja Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica del Perú

TÉCNICO DE LABORATORIO

Certificado de Calibración
LMB21-0796

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura Ambiente Inicial = 20,4 °C Humedad (%) Inicial = 75,1 %
Final = 20,4 °C Final = 75,1 %

Carga L g	Cargas crecientes				Cargas decrecientes				EMP ± mg
	I g	ΔL mg	E mg	E _c mg	I g	ΔL mg	E mg	E _c mg	
1,00000	1,0	50	0						
4,99999	5,0	60	-10	-10	5,0	60	-10	-10	100
99,99991	100,0	50	0	0	100,0	50	0	0	100
299,99986	300,0	50	0	0	300,0	50	0	0	100
500,00009	500,0	50	0	0	500,0	50	0	0	100
1 000,00050	1 000,0	50	0	0	1 000,0	50	0	0	200
2 000,00180	2 000,0	50	-2	-2	2 000,0	50	-2	-2	200
3 000,00230	3 000,0	40	8	8	3 000,0	40	8	8	300
4 000,00170	4 000,0	60	-12	-12	4 000,0	60	-12	-12	300
5 000,00370	5 000,0	50	-4	-4	5 000,0	50	-4	-4	300
6 200,00415	6 200,0	60	-14	-14	6 200,0	60	-14	-14	300

NOMENCLATURA

L : Carga aplicada utilizando pesas patrón.
I : Indicación de la balanza.
E : Error obtenido de calcular $I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$
ΔL: Carga incrementada
E_c : Error corregido resultante de calcular $E - E_0$
E₀ : Error en cero
EMP : Error Máximo Permissible

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL RESULTADO DE UNA PESADA

$$R_{CORREGIDA} = R + 1,43E-06 R$$

$$U_R = 2 \times \sqrt{1,74E-03 + 1,09E-09 \times R^2} \text{ g}$$



NOMENCLATURA

R : Lectura obtenida de la indicación de la balanza en las unidades que se visualiza.
R_{CORREGIDA} : Lectura corregida de la balanza.
U_R : Incertidumbre expandida del resultado de una pesada.

INDICACIONES ADICIONALES

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva que indica el estado de la calibración.
- La capacidad mínima para esta clase de balanza según la NMP-003-2009 5 g
- La clase de exactitud de esta balanza según la NMP-003-2009 Alta II
- El valor de división de verificación (e) se escogió de acuerdo a la PC-011: Ed. 04: Acápite 10.2
- Previo al inicio de la calibración se realizó una verificación obteniéndose:

Carga aplicada g	I g	E g	EMP g
6 200	6 196,9	-3,1	0,3

Debido a los errores obtenidos en la verificación, se hizo el ajuste con la función:

CAL interna No se hizo ajuste
CAL externa Indicar pesa utilizada

Henry Rivadeneyra Oblitas
Téc. Laboratorio USAT

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACION

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC: 992 367 283
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

273-CT-T-2021

Área de Metrología

Página 1 de 7

Expediente	:	909-10-2021
Solicitante	:	CONSTRUCTORA Y CONSULTORÍA A & R S.A.C.
Dirección	:	Av. Vicente Russo Mza. S/N Lote. 8 Fundo El Cerrito - Chiclayo - Lambayeque - Perú
Equipo	:	HORNO
Marca	:	ORION
Modelo	:	HL-03
Serie	:	No indica
Identificación	:	H-02 (*)
Ubicación	:	Área de Laboratorio
Procedencia	:	No Indica
Tipo de Ventilación	:	Natural
Nro. de Niveles	:	4
Alcance del Equipo	:	50 °C a 300 °C

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

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

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMOMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	Autonics / TCN4L
Alcance de indicación	0 °C a 400 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de calibración	:	Del 2021-11-03 al 2021-11-04
Lugar:	:	Área de Laboratorio - CONSTRUCTORA Y CONSULTORÍA A & R S.A.C. Av. Vicente Russo Mza. S/N Lote. 8 Fundo El Cerrito - Chiclayo - Lambayeque - Perú
Método utilizado:	:	Por comparación directa siguiendo el procedimiento "PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) Junio 2009



2021-11-10

Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL
GUSTAVO
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA
logistica@2myn.com
Fecha: 10/11/2021 19:08
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 10/11/2021 19:12
Firmado con www.tocapu.pe

Obitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Lima

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	23,5	24,2
Humedad Relativa %hr	57	60

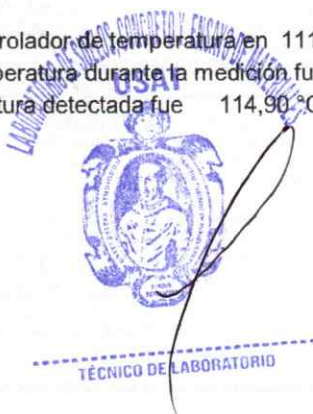
Patrones de referencia:

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con veinticuatro termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,19 °C .	224-CT-T-2021
Patrones de Referencia a TSG	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,23 °C / 1,7 %hr	THR21 321
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0010 % y incertidumbres de U = 0,58	CCP-0899-001-21
Patrones de Referencia METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0801-2021

Observaciones:

- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01319-A y la fecha de calibración.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento / enfriamiento y estabilización de 4 h
- La calibración se realizó con 80% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron bandeja y envases con material
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo $60 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en $59,8 \text{ °C}$ para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue $58,77 \text{ °C}$
La máxima temperatura detectada fue $64,64 \text{ °C}$ y la mínima temperatura detectada fue $56,94 \text{ °C}$
- Para la temperatura de trabajo $110 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en $111,8 \text{ °C}$ para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue $109,01 \text{ °C}$
La máxima temperatura detectada fue $114,90 \text{ °C}$ y la mínima temperatura detectada fue $106,51 \text{ °C}$



Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	59,8	57,96	58,02	58,02	57,64	57,14	60,91	57,69	58,35	57,31	63,44	58,65	6,30
02	59,9	57,86	58,32	58,12	57,84	56,94	61,51	57,39	58,25	57,01	63,84	58,71	6,90
04	59,8	57,96	58,63	58,22	57,84	57,14	61,11	57,69	58,35	57,41	63,84	58,82	6,70
06	59,6	58,06	58,52	58,22	58,04	57,14	61,41	57,79	58,46	57,31	64,64	58,96	7,50
08	59,8	57,96	58,52	58,22	57,94	57,14	61,31	57,69	58,35	57,31	63,74	58,82	6,60
10	59,7	58,06	58,42	58,12	58,04	57,04	61,31	57,39	58,46	57,21	63,54	58,76	6,50
12	59,8	58,06	58,63	58,22	58,04	57,14	60,91	57,79	58,46	57,41	63,94	58,86	6,80
14	59,8	58,06	58,12	58,32	58,04	57,14	61,61	57,69	58,56	57,41	63,94	58,89	6,80
16	59,8	57,86	58,02	58,02	57,64	57,04	61,31	57,59	58,35	57,01	63,94	58,68	6,93
18	59,9	58,06	58,63	58,22	57,84	57,04	61,21	57,39	58,46	57,11	63,44	58,74	6,40
20	59,8	57,96	58,52	58,22	57,94	57,14	61,31	57,69	58,46	57,41	64,14	58,88	7,00
22	59,8	57,86	58,32	58,12	58,04	57,14	61,31	57,69	58,25	57,21	64,64	58,86	7,50
24	59,8	57,86	58,32	58,22	57,94	57,14	61,31	57,69	58,46	57,31	64,44	58,87	7,30
26	59,8	57,96	58,42	58,02	57,94	57,04	61,51	57,69	58,56	57,31	64,24	58,87	7,20
28	59,7	57,86	58,63	58,12	57,84	56,94	60,91	57,79	58,46	57,21	63,94	58,77	7,00
30	59,8	58,06	58,12	58,12	57,94	57,04	61,11	57,69	58,35	57,21	63,74	58,74	6,70
32	59,8	57,86	58,42	58,22	57,84	57,14	61,11	57,69	58,35	57,11	63,44	58,72	6,33
34	59,8	57,86	58,02	58,02	57,64	56,94	61,51	57,39	58,35	57,01	63,54	58,63	6,60
36	59,9	57,96	58,12	58,32	57,94	56,94	61,11	57,59	58,25	57,11	63,44	58,68	6,50
38	59,7	57,96	58,42	58,22	58,04	57,14	61,01	57,59	58,46	57,21	63,84	58,79	6,70
40	59,8	58,06	58,63	58,12	57,94	57,14	61,41	57,79	58,56	57,41	63,54	58,86	6,40
42	59,8	57,86	58,52	58,22	57,94	57,04	61,41	57,59	58,46	57,21	63,54	58,78	6,50
44	59,6	57,86	58,42	58,12	57,84	57,04	61,11	57,49	58,35	57,21	64,64	58,81	7,60
46	59,8	57,96	58,32	58,02	57,64	57,14	61,01	57,59	58,35	57,11	64,14	58,73	7,03
48	59,8	57,86	58,42	58,22	57,84	57,14	61,11	57,59	58,46	57,21	63,34	58,72	6,20
50	59,9	57,86	58,02	58,02	57,84	57,04	61,51	57,39	58,35	57,01	63,84	58,69	6,83
52	59,8	57,86	58,22	58,02	57,84	56,94	61,31	57,49	58,25	57,21	63,44	58,66	6,50
54	59,7	57,96	58,63	58,32	57,94	57,14	61,31	57,79	58,35	57,11	64,14	58,87	7,03
56	59,8	57,96	58,32	58,12	58,04	57,04	61,01	57,49	58,35	57,31	63,84	58,75	6,80
58	59,9	58,06	58,12	58,02	57,74	56,94	60,91	57,39	58,25	57,01	63,84	58,63	6,90
60	59,9	57,86	58,42	58,02	57,84	57,04	61,21	57,39	58,35	57,41	63,94	58,75	6,90
T. PROM	59,8	57,94	58,36	58,15	57,89	57,07	61,23	57,60	58,39	57,22	63,87	58,77	
T. MAX	59,9	58,06	58,63	58,32	58,04	57,14	61,61	57,79	58,56	57,41	64,64		
T. MIN	59,6	57,86	58,02	58,02	57,64	56,94	60,91	57,39	58,25	57,01	63,34		
DTT	0,3	0,20	0,61	0,30	0,40	0,20	0,70	0,40	0,31	0,40	1,30		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	64,84	0,36
Mínima Temperatura Medida	56,94	0,18
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,30	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,80	0,16
Estabilidad Medida (±)	0,65	0,04
Uniformidad Medida	7,60	0,33

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T.MAX: Temperatura máxima.
- T.MIN: Temperatura mínima.
- DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

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

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

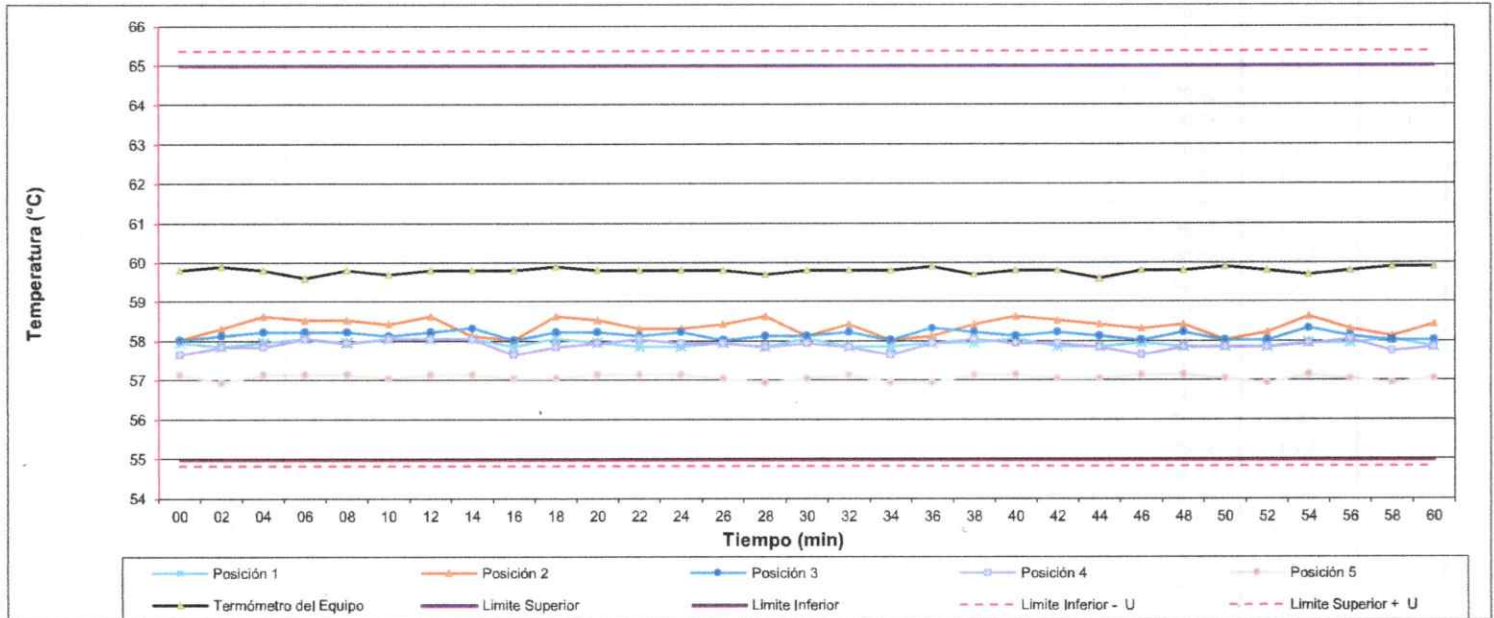
Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma.

0,06 °C.

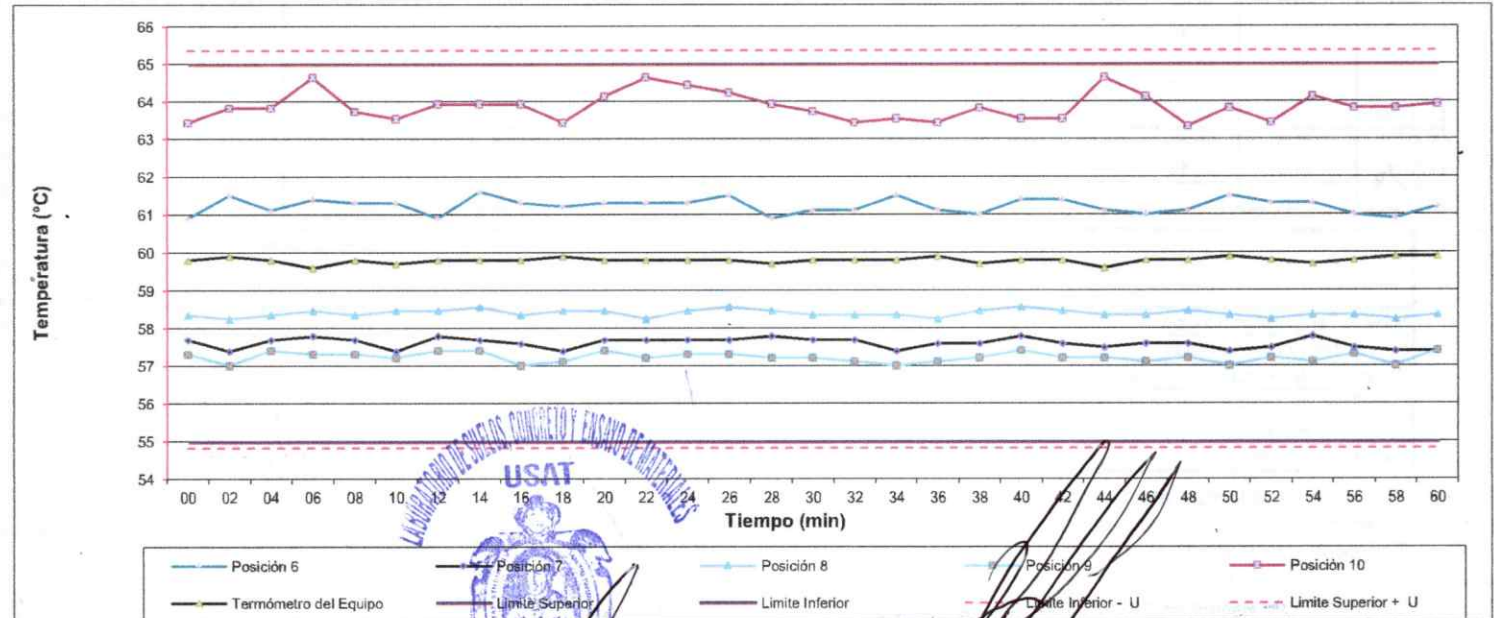
Cód. de Servicio: 01319-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo $60\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo $60\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



USAT
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL SACRAMENTO
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica del Sacramento

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	111,8	108,05	107,60	107,45	106,95	107,39	113,70	108,40	107,81	108,46	114,60	109,04	7,65
02	111,9	108,15	107,99	107,45	107,35	107,59	113,50	108,80	108,11	108,26	113,81	109,10	6,46
04	111,8	107,85	106,51	107,25	107,35	107,79	113,40	108,80	108,01	108,16	113,22	108,83	6,90
06	111,9	107,75	107,69	107,64	107,25	107,59	113,01	108,60	108,11	108,65	114,50	109,08	7,25
08	111,9	107,85	107,60	107,45	107,35	107,59	114,59	108,60	108,01	108,16	114,90	109,21	7,55
10	111,7	108,15	107,20	107,25	107,35	107,69	113,40	108,60	107,81	108,26	114,60	109,03	7,40
12	111,8	107,85	107,89	107,54	107,25	107,39	113,21	108,60	108,01	108,36	113,51	108,96	6,26
14	111,8	107,75	108,09	107,35	107,25	107,69	113,60	108,50	108,01	108,36	113,12	108,97	6,35
16	111,7	107,95	106,51	107,35	107,35	107,69	113,80	108,70	108,11	108,65	114,90	109,10	8,39
18	111,8	107,85	106,51	107,25	107,05	107,59	113,01	108,60	108,01	108,26	114,21	108,83	7,70
20	111,8	107,75	107,60	107,45	107,05	107,59	113,01	108,60	107,91	108,26	113,22	108,84	6,16
22	111,9	107,85	106,51	107,25	106,95	107,39	113,11	108,50	107,81	108,16	113,12	108,67	6,61
24	111,8	107,75	106,51	107,35	107,05	107,49	113,50	108,40	107,81	108,16	113,22	108,72	7,00
26	111,8	108,05	108,09	107,64	107,35	107,69	114,19	108,60	108,11	108,26	114,90	109,29	7,55
28	111,8	108,15	106,51	107,54	107,35	107,79	114,59	108,80	108,11	108,65	114,50	109,20	8,08
30	111,9	108,05	108,09	107,64	107,25	107,79	113,01	108,80	108,11	108,46	113,12	109,03	5,87
32	111,8	108,05	108,09	107,35	107,05	107,79	114,00	108,80	108,11	108,36	114,90	109,25	7,84
34	111,8	108,05	107,50	107,35	106,95	107,69	114,10	108,60	108,11	108,36	113,51	109,02	7,14
36	111,8	107,75	107,50	107,35	107,25	107,69	113,50	108,70	107,81	108,26	113,81	108,96	6,56
38	111,9	108,05	106,51	107,64	107,25	107,59	114,59	108,40	108,11	108,36	114,90	109,14	8,39
40	111,9	107,75	107,30	107,35	107,35	107,39	113,80	108,70	108,11	108,65	113,81	109,02	6,51
42	111,8	107,95	107,20	107,45	107,35	107,69	113,11	108,70	108,11	108,16	114,11	108,98	6,91
44	111,9	107,85	107,60	107,25	107,35	107,59	114,39	108,60	108,11	108,26	114,50	109,15	7,25
46	111,8	108,15	107,69	107,64	107,35	107,79	113,01	108,80	107,81	108,26	114,21	109,07	6,86
48	111,8	107,95	106,80	107,45	106,95	107,49	114,59	108,70	108,11	108,16	113,91	109,01	7,78
50	111,7	107,75	107,20	107,45	107,25	107,69	113,31	108,60	108,01	108,65	113,22	108,91	6,11
52	111,8	108,15	107,50	107,25	107,15	107,39	113,11	108,40	107,91	108,16	114,90	108,99	7,74
54	111,8	107,85	106,51	107,25	107,05	107,39	113,50	108,50	107,91	108,26	113,71	108,79	7,20
56	111,7	107,85	106,90	107,45	107,35	107,59	113,50	108,50	108,01	108,16	113,32	108,86	6,60
58	111,8	107,85	108,09	107,35	107,25	107,69	113,80	108,60	108,01	108,36	113,71	109,07	6,55
60	111,8	107,95	106,61	107,45	107,15	107,59	114,19	108,60	108,01	108,16	114,30	109,00	7,70
T. PROM	111,8	107,93	107,29	107,41	107,21	107,61	113,65	108,62	108,00	108,32	114,01	109,01	
T. MAX	111,9	108,15	108,09	107,64	107,35	107,79	114,59	108,80	108,11	108,65	114,90		
T. MIN	111,7	107,75	106,51	107,25	106,95	107,39	113,01	108,40	107,81	108,16	113,12		
DTT	0,2	0,40	1,58	0,39	0,40	0,40	1,58	0,40	0,30	0,49	1,78		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,90	0,23
Mínima Temperatura Medida	106,51	0,28
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,78	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,80	0,22
Estabilidad Medida (±)	0,89	0,04
Uniformidad Medida	8,39	0,13

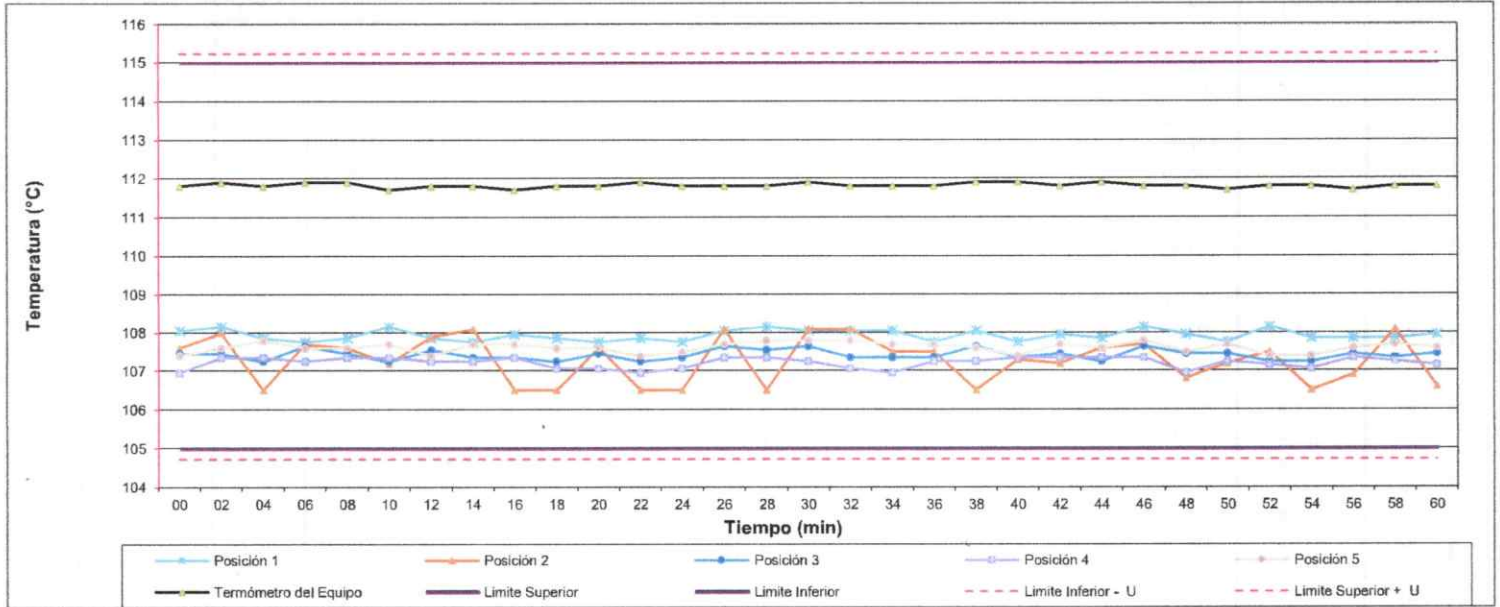
- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T.MAX: Temperatura máxima.
- T.MIN: Temperatura mínima.
- DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

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

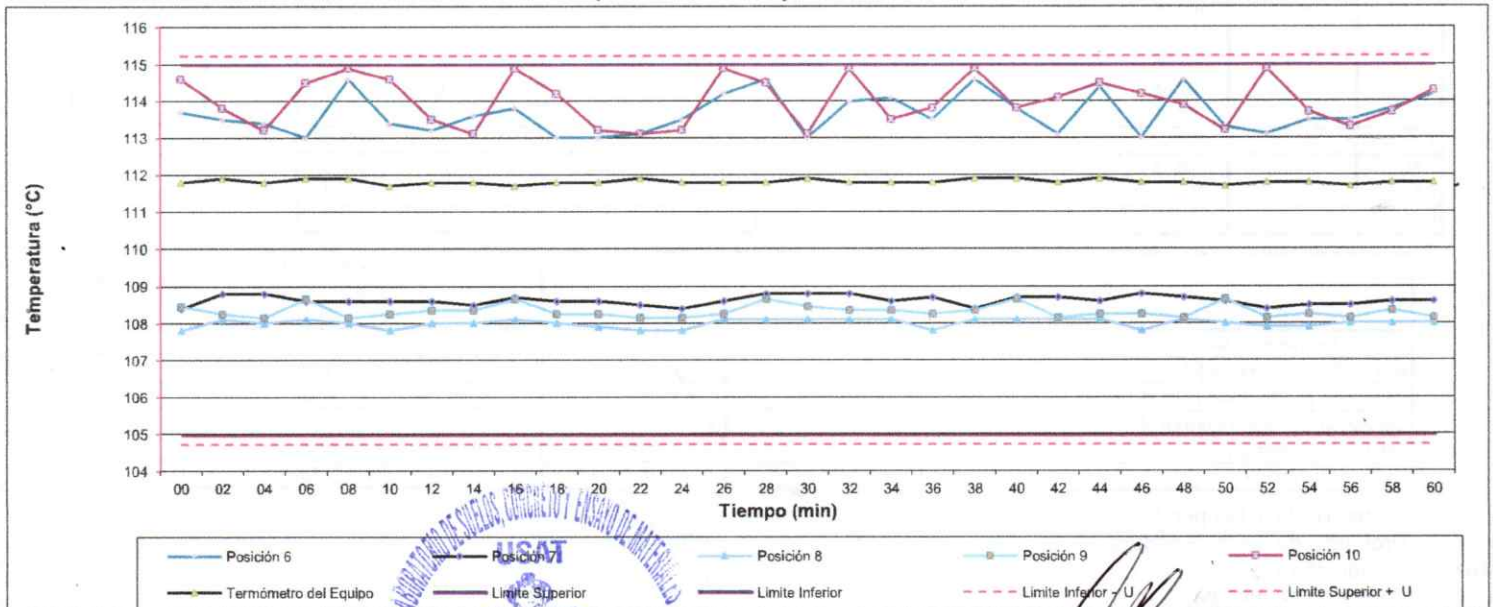
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



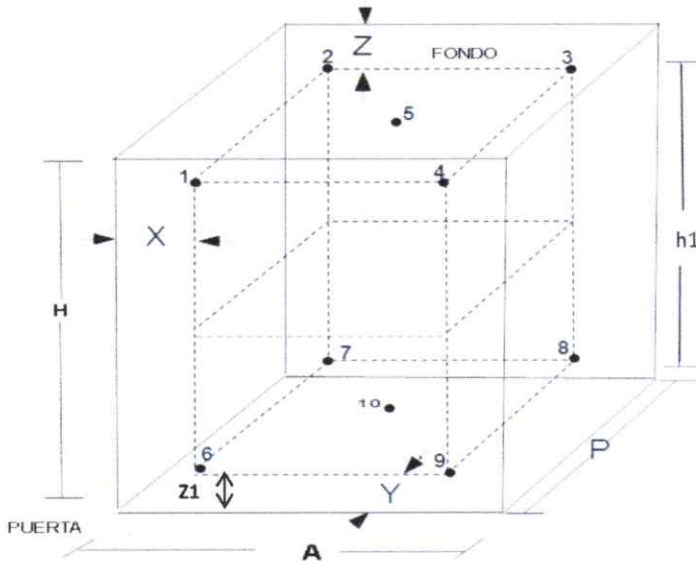
Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



USAT
UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CHILE
LABORATORIO DE METROLOGÍA
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica del Perú

Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 50,0 cm

P= 48,5 cm

H= 71,2 cm

Ubicación de los sensores

X= 6,0 cm Z= 7,2 cm

Y= 6,0 cm Z1= 17,8 cm

Distancias entre planos

h1= 46,2 cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

- Distancia de la parrilla superior a: 60,5 cm por encima de la base interna.
- Distancia de la parrilla inferior a: 24,0 cm por encima de la base interna.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles .
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 3,5 por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 6,2 por debajo de la parrilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO

Certificado de Calibración

LMB21-0797

ORDEN DE TRABAJO : OT21-0638

CLIENTE : CONSTRUCTORA Y CONSULTORIA A & R S.A.C.

DIRECCIÓN : Av. Vicente Russo Mza. S/N Lote. 8 Fundo El Cerrito - Chiclayo - Lambayeque - Perú

LUGAR DE CALIBRACIÓN : ÁREA DE LABORATORIO

INSTRUMENTO CALIBRADO : BALANZA

CLASIFICACIÓN : NO AUTOMÁTICA

TIPO : ELECTRÓNICA

MARCA / FABRICANTE : OHAUS

MODELO : NV622ZH

NÚMERO DE SERIE : 8341205143

PROCEDENCIA : USA

IDENTIFICACIÓN : BAL-OH-001G-01

CAPACIDAD MÁXIMA : 620 g

CAPACIDAD MÍNIMA : 0,20 g

DIV. DE ESCALA (d) : 0,01 g

DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 0,1 g

CLASE DE EXACTITUD : II

ΔT LOCAL : 10 °C

COEF. DERIVA TÉRMICA : 1E-05 °C⁻¹

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-11-03

FECHA DE EMISIÓN : 2021-11-04

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

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

Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

TÉCNICO DE LABORATORIO




Henry Rivadeneyra Obiñas
Tec. Laboratorio USAT




Sello




Director de Laboratorio
Dante Abellino Pérez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC. 992 367 283
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

Certificado de Calibración
LMB21-0797

TRAZABILIDAD

Fuente de Trazabilidad	Nombre del Patrón	Certificado de Calibración
INACAL-DM	Juego de Pesa desde 1 mg hasta 500 g Clase E2	LM-C-099-2021

MÉTODO - PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa de las Indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-011 - Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - SNM - INDECOPI Edición 04 Abril 2010

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	: CONFORME	Escala	: NO TIENE
Oscilación libre	: CONFORME	Cursor	: NO TIENE
Plataforma	: CONFORME	Nivelación	: CONFORME
Sistema de traba	: NO TIENE	Función de ajuste (CAL)	: Interna: <input type="checkbox"/> Externa: <input checked="" type="checkbox"/> No tiene: <input type="checkbox"/>

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp. Ambiente	Inicial = 23,5 °C	Humedad (%)	Inicial = 63,8 %
	Final = 23,4 °C		Final = 63,8 %

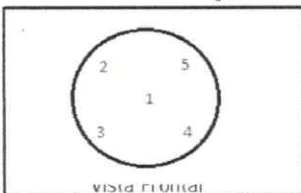
Medición N°	Carga L ₁ = 309,99991 g			Carga L ₂ = 620,00001 g			
	I g	ΔL mg	E ₁ mg	I g	ΔL mg	E ₂ mg	
1	310,00	6	-1	620,00	7	-2	
2	310,00	6	-1	620,00	6	-1	
3	310,00	6	-1	620,00	7	-2	
4	310,00	6	-1	620,00	6	-1	
5	310,00	6	-1	620,00	6	-1	
6	310,00	6	-1	620,00	6	-1	
7	310,00	6	-1	620,00	6	-1	
8	310,00	6	-1	620,00	6	-1	
9	310,00	6	-1	620,00	7	-2	
10	310,00	6	-1	620,00	6	-1	
ΔE ₁ = Max E ₁ - Min E ₁ =			0 mg	ΔE ₂ = Max E ₂ - Min E ₂ =			1 mg
EMP para L ₁ =			± 100 mg	EMP para L ₂ =			± 200 mg

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura Ambiente	Inicial = 23,4 °C	Humedad (%)	Inicial = 63,8 %
	Final = 23,4 °C		Final = 63,8 %

Posición de la carga	Determinación de E ₀				Determinación de error corregido E _c				
	Carga mínima g	I g	ΔL mg	E ₀ mg	Carga L g	I g	ΔL mg	E mg	E _c mg
1	0,10000	0,10	6	-1	199,99998	200,00	7	-2	-1
2		0,10	6	-1		200,00	7	-2	-1
3		0,10	6	-1		200,00	7	-2	-1
4		0,10	6	-1		200,00	7	-2	-1
5		0,10	6	-1		200,00	7	-2	-1
EMP para carga E _c en excentricidad =					± 100 mg				

Posición de las cargas



NOMENCLATURA

- I : Indicación de la balanza
- E₁ Error en ensayo de repetibilidad carga L₁
- E₂ Error en ensayo de repetibilidad carga L₂



MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. TÉCNICO DE LABORATORIO

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC: 992 367 283
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

Certificado de Calibración
LMB21-0797

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura Ambiente Inicial = 23,4 °C Humedad (%) Inicial = 63,8 %
Final = 23,4 °C Final = 63,8 %

Carga L g	Cargas crecientes				Cargas decrecientes				EMP ± mg
	I g	ΔL mg	E mg	E _c mg	I g	ΔL mg	E mg	E _c mg	
0,10000	0,10	6	-1						
0,20001	0,20	6	-1	0	0,20	6	-1	0	100
1,00000	1,00	6	-1	0	1,00	6	-1	0	100
10,00002	10,00	6	-1	0	10,00	6	-1	0	100
49,99998	50,00	6	-1	0	50,00	6	-1	0	100
99,99991	100,00	5	0	1	100,00	5	0	1	100
199,99995	200,00	5	0	1	200,00	5	0	1	100
299,99986	300,00	6	-1	0	300,00	6	-1	0	100
399,99993	400,00	5	0	1	400,00	5	0	1	100
500,00009	500,00	7	-2	-1	500,00	7	-2	-1	100
620,00001	620,00	6	-1	0	620,00	6	-1	0	200

NOMENCLATURA

L : Carga aplicada utilizando pesas patrón.
I : Indicación de la balanza.
E : Error obtenido de calcular $I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$
ΔL: Carga incrementada
E_c : Error corregido resultante de calcular $E - E_0$
E₀ : Error en cero
EMP : Error Máximo Permisible

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL RESULTADO DE UNA PESADA

$$R_{CORREGIDA} = R - 1,68E-07 R$$

$$U_R = 2 \times \sqrt{1,69E-05 + 8,34E-10 \times R^2} \text{ g}$$

NOMENCLATURA

R : Lectura obtenida de la indicación de la balanza en las unidades que se visualiza.
R_{CORREGIDA} : Lectura corregida de la balanza.
U_R : Incertidumbre expandida del resultado de una pesada.

INDICACIONES ADICIONALES

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva que indica el estado de la calibración.
- La capacidad mínima para esta clase de balanza según la NMP-003-2009 0,5 g
- La clase de exactitud de esta balanza según la NMP-003-2009 *Alta II*
- El valor de división de verificación (e) se escogió de acuerdo a la PC-011: Ed. 04; Acápite 10.2
- Previo al inicio de la calibración se realizó una verificación obteniéndose:

Carga aplicada g	I g	E g	EMP g
620	619,96	-0,04	0,20

Debido a los errores obtenidos en la verificación, se hizo el ajuste con la función:

CAL interna No se hizo ajuste
CAL externa Indicar pesa utilizada

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACION

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
Universidad Católica



MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.
Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC. 992 367 283
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1AD-1272-2022



Expediente : 1A07786

Página 1 de 3

Fecha de emisión : 2022-09-16

1. **Solicitante** : **CONSTRUCTORA Y CONSULTORÍA A & R SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA**
2. **Dirección** : Av. Vicente Russo Mz. s/n Lote 8 Fnd. El Cerrito - Chiclayo
Chiclayo - Lambayeque
3. **Instrumento** : **PIE DE REY**
- **Marca / Fabricante** : INSIZE
 - **Modelo** : No indica
 - **Número de serie** : 0613190010
 - **Procedencia** : No indica
 - **Código de identificación** : PR-IN-01 (*)
 - **Intervalo de indicación** : 0 mm a 300 mm
 - **Resolución** : 0,02 mm
 - **Tipo de indicación** : Vernier
 - **Código de fábrica** : No indica
 - **Ubicación** : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Longitud y Ángulo de METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2022-09-16

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa, según el PC-012 Edición 5 "Procedimiento de calibración de Pie de Rey" del INDECOPI-SNM.

7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Instrumento patrón	Certificado de calibración
IL-160	Bloque patrón de longitud Grado 0	LLA-206-2021 / INACAL-DM
IL-205	Bloque patrón de longitud Grado 0	LLA-280-2021 / INACAL-DM
IL-173	Anillo patrón Incertidumbre de 0,7 µm	LLA-422-2021 / INACAL-DM
IL-178	Varilla patrón Incertidumbre de 0,31 µm	LLA-125-2022 / INACAL-DM
IL-029	Micrómetro de exteriores Incertidumbre de 1 µm	L-1457-2021 / METROIL S.A.C.
IT-231	Termómetro de contacto Incertidumbre de 0,06 °C	1AT-0400-2022 / METROIL S.A.C.

8. Condiciones de calibración

Temperatura ambiental : Inicial : 20 °C Final : 19,9 °C
 Humedad relativa : Inicial : 55,5 % H.R. Final : 56,4 % H.R.

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

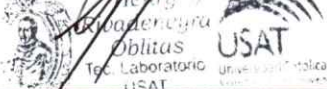
Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.



METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739

Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181

Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843

Central: (541) 742 0000 / (541) 742 5555 - Consulta Técnica: 075 432 445 / 065 402 255 - Web: www.metroil.com.pe

9. Resultados

Error de referencia inicial (I) = 0 μ m

Error de indicación del pie de rey para mediciones de exteriores

Valor patrón (mm)	Indicación promedio del pie de rey (mm)	Error (μ m)
0,000	0,000	0
20,000	20,000	0
50,000	50,000	0
100,000	100,000	0
150,000	150,000	0
200,000	200,000	0
300,000	300,000	0

Error de contacto de la superficie parcial (E)

Valor patrón (mm)	Error (μ m)
299,999	0

Error de repetibilidad (R)

Valor patrón (mm)	Error (μ m)
299,999	0

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

Valor patrón (mm)	Error (μ m)
25,000	3

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

Valor patrón (mm)	Error (μ m)
25,000	0

Error de contacto lineal (L)

Valor patrón (mm)	Error (μ m)
10,001	0



METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Lima: Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Lima - Perú E-mail: ventas@metroil.pe Atención al Cliente: 975 193 739

Trujillo: Unidad móvil 1 E-mail: unidadmovil1@metroil.com.pe Atención al Cliente: 999 048 181

Arequipa: Urb. Transportistas Mz. B Lote 3, Paucarpata, Arequipa E-mail: ventasarequipa@metroil.pe Atención al Cliente: 975 432 290 / (054) 607-843

Central: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 Consulta Técnica: 975 432 445 / 965 403 256 Web: www.metroil.com.pe

Error de contacto de superficie completa (J)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
20,000	0

Error por la distancia de cruce de las superficies de medición para interiores (K)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
-0,001	0

Incertidumbre de la medición : $(11,674^2 + 0,003^2 * L^2)^{1/2} \mu m$

L : Indicación del pie de rey en milímetros (mm)

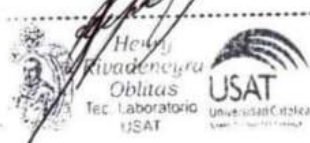
- Nota 1:** Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores.
Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad.
Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 50 \mu m$, según norma DIN 862.



10. Observaciones

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" y con identificación N° 1AMA-10499-22.
 - La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.
- (*) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO



METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.