



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Efecto de la adición de concreto reciclado con acelerante en la  
resistencia a la compresión del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Torres Zarate, Bray Jerson (orcid.org/0000-0001-7214-1679)

**ASESOR:**

MSc. Cabanillas Agreda, Carlos Alberto (orcid.org/0000-0003-4269-949X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Esta investigación se la dedico al todopoderoso, por haberme permitido realizar todo lo propuesto académicamente, lo cual estoy logrando satisfactoriamente y a su vez por mantenerme con salud todo este tiempo que hemos pasado por una pandemia mortal.

A mis padres por el esfuerzo inmenso que han realizado al ser mi sustento, apoyo y soporte durante toda mi formación profesional, esto es por ustedes familia a seguir creciendo juntos.

## **Agradecimiento**

A Dios, por haberme dado las fuerzas necesarias para continuar en el desarrollo de este proyecto y por ser él, el apoyo espiritual para lidiar con las dificultades presentadas en el camino de esta investigación.

Al Ministerio de Transporte y Comunicaciones con sede en Iquitos, por el apoyo en el desarrollo experimental de esta investigación.

Agradecimiento a todos los docentes de la universidad César Vallejo por las enseñanzas y amplio conocimiento brindado durante el proceso de formación educativa.

A mi asesor metodológico y asesor temático que, a pesar de los inconvenientes, pandemia y mi situación personal, no fue impedimento para que puedan asesorarme todo este tiempo, entregados a su vocación y dedicación para que los estudiantes vallejanos logren culminar su formación profesional.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Tablas .....	vi
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos .....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos .....	17
IV. RESULTADOS .....	18
4.1. Caracterización de los agregados y RCD .....	18
4.1.1. Granulometría y módulo de fineza.....	19
4.1.2. Peso unitario suelto de los agregados (PUS) .....	21
4.1.3. Humedad natural del agregado .....	22
4.2. Diseño de mezclas de concreto .....	22
4.3. Resistencia a la compresión del concreto para los diferentes diseños de mezclas.....	23
4.3.1. Consistencia de la mezcla (Slump).....	23
4.3.2. Resistencia a la compresión.....	23
4.4. Análisis estadístico.....	25

V. DISCUSIÓN.....	29
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES .....	32
REFERENCIAS.....	33
ANEXOS .....	41

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Distribución de la cantidad de probetas realizadas según la edad y tipo de mezcla.....	13
<b>Tabla 2.</b> Caracterización de los agregados fino, grueso y agregado reciclado (RCD) .....	18
<b>Tabla 3.</b> Peso unitario promedio de los agregados.....	21
<b>Tabla 4.</b> Peso unitario promedio de los agregados en Seco.....	21
<b>Tabla 5.</b> Humedad natural promedio de agregado fino en diferentes ensayos. ...	22
<b>Tabla 6.</b> Dosificación de mezcla de 175 Kg/cm <sup>2</sup> por el método ACI 211.....	22
<b>Tabla 7.</b> Asentamiento slump con diferentes proporciones .....	23
<b>Tabla 8.</b> Resistencia a la compresión de probetas de concreto a distintas edades y porcentajes de concreto reciclado (CR). .....	23
<b>Tabla 9.</b> Estadísticos de los grupos control y experimentales.....	25
<b>Tabla 10.</b> Normalidad de datos a 14 días .....	25
<b>Tabla 11.</b> Comparación estadística múltiple de grupos analizados con la prueba de Kruskal-Wallis.....	26
<b>Tabla 12.</b> Comparación del grupo control con los grupos experimentales a través de U de Mann-Whitney.....	26
<b>Tabla 13.</b> Estadísticos de los grupos control y experimentales.....	26
<b>Tabla 14.</b> Prueba de normalidad de datos a 28 días. ....	27
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza (ANOVA) .....	27
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Comparaciones múltiples HSD Tukey. ....	28

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Curva Granulométrica Agregado Fino .....	19
<b>Figura 2.</b> Curva Granulométrica Del Agregado Grueso .....	20
<b>Figura 3.</b> Curva Granulométrica del Agregado Reciclado .....	20
<b>Figura 4.</b> Tendencia de resistencia a compresión según edad del concreto .....	24

## Resumen

La presente investigación se realizó con el fin de determinar el efecto de la adición de concreto reciclado como agregado y el acelerante en la resistencia a la compresión del concreto, para una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup> con cemento Portland Amazónico tipo 1, agregados naturales, residuos de construcción y demolición (RCD) y aditivo acelerante al 10 %. Se determinaron las características físico – mecánicas de los agregados tanto naturales como de reciclaje y luego se realizó el diseño de mezcla por el método Comité 211 ACI. Posteriormente se elaboraron probetas de concreto con 0 %, 30 %, 50 % y 100 % de RCD y se curaron en condiciones de laboratorio para evitar la pérdida de humedad del concreto con el fin de que este adquiriera la totalidad de su resistencia. Según los resultados todos los concretos experimentales con material reciclado y acelerante superaron la resistencia de diseño a los 14 días y las mezclas 30 % CR y 50 % CR a los 28 días, alcanzando la resistencia de 180,64 kg/cm<sup>2</sup> y 202,65 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se concluye que el concreto con el 50 % CR más acelerante tiene un mejor comportamiento tanto a los 14 como a los 28 días de edad, logrando una mejor performance de resistencia a la compresión y una diferencia muy significativa con el concreto patrón o de referencia.

Palabras clave: curado, probetas, agregado.



## Abstract

This research was carried out to determine the effect of the addition of recycled concrete as aggregate and the accelerant Sika Cem on the compressive strength of concrete, for a strength of 175 kg/cm<sup>2</sup> with Amazonian Portland cement type 1, natural aggregates, construction and demolition waste (CDW) and 10 % accelerating admixture. The physical-mechanical characteristics of both natural and recycled aggregates were determined and then the mix design was carried out according to the ACI Committee 211 method. Subsequently, concrete specimens were made with 0 %, 30 %, 50 % and 100 % CDW were prepared and cured under laboratory conditions to prevent the loss of moisture from the concrete so that it acquires its full strength. According to the results, all the experimental concretes with recycled material and accelerant exceeded the design strength at 14 days and the 30 % RC and 50 % RC mixtures at 28 days, reaching a strength of 180,64 kg/cm<sup>2</sup> and 202,65 kg/cm<sup>2</sup> respectively. It is concluded that the concrete with 50 % RC plus accelerant has a better behavior both at 14 and 28 days of age, achieving a better compressive strength performance and a very significant difference with the standard or reference concrete.

Keywords: cured, test tubes, aggregate.

## **I.INTRODUCCIÓN**

La selva peruana vive un acelerado proceso de concentración urbana y el problema de que sus ciudades no tratan sus propias aguas residuales es un problema. Fluye directamente a los ríos circundantes, que a su vez proporcionan agua a otras poblaciones en su proceso. Diversas industrias, especialmente aserraderos, etc. Silvicultura, arrojan desechos directamente a los ríos o siguen quemando. Algunos causan la contaminación del aire en las ciudades. También la contaminación con grasas y aceites causada por instalaciones portuarias y navegación fluvial, ya que a veces limpian sus propios depósitos vertiendo los desechos directamente en los ríos y lagos.

Los residuos de construcción y demolición son materiales de desecho que los podemos encontrar por todas partes trayendo consigo preocupación social por su impacto ambiental y en la salud. En respuesta a los problemas generados, estos materiales se vienen reutilizando, desde ya hace un tiempo, en la elaboración de concreto y mortero como sustitutos de los agregados naturales (Di Domenico et al., 2018). Asimismo, el uso de este material de desecho como reemplazo del cemento y del agregado grueso en las mezclas de concreto (Silva-Urrego y Delvasto-Arjona, 2020) y mezclas asfálticas (Bastidas-Martínez et al., 2021) daría un enfoque sostenible a los proyectos de obras civiles que se lleven a cabo.

En el Perú el auge de la construcción permitió un crecimiento acelerado en este sector hasta el año 2018, previo a la pandemia Covid-19, con crecimiento en producción y ventas de cemento, barras de construcción y asfalto (INEI, 2018); en tal sentido, es de esperarse que la descendencia de desperdicios de construcción y derribo (RCD) siga en ascenso. El reciclaje de RCD constituye una práctica común en nuestro país y ha ganado terreno en cuanto a las variadas aplicaciones en el sector construcción, especialmente porque constituye una fuente de reemplazo de los agregados pétreos y del cemento en el concreto y mezclas asfálticas; al mismo tiempo se gestionan los RCD para hacer frente al impacto ambiental. Por el lado de los aditivos acelerantes, éstos continuamente le brindan al concreto la posibilidad de mejorar sus propiedades y en particular su resistencia, ya que las modifica y a la vez le otorgan al concreto una mayor aceleración de fraguado (López, 2020), siendo un método muy utilizado en estos últimos años. En ese sentido es oportuno conocer los efectos de un aditivo con acelerante en la

resistencia a la compresión de un material tan usado en todas las construcciones o procesos constructivos como es el concreto.

Por lo tanto, se formula la pregunta general de investigación siguiente: ¿Cuál es el efecto de la adición de concreto reciclado como agregado y acelerante en la resistencia a la compresión del concreto? Asimismo, se plantean los problemas específicos: (1) ¿Cuáles es la caracterización de los agregados naturales y del concreto reciclado de construcción y derribo que se utilizarán en la mezcla de concreto?, (2) ¿Cuál es el diseño de mezcla para un concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup> utilizando el método ACI 211?, (3) ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto preparado con agregados naturales y con materiales reciclados de construcción y derribo? y (4) ¿Cuál es la proporción de materiales reciclados de construcción y derribo que logran una mejor resistencia a la compresión en comparación con la resistencia del concreto con agregados naturales, aplicando el método estadístico Anova?

Con el planteamiento de los problemas, general y específicos, se formuló el objetivo general: determinar el efecto de la adición de concreto reciclado como agregado y acelerante en la resistencia a la compresión del concreto. Y como objetivos específicos: (a) Realizar la caracterización de los agregados naturales y de RCD, (b) Realizar el diseño de mezcla para un concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup> con ACI 211, (c) Determinar la resistencia a la compresión del concreto, (d) Comparar las mezclas de concreto a través del método estadístico Anova.

El presente estudio se justifica teóricamente porque permitió el uso de los criterios de diseño de mezcla respaldado por las Normas NTP 339.183 (INDECOPI, 2013 a) o ASTM C 192 (ASTM, 2015) que muestran los parámetros de diseño para investigaciones, logrando profundizar, contrastar y focalizar las teorías aprendidas con las condiciones presentadas. La justificación metodológica radica en que se sigue un procedimiento riguroso para la implementación de las normas técnicas al momento de analizar los materiales, realizar el diseño de mezcla y realizar las mediciones de la resistencia a la compresión. Estos procesos se respaldan en la experimentación realizada y las fichas de calibración de los equipos utilizados en el laboratorio. La manera en que se justifica socialmente es que a través del aprovechamiento de los restos de construcción y demoliciones (RCD) como

material de reemplazo de elementos originales en la mezcla, se logra menguar el impacto que se provoca al ambiente y la depredación de los recursos naturales. En ese sentido, la comunidad en general se ve beneficiada al estar menos expuesta a los montículos de desperdicios de construcción que pueden proliferar en otros tipos de contaminantes y acumulación de basura. Desde la perspectiva económica, el uso de estos residuos permitirá el ahorro de costos en la preparación de mezclas de concreto para las diferentes obras de construcción civil, ya que la adquisición de RCD solo generará costos de transporte.

Ante dicho panorama planteamos como hipótesis que: la adición de RCD y acelerante incrementan la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

## II. MARCO TEÓRICO

Ahondar en conocimiento del comportamiento de la adición de concreto reciclado y acelerante de fragua en la mejora en el aguante frente a la compresión, necesita de la revisión previa que muestren la metodología, resultados y conclusiones de los mismos.

Como precedente internacional tenemos a Zúniga y Picado (2022) de Costa Rica, en su estudio demostraron que es posible usar el concreto reciclado como agregado para nuevas mezclas de concreto. Reemplazaron el agregado grueso con el hormigón reciclado el cual provenía de muros de mampostería, baldosas prefabricadas y cilindros de concreto. Los materiales no se mezclaron para realizar los ensayos correspondientes. Se ensayaron 180 bloques puestos a los 7, 14 y 28 días, siguiendo las indicaciones de la norma. Las relaciones de aditivo reciclado fueron: 100 %, 50 % y 30 %. Las conclusiones fueron muy favorables para el soporte a la compresión de la mezcla con el reciclado de agregado grueso, siendo el 30 % la proporción más favorable y cercana al agregado natural.

Silva-Urrego y Delvasto-Arjona (2020) evaluaron la influencia de los RCD en las propiedades del concreto autocompactante (CAC) en estado fresco y endurecido. Utilizan residuos de mampostería y agregado grueso para reemplazar al cemento (20 %) y agregado grueso (10 % y 59 %) de la nueva mezcla. Se utilizaron probetas cilíndricas de 76,2 x 152,4 mm a 28, 60 y 90 días de curado para medir cuánto puede soportar al efecto de compresión y arrastre indirecto realizándose en muretes (400 x 400 x 90 mm). Los resultados mostraron que los CAC con RCD logran una destacable participación en contraste con la mixtura de muestra. Todas las mezclas modificadas obtuvieron un soporte a la compresión mayor a los 21 MPa (28 días), apto para tabiques en viviendas.

Estrada y Velasco (2020) analizaron la durabilidad y la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de material reciclado tipo PET (tereftalato de polietileno), el cual, después de medir la durabilidad con la resistencia a las fuerzas compresivas a través de varios ensayos en el concreto sometidos a diferentes estándares de curado, se pudo analizar la conducta del concreto estándar y el concreto con las adiciones del 10 % y 20 % PET, lo cual a través del programa Excel y con el complemento de análisis en ANOVA y TUKEY determinó que a más agregado de PET la trabajabilidad del concreto reduce, con el 10 % de PET baja un 50 % de su

trabajabilidad y con el 20 % reduce 83 %, y si es exclusivamente con la adición del PET al concreto se inclina a reducir su resistencia a la compresión indiferente del régimen de curado reduciendo a los 56 días un 27 % de su resistencia.

Tello (2019), evaluó los atributos tangible y mecánicos de hormigón incorporando una relación de concreto reciclado y aditivo Plastificante. Realizó 324 probetas cilíndricas de 6" x 12" y 54 vigas de 6" x 6" x 21". Las proporciones para el concreto reciclado fueron 80 %, 60 %, 40 % y 20 % con la adición del agregado en proporciones de 1,412 % y 0,706 %. Finalmente se demostró que el aditivo Plastificante perfeccionó la conducta de las mezclas de concreto de alto soporte, proporcionando eficiencia, mejor grado de acabados y un aumento de la tensión mecánicos hasta 30 % por encima de la resistencia de diseño; adicional a ello, intervino en los tiempos de fraguado más prolongados y en considerables porcentajes de exudación acumulada en las mezclas.

Reyes (2019) analizó las propiedades mecánicas del árido grueso reciclado a través de probetas cilíndricas ensayadas a 7, 14 y 28 días de curado. El agregado grueso reciclado se reemplazó al 35 %, 65 % y 100 % y se adicionó 27,3 ml de plastificante X. Como resultado, se encontró que su soporte tiende a disminuir tanto como se aumenta el concreto reciclado; sin embargo, la incorporación del aditivo plastificante mejora la resistencia a la compresión, siendo el reemplazo de 35 % el que da mejores resultados.

En el ámbito nacional; Rodrich y Silva (2018), reemplazaron el agregado grueso por concreto reciclado procedente de la demolición de veredas de la ciudad. Las cantidades de reemplazo fueron 15 %, 30 %, 45 % y 60 % en peso, haciendo variar la proporción agua/cemento entre 0,55 y 0,70 considerando en el diseño, la norma ACI 211. Los ensayos de probetas cilíndricas de 4" x 8" de concreto se realizaron en estado fresco y en estado endurecido, evaluándose un total de 270 probetas a 3, 7 y 28 días de curado. También se ensayaron 30 probetas de 4" x 8" para determinar la succión capilar promedio a 28 días de curado. Los resultados mostraron que la mejor relación a/c es 0,65 con 30 % de agregado reciclado alcanzando una resistencia promedio de 225,86 kgf/cm<sup>2</sup> para concreto estructural, y para concreto no estructural se recomienda a/c = 0,70 con 15 % de agregado de concreto reciclado.

Chugnas (2018) determinó la influencia del concreto reciclado como compuesto en la calidad de los bloques prefabricados. El reemplazo del agregado reciclado fue en las proporciones de 20 %, 50 % y 80 % y las pruebas de resistencia a la compresión se realizaron a los 7, 14 y 28 días de curado de muestras prismas de ángulo recto. Las resistencias de los concretos con reemplazos de 20 y 50 % se acercaron bastante bien a las del concreto patrón, por lo que en estas dosificaciones es más seguro para la fabricación de bloques de concreto prefabricado.

También, Remolina (2018) en su investigación trato sobre el procesamiento de residuos de concreto hidráulico de una vía de la ciudad de Barranquilla, estudiaron los parámetros físico-mecánicos del concreto trabajando con tres diseños diferentes y reemplazando en un 0 %, 50 % y 100% del agregado natural por reciclado. Se ensayaron a compresión probetas cilíndricas y de flexión en tres puntos en viguetas, con días de curado de 7, 14 y 28. El análisis de resultados llevó a inferir que es posible la viabilidad para la utilización del concreto reciclado con agregados de RCD en estructuras de pavimento rígido de bajo tránsito y en elementos no estructurales.

Moro et al. (2014) trabajaron con el desmenuzado del hormigón reciclado de los desechos de construcciones en reemplazo del agregado grueso. Se analizaron las propiedades mecánicas y físicas del nuevo hormigón al cual se le incorporó, además, agregados con relaciones a/c de 0,45; 0,50 y 0,60 reemplazando un tanto de porcentaje del aditivo natural por aditivo reciclado. Los resultados indicaron que los que fueron elaborados con menos relación agua-cemento tienen más resistencia y menos absorción, por lo que, los aditivos es una opción de mejora para el hormigón reciclado.

Para comprender con mayor detalle el desarrollo de las variables, se exponen a continuación las consideraciones teóricas y normativas.

Al concreto se le puede adicionar otros componentes químicos (aditivos) con el objetivo de incrementar su resistencia y perfeccionar su trabajabilidad (Sánchez, 2011). En lo que respecta al hormigón reciclado, se puede decir que es aquel material que está en desuso y es producto de la demolición de estructuras de concreto; posteriormente se tritura para producir nuevas partículas con

características de agregado para realizar nuevas mezclas. Hay que resaltar que el concreto modificado es en el que uno o más elementos han sido parcial o totalmente reemplazados o reemplazados.

En diferentes países/regiones, se ha utilizado como un agregado de materiales base secundarios granulares. En algunos países, como Alemania y Holanda, el uso de residuos de hormigón es un entorno económicamente rentable. En estos países, los materiales naturales no son comunes, y el alto costo de los áridos ha obligado a reciclar durante muchos años, lo que es muy eficaz. Estos hechos responden a la necesidad de investigar las características de estos residuos sólidos que carecen de propósito para comprender sus lugares de uso en la industria de la construcción. Por tanto, una gran proporción de los residuos de construcción y demolición se pueden reutilizar satisfactoriamente. Hay que tener en cuenta que, si se compara un residuo sólido con otro tipo de residuo, tiene una capacidad de reciclaje considerable. Estos elementos reciclados deben competir con los materiales de construcción de uso común, por lo que se necesita una calidad uniforme. Por tanto, determinar el lugar de extracción y sus características a partir de los escombros es muy importante para obtener la aceptabilidad futura del hormigón reciclado. No cabe duda de que cuando se muestran las ventajas de los materiales de construcción y demolición reutilizables, que luego se pueden utilizar para hacer nuevo concreto, no cabe duda de que la introducción de nuevos eco materiales beneficiará enormemente al medio ambiente. Por lo que es necesario realizar investigaciones para verificar las diferentes características necesarias de los elementos reutilizables y utilizarlos como aditivos.

Según NTP 400.037 (INDECOPI, 2014), el material agregado forma parte de la composición del hormigón, formando un grupo de pequeñas partes naturales. Estas pequeñas partes son materiales inorgánicos de grandes rocas ígneas. son de origen artificial y fabricados por el hombre. Sus características son consistentes con la normativa vigente NTP 400.011 (INDECOPI, 2008). Por lo tanto, los agregados se clasifican en agregados finos (limo/arcilla) o agregados gruesos (piedra triturada/arenas) según su tamaño. Cada uno de estos materiales debe estar caracterizado por los requisitos establecidos en la norma técnica peruana, tales como tamaño de partícula, concentración de humedad, gravedad específica y sus sustancias absorbidas, el peso de cada sustancia y los vacíos de agregados.



El impacto de estos materiales en el desempeño del hormigón ha producido un hecho muy importante, es decir, su calidad está en función a la durabilidad, trabajabilidad y la resistencia. También se tienen que considerar las características de los agregados para el concreto, así tenemos:

- a) Densidad: Esto se debe a que la proporción de composición de los materiales es grande, por lo que se evaluó su porosidad. Los agregados densos son muy importantes para el diseño de mezclas de bajo y alto peso. Si existe a baja densidad, presenta porosidad y debilidad, así como excesiva absorción.
- b) Peso unitario: Se obtiene dividiendo el peso de las partículas por el volumen total, incluidos los huecos. Estas cavidades se incluyen con el propósito de englobar partículas. Las pautas para determinar el peso unitario se pueden encontrar en ASTM C 29 (ASTM, 1997) y NTP 400.012 (INDECOPI, 2001). La determinación del peso unitario es muy importante, porque cuando está hecho de materiales reciclados o gruesos, el peso de cada uno es muy alto, lo que significa que casi no hay huecos que llenar. Cemento y arena.
- c) Porcentaje de vacíos: Se determina el volumen expresado entre partículas agregadas, principalmente la forma en que las partículas están contenidas y la forma en que estas partículas chocan.
- d) Humedad: Es el porcentaje de agua superficial retenida en las partículas, lo que afecta a la mezcla, porque cada agregado tiene un índice para este recurso, y el agua requerida para la dosis de la mezcla está determinada por este índice.
- e) Forma y textura superficial: En agregados, son muy importantes porque se ven afectados a la hora de obtener resultados sobre las propiedades del hormigón. Producen efectos físicos, los cuales se relacionan positivamente con el tamaño, la formación, la textura de la superficie y su contenido (Asencio, 2014). Forma: Naturalmente, los áridos presentan irregularidades en las formas geométricas, clasificados en formas redondas y angulares según diferentes tipos de combinaciones. Textura: determina qué tan áspera o suave es la superficie agregada. Esta es una característica que se centra en la absorción, porque el material rugoso utilizado tiene otra textura que absorbe más que los materiales lisos.
- f) Granulometría: De acuerdo con NTP 400.012 (INDECOPI, 2001), al clasificar el tamaño de partícula y los parámetros requeridos por el proyecto y agregar los

resultados requeridos para controlar la producción de agregados, los materiales agregados se utilizarán para determinar si tienen los criterios adecuados.

Según norma ACI (COMITÉ 211, 2022), la mezcla presenta algunas características muy importantes que deben ser consideradas al momento de preparar el hormigón, para que de esta manera resulte un producto de alta calidad. Los requisitos de resistencia, durabilidad, costo y peso unitario son los mínimos requeridos para el hormigón terminado. La resistencia a la compresión es el atributo más importante del hormigón, y los ingenieros lo evalúan en detalle, lo que mostrará la calidad del concreto producido. Suele evaluarse en probetas obtenidas a los pocos minutos antes de colocar la mezcla sobre la estructura (evaluación en obra), que alcanza la máxima resistencia en un plazo de 14 y 28 días.

Hay varios tipos de probetas que se pueden utilizar para evaluar la resistencia del hormigón. La forma cilíndrica es la más utilizada para determinar la resistencia a la compresión simple del hormigón. La forma cilíndrica es la más utilizada con un diámetro de  $D = 15 \text{ cm}$  (6") y una altura de  $H = 30 \text{ cm}$  (12") para concreto con agregados de hasta 38 mm (1,5"); para concreto con agregados de hasta 19 mm (3/4") el tamaño utilizado tiene un diámetro de  $D = 10 \text{ cm}$  (4") y una altura de  $H = 20 \text{ cm}$  (8"). En esta investigación se utilizaron dimensiones establecidas de 15 x 30 mm (6" x 12").

El concreto es un material que puede resistir fuerzas externas, solo depende de la caracterización de sus elementos, agregados y la interface pasta – agregados, éstos son observados por procesos de colocación y condiciones de curado. Se considera que el concreto tiene una resistencia estable si no asciende a los 42 MPa, y es de elevada resistencia cuando es superior a 42 MPa e inferior a 100 MPa, a 28 días (Niño, 2010). Estos autores señalan que la relación agua-cemento es un componente muy importante que influye en la resistencia y que tiene gran incidencia en las propiedades del concreto.

La prueba de asentamiento estándar ASTM C143 (ASTM, 2010) es ampliamente utilizada en todo el mundo la cual permite determinar la trabajabilidad del hormigón a través de un molde cónico de 30 cm. de altura y diámetros mayor y menor de 20 cm y 20 cm, respectivamente. El molde debajo del diámetro debe colocarse sobre una superficie lisa, y la mezcla de concreto debe verterse en tres capas, cada capa

debe compactarse 25 veces con una varilla lisa de un diámetro de 16 mm, con una punta redonda en un extremo. Una vez que se logra una mezcla uniforme en el molde, el cono se retira verticalmente y se mide el asentamiento en relación con el molde.

La prueba de resistencia a la compresión del concreto se realiza mediante rotura de probetas cilíndricas, generalmente de 15 x 30 cm, a través de una prensa hidráulica o automática, la cual imprime una carga sobre la probeta mediante platos de compresión. Para calcular la resistencia a la compresión se debe dividir la fuerza de rotura por el área de la sección transversal que soporta la carga, en MPa ( $\text{Kg/cm}^2$ ).

Esta característica del hormigón endurecido depende de muchas variables, como son: tipo de cemento utilizado, relación a/c, calidad del agregado, calidad del cemento, agua, condiciones ambientales y curado. El uso de aditivos en la mezcla también afectará esta propiedad.

Debido al avance de la tecnología, los aditivos son productos que se necesitan con frecuencia en la industria de la construcción, presentando diferentes variedades. El buen uso depende de la selección correcta del tipo de aditivo y de la cantidad precisa, los cuales mejoran las diferentes propiedades del concreto. En general, un aditivo es una sustancia o ingrediente que tiene un efecto positivo cuando se agrega a la mezcla, ya que tiene como objetivo mejorar su desempeño para lograr la necesaria resistencia al impermeabilizar, retardar, acelerar, plastificar, etc. Finalmente, este aditivo debe incorporarse como los demás componentes del concreto y calcular su cantidad en la mezcla.

Particularmente, SikaCem® AcelerantePE (Sika Perú, 2022) es un aditivo líquido que favorece el tiempo de fraguado y la resistencia mecánica del concreto y debe, para obtener concreto con elevadas resistencias a temprana edad, disminuir el tiempo de desencofrado y apoyar el progreso de las obras, colocar concreto en ambiente frío o efectuar arreglos rápidos en todo tipo de armazones. Las propiedades y beneficios del acelerante SikaCem® son traducibles: menos tiempo de desencofrado, se logran resistencias altas prontamente, uso de estructuras nuevas y/o reparadas, disminuye la repercusión del frío sobre el soporte y el curado, aumentando la productividad en la producción de productos terminados. Dependiendo del grado de aceleración requerido, la cantidad de SikaCem®

Acelerante PE es del 1 % al 4 % del peso del cemento (alrededor de 300 ml a 1200 ml por bolsa de cemento de 42,5 kg). Finalmente, este producto cumple con la norma ASTM C494 (ASTM, 2008), tipo C.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

La investigación es de tipo aplicada

Diseño de investigación:

El diseño de investigación considerado es cuasi experimental.

cuyo esquema es el siguiente:

RG1	-----	O1
RG2	X1	O2
RG3	X2	O3
RG4	X3	O4

Donde:

RG1: grupo control (patrón) de probetas (0 % de material reciclado)

RG2: grupo experimental 1 de probetas (30 % de material reciclado)

RG3: grupo experimental 2 de probetas (50 % de material reciclado)

RG4: grupo experimental 3 de probetas (100 % de material reciclado)

O<sub>i</sub> (i=1,4): medición de la resistencia a la compresión.

X<sub>i</sub> (i=1,3): reemplazo del agregado grueso por material reciclado con 10 % de acelerante.

#### 3.2. Variables y operacionalización

El factor cuantitativo afecto es la resistencia a la compresión y el factor autónomo es el % de concreto reciclado y el acelerante. La matriz de operacionalización de variables se puede encontrar en el anexo 1.

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Estuvo conformada por la mezcla de concreto compuesto cemento, agregado fino, agregado grueso, RCD y un aditivo acelerante.

Muestra:

Estuvo conformada por 48 probetas cilíndricas de concreto (Tabla 1) con dimensiones 150 x 300 mm (6"x12") que se ensayaron a edades 14 y 28 días de curado, con reemplazos de 30 %, 50 % y 100 % utilizando concreto reciclado como agregado grueso y 10 % de acelerante.

**Tabla 1.** Distribución de la cantidad de probetas realizadas según la edad y tipo de mezcla.

Resistencia a la compresión					
Edad (días)	Probetas control (0% CR)	Probetas experimentales (30% CR + 10% acelerante)	Probetas experimentales (50% CR + 10% acelerante)	Probetas experimentales (100% CR + 10% acelerante)	TOTAL
14	6	6	6	6	24
28	6	6	6	6	24
TOTAL					48

Muestreo:

Para la elaboración de los elementos muestrales (probetas) se procedió de manera no aleatoria a la selección de la mezcla para depositarla en los moldes.

#### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleó la técnica de la observación directa e indirecta en el laboratorio, ya que se analizaron los agregados pétreos para conocer sus características, así como con los ensayos de las probetas para conocer la resistencia a la compresión.

#### 3.5. Procedimientos

##### 3.5.1. Trabajo De Campo:

Recolección de agregados.

Se utilizó Cemento Portland Tipo 1, agregado grueso natural (grava) obtenido de la cantera Pelejo del centro poblado Porvenir-distrito de Yurimaguas-departamento de Loreto, agregado fino natural (arena) de la cantera Siñon en el distrito de San Juan Bautista-departamento de Loreto. Para las mezclas experimentales se utilizó Cemento Portland Tipo 1, agregado fino natural (arena), agregado grueso como material recuperado de los escombros de concreto y aditivo líquido

de acción acelerante para obtener concreto con altas resistencias a temprana edad.

### 3.5.2. Trabajos de laboratorio

#### 3.5.2.1. Caracterización De Los Agregados:

Análisis granulométrico:

Se utilizaron 250,0 g de material granular fino, 6221,5 g de material granular grueso y 6106.28 gr. de concreto reciclado en el transcurso del tamizado para obtener % retenidos. Posteriormente se sumaron los % retenidos para tener los acumulados, luego se calcula el % que pasa. Los resultados obtenidos se compararon con los límites establecidos en la NTP 400.037 (INDECOPI, 2014) y ASTM C33 (ASTM, 2003). Se muestran los resultados.

Módulo de fineza:

Para obtener este resultado se suman los porcentajes retenidos acumulados para cada una de las siguientes mallas y se divide entre 100.

✓ Calculamos el módulo de fineza (MF) del agregado fino:

$$MF = \frac{\%Ret. Acum. (N^{\circ}100; N^{\circ}50; N^{\circ}30; N^{\circ}16; N^{\circ}8; N^{\circ}4)}{100}$$

✓ Para el agregado grueso se calcula similar al anterior:

$$MF = \frac{\%Ret. Acum. (N^{\circ}100; N^{\circ}50; N^{\circ}30; N^{\circ}16; N^{\circ}8; N^{\circ}4; 3/8"; 3/4"; 11/2")}{100}$$

✓ Para el agregado grueso reciclado se calcula de manera similar:

$$MF = \frac{\%Ret. Acum. (N^{\circ}100; N^{\circ}50; N^{\circ}30; N^{\circ}16; N^{\circ}8; N^{\circ}4; 3/8"; 3/4"; 11/2")}{100}$$

Humedad natural:

Agregado fino y Agregado grueso:

Para ambos casos se utilizó la norma ASTM C70 (ASTM, 2013).

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Recipiente Húmedo} - \text{Recipiente Seco}}{\text{Recipiente Húmedo} - \text{Peso de Recipiente}} \times 100$$

Peso unitario suelto de los agregados (PUS):

Agregado fino (Peso unitario varillado) y Agregado grueso (Peso unitario varillado)

Para ambos casos, el Peso Volumétrico de los agregados se desarrollaron según las Normas ASTM C29 (ASTM, 1997) y N.T.P. 400.017 (INDECOPI, 2011).

$$\text{Peso unitario suelto} = \frac{\text{Peso de la masa}}{\text{Volúmen}}$$

Gravedad específica y absorción de los agregados:

$$\text{Gravedad específica} = \frac{\text{Densidad del agregado}}{\text{Densidad del agua}}$$

$$\text{Absorción} = \frac{\text{Masa del agregado saturado} - \text{Masa del agregado seco}}{\text{Masa del agregado seco}} \times 100$$

### 3.5.2.2. Diseño De Mezcla:

Se diseñó con una resistencia de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  utilizando cemento tipo 1, arena blanca con partículas finas como agregado fino, piedra canto rodado como agregado grueso. Empleando los datos obtenidos del ensayo como: asentamiento slump, estimación del agua, relación agua/cemento, factor cemento, contenido de aire atrapado para realizar los cálculos siguientes: Cálculo de volúmenes absolutos de la mezcla, valores del diseño, corrección por humedad de los agregados, valores corregidos por humedad para encontrar la



dosificación en proporción en peso (kg) y proporción en volumen ( $\text{pie}^3$ ).

### 3.5.2.3. Resistencia a la compresión del concreto para el diseño de mezcla

Se elaboró de acuerdo a las proporciones obtenidas del diseño de mezcla. Preparando la mezcla y moldeo de concreto para realizar Los ensayos de resistencia a la compresión con las normas ASTM C39 (ASTM, 2020b) y NTP 339.034 (INACAL, 2015).

### 3.5.3. Trabajos de gabinete:

#### 3.5.3.1. Cálculos de los resultados obtenidos en el laboratorio

- ✓ Composición de la Muestra a través de la Granulometría
- ✓ Diseño de mezcla
- ✓ Resistencia a la compresión del concreto

#### 3.5.3.2. Análisis estadístico (comparación)

- ✓ Edad de 14 días
  - Estadísticos de los grupos control y experimentales.
  - Prueba de normalidad de datos a 14 días.
  - Comparación estadística múltiple de grupos analizados con la prueba de Kruskal-Wallis.
  - Comparación del grupo control con los grupos experimentales a través de U de Mann-Whitney.
- ✓ Para edad de 28 días
  - Estadísticos de los grupos control y experimentales
  - Prueba de normalidad de datos a 28 días.
- ✓ Análisis de varianza (ANOVA)

Se utilizó el método estadístico para comparar las resistencias a la compresión del concreto y los concretos experimentales.

### 3.6. Método de análisis de datos

Se trabajó con el software estadístico IBM SPSS v. 26 a través del Análisis de Varianza (ANOVA), instrumento estadístico utilizado para comparar grupos y establecer semejanzas y diferencias, a través de éste, se pudo obtener resultados descriptivos y gráficos; y la evaluación de hipótesis. Luego se utilizó la prueba post-hoc Tukey, que permite medir la diferencia

de valores de las medias de tres o más grupos en términos de la varianza intragrupal, es de prioridad saber dónde se encuentran estas diferencias muy significativas y si siguen tendencias que nos aporten una mejor toma de decisiones.

### 3.7. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación muestra los datos reales obtenidos de los ensayos realizados en laboratorio, y verificados por la tabla de calibración de todos los equipos utilizados en el laboratorio. Se certificó la veracidad de la investigación por los valores éticos y morales inculcados y establecidos en la universidad de formación, siendo el respeto a la transparencia de información a través del uso correcto del estilo ISO 690 y cumplimiento de los códigos universitarios.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Caracterización de los agregados y RCD

**Tabla 2.** Caracterización de los agregados fino, grueso y agregado reciclado (RCD)

Caracterización de los agregados	Unidades	Agregado Fino	Agregado grueso	Agregado reciclado
Modulo de fineza (M.F)		1,22	6,87	6,82
Porcentaje que pasa malla N°200	%	14,2	3,86	4,34
Promedio Contenido de humedad	%	5,67	2,17	-
Promedio Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	1504,96	1675,25	-
Promedio Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1416,27	1646,58	-
Promedio Peso especifico	g/cm <sup>3</sup>	2,579	1,889	-
Promedio Porcentaje de absorción	%	1,01	0,9	-

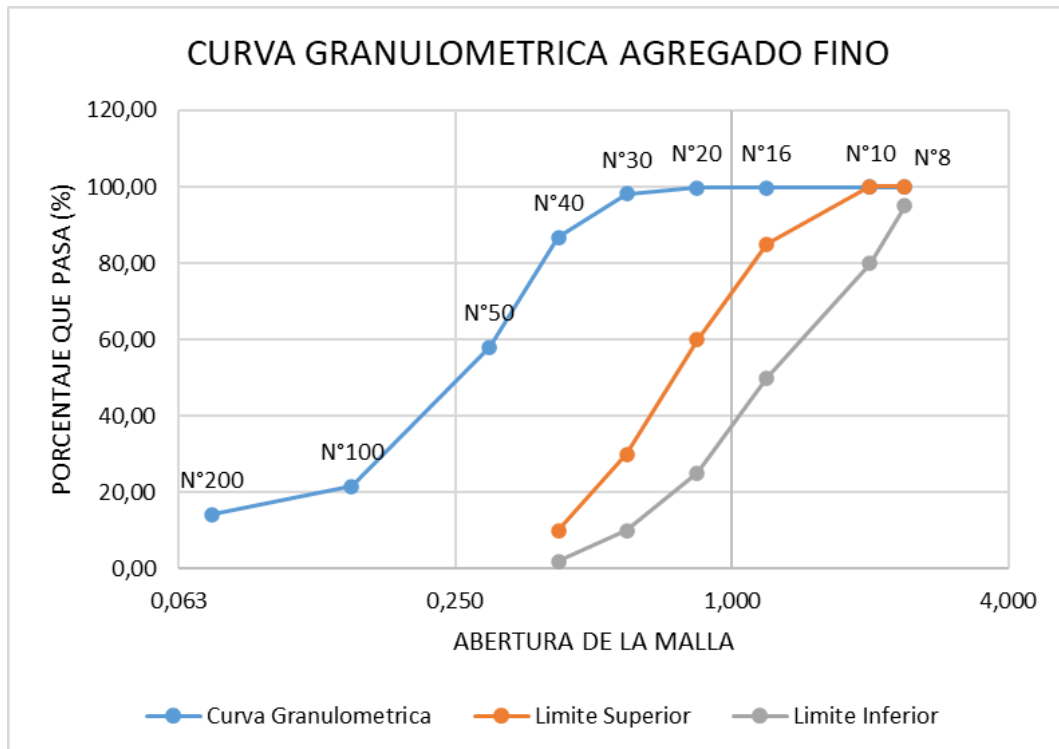
De la tabla 2, se interpreta los resultados de la caracterización de los agregados fino, grueso y agregado reciclado (RCD) cuya proveniencia del agregado grueso natural (grava) fue de la cantera Pelejo del centro poblado Porvenir-distrito de Yurimaguas-departamento de Loreto, agregado fino natural (arena) de la cantera Siñon (San Juan Bautista, Loreto) y del agregado reciclado de la zona local del distrito de san juan bautista- departamento de loreto.

Donde el módulo de fineza de los agregados fue para el fino 1,22 , grueso 6,87 y agregado reciclado 6,82 de forma respectiva, el porcentaje que pasa de la malla n° 200 fue de 14,2 % para el agregado fino 3,86 % para el agregado grueso y 4,34 % para el agregado reciclado, humedad del elemento fino 5,67 % y agregado grueso del 2,17% respectivamente, el promedio del peso unitario suelto para el agregado fino y grueso fue de 1504,96 kg/cm<sup>3</sup> y 1675,25 kg/cm<sup>3</sup>, el promedio del peso unitario compactado para el agregado fino y grueso fue de 1416,27 kg/cm<sup>3</sup> y 1646,58 kg/cm<sup>3</sup>, el promedio del peso específico del agregado fino y grueso fue 2,579 g/cm<sup>3</sup> y 1889 g/cm<sup>3</sup> y promedio del porcentaje de absorción para el agregado fino es de 1,01 % y para el agregado grueso es 0,9 %. Con estos resultados se obtuvo el diseño de mezcla.

#### 4.1.1. Granulometría y módulo de fineza

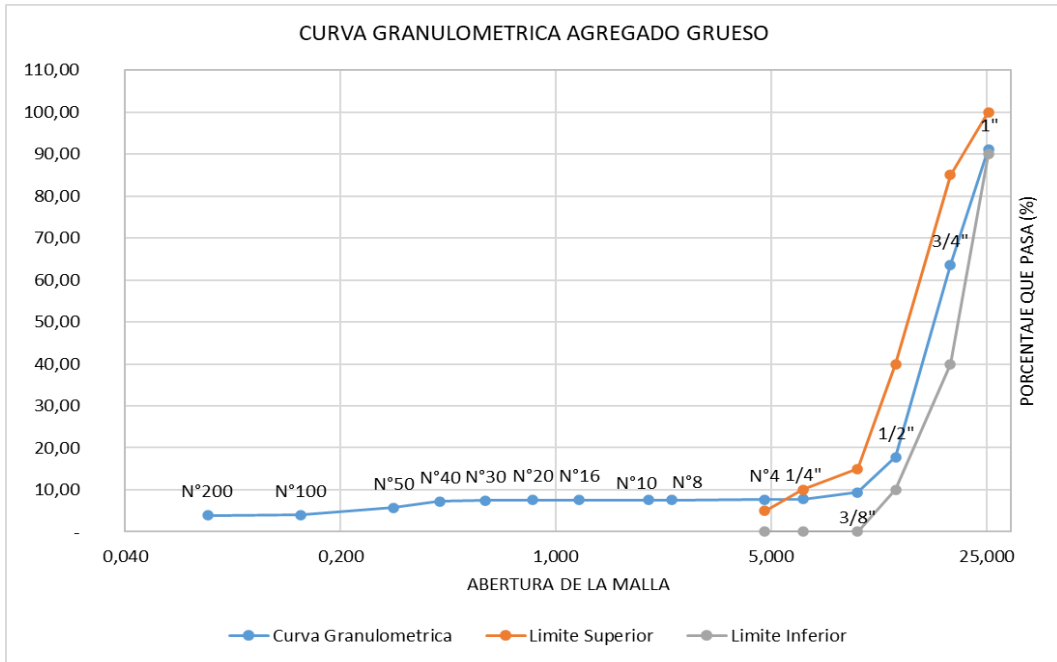
##### **Granulometría:**

Se detalló que el material de reemplazo inicialmente se trituró con una comba de 5 libras aproximadamente para obtener el tamaño de muestra ideal. El agregado grueso de reciclaje se proporcionó en 30%, 50%, 100% para reemplazar al agregado grueso convencional.



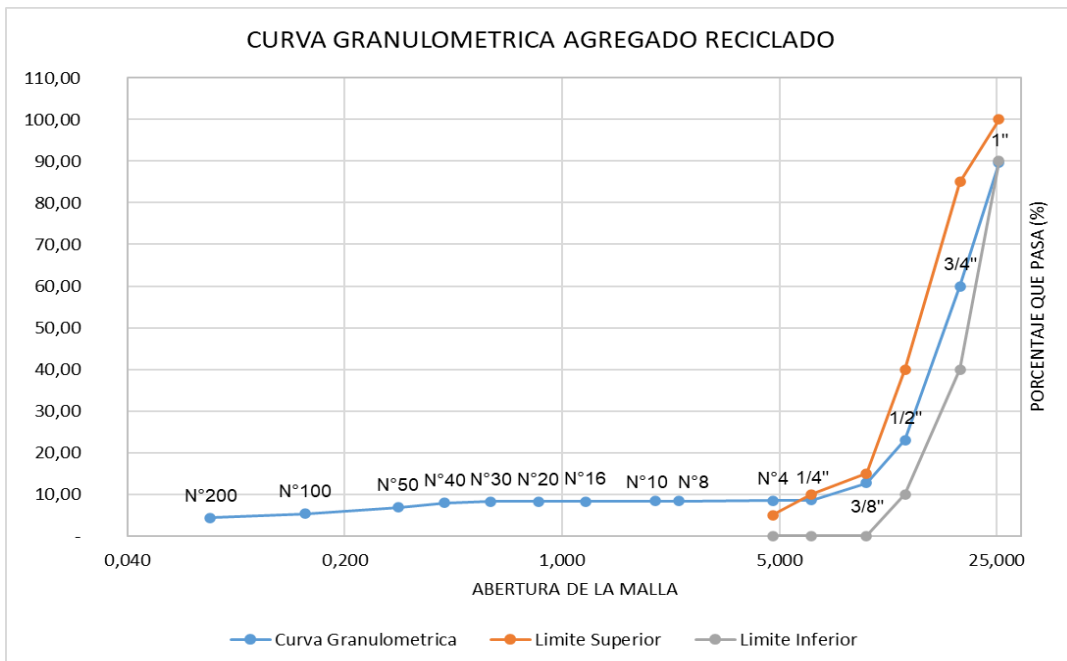
**Figura 1.** Curva Granulométrica Agregado Fino

En la Figura 1, se observa la gráfica de los porcentajes que pasan por cada tamiz, que no cumple los límites y de los cuáles se puede delimitar un entorno dentro del cual están comprendidos los tamaños útiles del agregado fino para esa aplicación en concreto.



**Figura 2.** Curva Granulométrica Del Agregado Grueso

En la Figura 2, se observa la gráfica de los porcentajes que pasan por cada tamiz, que cumple los límites y de los cuáles se puede delimitar un entorno dentro del cual están comprendidos los tamaños útiles del agregado grueso para esa aplicación en concreto.



**Figura 3.** Curva Granulométrica del Agregado Reciclado

En la Figura 3, se observa la gráfica de los porcentajes que pasan por cada tamiz, que cumple para los límites y de los cuáles se puede delimitar un entorno dentro del cual están comprendidos los tamaños útiles del agregado reciclado para esa aplicación en concreto.

#### 4.1.2. Peso unitario suelto de los agregados (PUS)

**Tabla 3.** *Peso unitario promedio de los agregados*

Peso unitario suelto seco						
Muestra	Replicas	Peso del molde (Kg)	Peso de la muestra (Kg)	Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Promedio
Fino	1	6560,5	3184,5	2,116	1504,962	1504,96
	2	6560,5	3187,5	2,116	1506,380	
	3	6560	3181,5	2,116	1503,544	
Grueso	1	6560,5	3549,5	2,116	1677,457	1675,25
	2	6560,5	3547,5	2,116	1676,512	
	3	6560,5	3537,5	2,116	1671,786	

En la Tabla 3, se presentan los pesos promedios de los agregados finos y gruesos en Suelos y en estado Seco.

**Tabla 4.** *Peso unitario promedio de los agregados en Seco.*

Peso unitario compactado seco						
Muestra	Replicas	Peso del molde (Kg)	Peso de la muestra (Kg)	Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	Peso unitario kg/m <sup>3</sup>	Promedio
Fino	1	6560,5	2999	2,116	1417,30	1416,27
	2	6560,5	2997,5	2,116	1416,59	
	3	6560	2994	2,116	1414,93	
Grueso	1	6560,5	3481,5	2,116	1645,32	1646,58
	2	6560,5	3489,5	2,116	1649,10	
	3	6560,5	3481,5	2,116	1645,32	

En la Tabla 4, se presentan los pesos promedios de los agregados finos y gruesos en Compactado y en estado Seco.

#### 4.1.3. Humedad natural del agregado

**Tabla 5.** Humedad natural promedio de agregado fino en diferentes ensayos.

Humedad						
Muestra	Replica	Peso Recipiente	Recipiente Humedo	Recipiente seco	% Humedad	% Promedio
Fino	1	72	346	331,6	5,55	5,67
	2	62	360	344	5,67	
	3	59,1	382,4	364,7	5,79	
Grueso	1	76,5	600	589	2,15	2,17
	2	80,5	622	610,5	2,17	
	3	82,5	628	616,3	2,19	

En la Tabla 5, se presenta el porcentaje promedio de humedad en el agregado fino y grueso en diferentes ensayos.

#### 4.2. Diseño de mezclas de concreto

Se desarrolló según especificaciones del COMITÉ 211 (ACI COMITE 211, 2022) seguido del historial experimental del centro de preparación de las mezclas.

**Tabla 6.** Dosificación de mezcla de 175 Kg/cm<sup>2</sup> por el método ACI 211

Diseño de mezcla metodo ACI 211				
Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	Cemento kg/cm <sup>3</sup>	Agregado fino kg/cm <sup>3</sup>	Agregado grueso kg/cm <sup>3</sup>	Agua (l/m <sup>3</sup> )
175	Dosificación en peso			
	1	2,18	1,54	21,25
	Dosificación en volumen			
	1	2,11	1,34	21,25

De la tabla 6, muestra la dosificación de la cantidad de materiales que se obtuvo del diseño de mezcla para 175 kg/cm<sup>2</sup> donde se necesita de cemento, agregado fino, agregado grueso para llevar a cabo los ensayos de probetas.

#### 4.3. Resistencia a la compresión del concreto para los diferentes diseños de mezclas

##### 4.3.1. Consistencia de la mezcla (Slump)

**Tabla 7.** Asentamiento slump con diferentes proporciones

Mezclas	Promedio Slump (pulg.)	% Variación
Grupo patrón (CS)	3,13	0%
Reemplazo de 30 % CR + 10% acelerante (CS30CR)	2,75	-12,14%
Reemplazo de 50 % CR + 10% acelerante (CS50CR)	3,13	0%
Reemplazo de 100 % CR + 10% acelerante (CS100CR)	3,5	11,82%

De la tabla 7, se observa que los asentamientos del concreto para el ACI 211 A 175 Kg/cm<sup>2</sup> para el CS es de 3,13, el CS30CR 2,75, el CS50CR 3,13 y el CS100CR 3,5 respectivamente. Para mayor detalle ver Anexo N° 5.

##### 4.3.2. Resistencia a la compresión

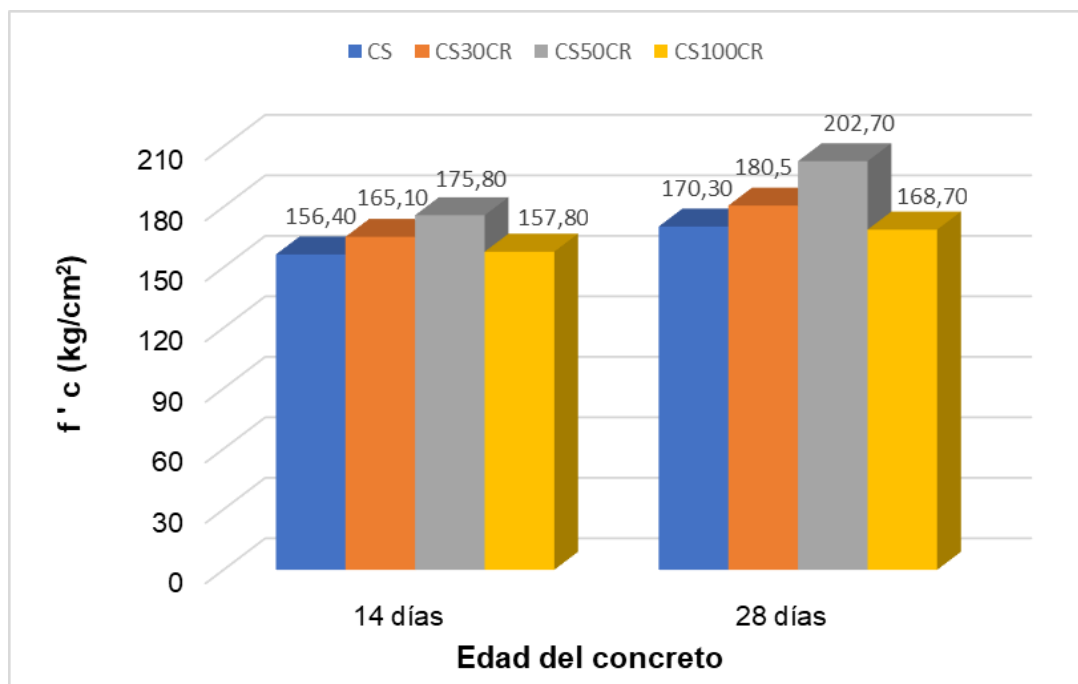
Los ensayos se realizaron según las normas y cuyos resultados son los siguientes:

**Tabla 8.** Resistencia a la compresión de probetas de concreto a distintas edades y porcentajes de concreto reciclado (CR).

Edad	Resistencia de diseño	Grupo patrón (CS)	Reemplazo de 30% CR + 10% acelerante (CS30CR)	Reemplazo de 50% CR + 10% acelerante (CS50CR)	Reemplazo de 100% CR + 10% acelerante (CS100CR)
14 días	148,75	158,85	163,78	175,15	158,35
	148,75	158,35	164,78	176,06	157,66
	148,75	157,16	163,87	175,54	158,43
	148,75	158,65	165,28	176,59	155,96
	148,75	146,04	167,11	175,45	160,12
	148,75	159,29	165,86	176,23	156,08
	<b>Promedio</b>	<b>156,40</b>	<b>165,10</b>	<b>175,80</b>	<b>157,80</b>
28 días	175,00	168,72	181,03	201,6	166,61
	175,00	171,99	180,61	204,31	167,61
	175,00	169,44	180,64	200,32	171,1
	175,00	171,07	181,11	203,67	169,02
	175,00	170,41	180,03	202,87	167,66
	175,00	169,88	179,58	203,15	170,19
	<b>Promedio</b>	<b>170,30</b>	<b>180,50</b>	<b>202,7</b>	<b>168,70</b>



De la tabla 8, se observa el promedio de la resistencia a la compresión a 14 y 28 días de las distintas proporciones del concreto reciclado donde el CS fue 156,40 kg/cm<sup>2</sup> y 170,30 kg/cm<sup>2</sup>, el CS30CR 165,10 kg/cm<sup>2</sup> y 180,50 kg/cm<sup>2</sup>, el CS50CR 175,80 kg/cm<sup>2</sup> Y 202,70 kg/cm<sup>2</sup> y para el CS100CR 157,80 kg/cm<sup>2</sup> y 168,70 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.



**Figura 4.** Tendencia de resistencia a compresión según edad del concreto

De la figura 4, se percibe que el Reemplazo de 50 % CR + 10 % acelerante (CS50CR) a los 14 y 28 días superando la resistencia de diseño con 175,80 kg/cm<sup>2</sup> y 202,70 kg/cm<sup>2</sup>, el Reemplazo de 30 % CR + 10 % acelerante (CS30CR) a los 14 días llega a 165,10 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 a 180,50 kg/cm<sup>2</sup> superando significativamente, para el Grupo patrón (CS) y el Reemplazo de 100 % CR + 10 % acelerante (CS100CR) a los 14 días y 28 días no llegan a la resistencia de diseño obteniendo el CS 156,40 kg/cm<sup>2</sup> y 170,30 kg/cm<sup>2</sup> y para el CS100CR 157,80 kg/cm<sup>2</sup> y 168,70 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

#### 4.4. Análisis estadístico

##### Para edad de 14 días:

**Tabla 9.** Estadísticos de los grupos control y experimentales.

	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Grupo Control a los 14 días (GC014)	156,9	5,12	3,27%
Grupo experimental Reemplazo de 30% CR + 10% acelerante a los 14 días (GE30CR14)	165,1	1,27	0,77%
Grupo experimental Reemplazo de 50% CR + 10% acelerante a los 14 días (GE50CR14)	175,8	0,54	0,31%
Grupo experimental Reemplazo de 100% CR + 10% acelerante a los 14 días (GE100CR14)	157,8	1,58	1,00%

Los datos del grupo control (Tabla 9) no cumplieron con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Sig.=0,001 < 0,05).

**Tabla 10.** Normalidad de datos a 14 días

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Grupo Control a los 14 días (GC014)	0,621	6	0,001
Grupo experimental Reemplazo de 30% CR + 10% acelerante a los 14 días (GE30CR14)	0,94	6	0,662
Grupo experimental Reemplazo de 50% CR + 10% acelerante a los 14 días (GE50CR14)	0,956	6	0,798
Grupo experimental Reemplazo de 100% CR + 10% acelerante a los 14 días (GE100CR14)	0,927	6	0,556

Los datos del grupo control (Tabla 9) no cumplieron con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Sig.=0,001 < 0,05); en consecuencia, se utiliza una técnica estadística no paramétrica (Kruskal-Wallis) para hacer la comparación de grupos (Tabla 10).

**Tabla 11.** Comparación estadística múltiple de grupos analizados con la prueba de Kruskal-Wallis.

	Grupos de datos
H de Kruskal-Wallis	19,490
GI	3
Sig. Asintótica	0,000

Como Sig. < 0,05, entonces existe diferencia significativa en por lo menos dos de los grupos analizados: GC014, GE30CR14, GE50CR14 y GE100CR14. Ahora se analizan el grupo control (GC014) con cada grupo experimental para resaltar sus diferencias (Tabla 11).

**Tabla 12.** Comparación del grupo control con los grupos experimentales a través de U de Mann-Whitney.

	GC014 vs GE30CR14	GC014 vs GE50CR14	GC014 vs GE100CR14
U de Mann-Whitney	0,000	0,000	15,500
Sig. Asintótica (bilateral)	<b>0,003948*</b>	<b>0,003948*</b>	0,688404

En la Tabla 12, existen diferencias muy significativas (Sig. < 0,01) entre el grupo control GC014 y los grupos experimentales GE30CR14 y GE50CR14.

**Para edad de 28 días:**

**Tabla 13.** Estadísticos de los grupos control y experimentales.

	Media	Desv. Est.	Coef. Variación
Grupo Control a los 28 días (GC028)	170,25	1,17	0,69%
Grupo experimental Reemplazo de 30% CR + 10% acelerante a los 28 días (GE30CR28)	180,64	0,8	0,44%
Grupo experimental Reemplazo de 50% CR + 10% acelerante a los 28 días (GE50CR28)	202,65	1,46	0,72%
Grupo experimental Reemplazo de 100% CR + 10% acelerante a los 28 días (GE100CR28)	168,7	1,72	1,02%

Los datos de los grupos analizados en la Tabla 13 son los resultados del Coeficiente de Variación para cada uno de los Grupos Experimentales Experimentados.

**Tabla 14.** Prueba de normalidad de datos a 28 días.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Grupo Control a los 28 días (GC028)	0,991	6	0,991
Grupo experimental Reemplazo de 30% CR + 10% acelerante a los 28 días (GE30CR28)	0,98	6	0,949
Grupo experimental Reemplazo de 50% CR + 10% acelerante a los 28 días (GE50CR28)	0,946	6	0,711
Grupo experimental Reemplazo de 100% CR + 10% acelerante a los 28 días (GE100CR28)	0,946	6	0,706

Los datos de los grupos analizados en la Tabla 14, cumplieron con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Sig. > 0,05); en consecuencia, se utiliza la técnica estadística paramétrica Análisis de Varianza (ANOVA).

**Tabla 15.** Análisis de varianza (ANOVA)

	Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4410,493	3	1470,164	830,91	<b>0,000</b>
Dentro de grupos	35,387	20	1,769		
Total	4445,88	23			

Como la significancia estadística es Sig. < 0.05 (Tabla 15), entonces existe diferencia significativa en por lo menos dos de los grupos analizados. Ahora se analizan el grupo control (GC028) con cada grupo experimental para comparar sus diferencias según la prueba Tukey.

**Tabla 16.** Prueba de Comparaciones múltiples HSD Tukey.

(I) Grupo patrón	(J) Grupos Experimentales	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Grupo Control a los 28 días (GC028)	GE30GR28	-10,385	0,76797	<b>0,000*</b>	-12,5345	-8,2355
	GE50GR28	-32,40167	0,76797	<b>0,000*</b>	-34,5512	-30,2522
	GE100GR28	1,55333	0,76797	0,213	-0.5962	3,7028

En la Tabla 16, existen diferencias muy significativas (Sig. < 0,01) entre el grupo control GC028 y los grupos experimentales GE30CR28 y GE50CR28.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a lo que Silva-Urrego y Delvasto-Arjona (2020) evaluó la influencia y/o refuerzo de los RCD en las propiedades del concreto auto-compactante (CAC) en estado fresco y endurecido utilizando residuos de mampostería y agregado grueso para reemplazar al cemento (20 %) y agregado grueso (10 % y 59 %) de la nueva mezcla y en esa forma mejoraría su trabajabilidad. Esto respecto a las características del concreto fresco obtenidas en esta investigación se puede observar que el asentamiento (trabajabilidad) en las mezclas con concreto reciclado varían respecto al concreto simple (CS), siendo la mezcla CS100CR la que perdió consistencia con una variación de 11,82 %, mientras que la mezcla CS30CR ganó consistencia hasta en 12,14 %. Finalmente, es posible también que el tamaño del agregado estaría influenciando en la disminución de la trabajabilidad (Di Domenico et al., 2018). La lectura de la resistencia a la compresión en la Tabla 10 y que complementa la Tabla 14, muestra que a los 14 días de curado todas las mezclas de concreto en sus diferentes proporciones superaron la resistencia de diseño, en cambio a los 28 días solo lo lograron las mezclas CS30CR y CS50CR. Las Figuras 4 da cuenta que la mezcla que obtuvo mejores resultados es CS50CR, superando a la resistencia de diseño en 18,18 % y 15,83 % para 14 y 28 días respectivamente. Estos resultados se ven respaldados por lo dicho por Dabiri et al., (2022) donde evidencia que el incremento o decremento de la resistencia está en función del tipo de material reciclado incorporado y de la relación a/c como también lo dice Rodrich y Silva (2018), siendo en este caso concreto reciclado, y en este punto hay divergencia de resultados toda vez que debe incorporarse un aditivo plastificante o superplastificante que mejore las propiedades de la mezcla que es afectada por la porosidad del material reciclado.

La resistencia a la compresión del concreto declarada en las Tablas 13 y Tabla 17 concretiza que existen variaciones significativas ( $p < 0,05$ ) entre las resistencias de las muestras, a 14 y 28 días de curado. Esto estaría reafirmando el hecho que el CR y el tiempo de curado tienen una participación fundamental en el desarrollo de esta propiedad mecánica. Al realizar la comparación múltiple entre los grupos experimentales y el grupo control, se observa que en ambas

edades las mezclas GE30CR y GE50CR son predominantes y presentan un mejor comportamiento de resistencia a la compresión con promedios superiores a la mezcla de referencia (control), en ambos casos. Este hecho evidencia que la incorporación de CR más el aditivo plastificante proporcionan a las mezclas modificadas (30 % y 50 %) una mejor performance que permite en ciertos casos utilizar ese tipo de concreto para fines estructurales; aspecto que guarda relación con lo dicho por Remolina (2018) que menciona que el concreto reciclado proveniente de pavimentos posee una alta viabilidad para utilizarse en vías urbanas de bajo tránsito de uso no estructural, sin utilizar como complemento algún tipo de aditivo, ya que llega a alcanzar solo el 83 % de la resistencia de referencia utilizando como reemplazo el 50 % de CR.

El Análisis de la Varianza de un Factor (ANOVA) contrastó que el concreto con el 50 % de CR junto con el acelerante tiene un mejor comportamiento a los 14 días, 175,8 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días de edad, 202,7 kg/cm<sup>2</sup>; logrando una mejor performance de resistencia a la compresión y una diferencia muy significativa ( $p < 0,01$ ) con el concreto patrón o de referencia; este apoyo estadístico también se ve reflejado en el estudio de consistencia de la durabilidad y la resistencia del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> por parte de Estrada y Velasco (2020) cuando adicionaron material reciclado tipo PET logrando delimitar que, a mayor adición de PET, la facilidad para trabajar en concreto baja con el 10 % de PET baja un 50 % de su trabajabilidad y con el 20 % reduce 83 %, y que con solo añadir PET al concreto tiende a minimizar su resistencia a la compresión independientemente de su régimen de fraguado bajando a los 56 días un 27 % de su resistencia.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Se caracterizó a los agregados, donde el agregado fino fue Arena limosa (SM) y módulo de fineza (MF) de 1.22; el agregado grueso natural tuvo un MF de 6,87 y el concreto reciclado como agregado grueso presentó un MF de 6,82 muy cercano al agregado grueso natural. El agregado fino no cumple con lo establecido en la NTP.
- 6.2. El diseño de mezclas obtenido a través del método del COMITÉ 211 ACI dieron las siguientes proporciones en los materiales tanto en peso 1:2.18:1.54/21,25 l/m<sup>3</sup> como en volumen 1:2.11:1.34/21.25 l/m<sup>3</sup>; para el cemento, agregado fino, agregado grueso y agua respectivamente.
- 6.3. La Resistencia a la compresión del concreto de todos los concretos experimentales con material reciclado y acelerante superaron la resistencia de diseño a los 14 días, mínimo 157,8 kg/cm<sup>2</sup> para CS100CR y máximo 175,8 kg/cm<sup>2</sup> para CS50CR; mientras que a 28 días solo fue superada por CS30CR con 180,64 kg/cm<sup>2</sup> y CS50CR con 202,7 kg/cm<sup>2</sup>.
- 6.4. El Análisis de la Varianza de una Variable (ANOVA) contrasta los resultados de K “tratamientos” o “factores” con la variable dependiente o desenlace de interés. El concreto con el 50 % de CR más el acelerante tiene un mejor comportamiento tanto a los 14 días, 175,8 kg/cm<sup>2</sup>, como a los 28 días de edad, 202,7 kg/cm<sup>2</sup>; logrando una mejor performance de resistencia a la compresión y una diferencia muy significativa ( $p < 0,01$ ) con el concreto patrón o de referencia.



## **VII. RECOMENDACIONES**

- 7.1. Realizar estudios del concreto que comprendan ensayos microscópicos, como la microscopía electrónica de barrido, que permita identificar a mejor detalle la forma y distribución de las partículas de los materiales usados en la matriz de la mezcla.
- 7.2. Utilizar el concreto reciclado de una edificación, retirando todo factor externo que involucre algún tipo de contaminante como: el acero, yeso, madera u otros.
- 7.3. Impulsar el avance de este tipo de proyecto para lograr minimizar la contaminación generada por residuos de construcción, lo cual implicaría proporcionar una mejor calidad de vida y minimizar el uso de agregados naturales que se usan para construcciones civiles.

## REFERENCIAS

ACI COMITE 211, 2022. *Diseño de mezclas de Concreto ACI COMITÉ 211* [en línea]. 2022. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/40296179/Diseño de mezclas de Concreto ACI COMITÉ 211](https://www.academia.edu/40296179/Diseño_de_mezclas_de_Concreto_ACI_COMITÉ_211).

ASENCIO, A.R., 2014. *Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 11 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/493>.

ASTM, 1997. *ASTM C29 Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate* [en línea]. 1997. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/362029309/ASTM-C29-Peso-Unitario>.

ASTM, 2003. *ASTM C33 Especificación estándar para agregados para concretos* [en línea]. 2003. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/363156459/ASTM-C33-03-Espanol>.

ASTM, 2007. *ASTM D422 Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils* [en línea]. 2007. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/326383267/ASTM-D422-07-Analysis-Granulometrico>.

ASTM, 2008a. *Astm C 31 Standard Test Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field* [en línea]. 2008. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/251078240/ASTM-C-31>.

ASTM, 2008b. *ASTM C494 Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete* [en línea]. 2008. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: [https://www.astm.org/c0494\\_c0494m-08.html](https://www.astm.org/c0494_c0494m-08.html).

ASTM, 2010. *ASTM C 143 Standard Test Method for Slump Of Portland Cement Concrete* [en línea]. 2010. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/329239956/ASTM-C-143-REVENIMIENTO-pdf>.

ASTM, 2013. *ASTM C70 Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate*. [en línea]. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.astm.org/astm-tpt-583.html>.

ASTM, 2015. *ASTM C192/C192M Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory. ASTM International* [en línea]. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: [https://www.astm.org/c0192\\_c0192m-15.html](https://www.astm.org/c0192_c0192m-15.html).

ASTM, 2019. *ASTM D 2216 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass* [en línea]. 2019. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/521086245/ASTM-D-2216-19-Contenido-de-Humedad>.

ASTM, 2020a. *ASTM E11 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves* [en línea]. 2020. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.astm.org/e0011-20.html>.

ASTM, 2020b. *Norma ASTM C39/C39M Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndrico* [en línea]. 2020. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/460779374/Norma-ASTM-C39C39M-20-Espanol-pdf>.

BASTIDAS-MARTÍNEZ, J.G., RONDÓN-QUINTANA, H.A., CONTRERAS-ZARTHA, L., FORERO-CASTAÑO, S. y ROJAS-ROZO, L., 2021. Evaluación

de una mezcla de concreto asfáltico con incorporación de agregados reciclados de concreto. *Revista UIS Ingenierías*, no. 2.

CHUGNAS, Y.L., 2018. *Estudio del concreto reciclado en bloques prefabricados, para muros en edificaciones, Lima, Perú 2018* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47084>.

CONCYTEC, 2019. Reglamento de Calificación, Clasificación y Registro de los Investigadores del Sinacyt. *Concytec* [en línea]. [Consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: [http://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento\\_renacyt\\_version\\_final.pdf](http://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf).

CRUZ, N. y RAMÍREZ, D., 2022. Evaluación de muestras del agregado grueso proveniente de residuos de concreto para producir nuevos concretos. *Métodos y Materiales* [en línea], vol. 12, pp. 0-11. [Consulta: 24 marzo 2022]. ISSN 2215-4558. DOI 10.15517/MYM.V12I0.48029. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/view/48029/49920>.

DABIRI, H., KIOUMARSI, M., KHEYRODDIN, A., KANDIRI, A. y SARTIPI, F., 2022. Compressive strength of concrete with recycled aggregate; a machine learning-based evaluation. *Cleaner Materials*, vol. 3, pp. 100044. ISSN 27723976. DOI 10.1016/j.clema.2022.100044.

DI DOMENICO, P., LIMA, T.T., CASTRO, M.N. y CASTRO, R.M., 2018. INFLUÊNCIA DO AGREGADO MIÚDO RECICLADO NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E POROSIDADE DO CONCRETO. *Revista Internacional de Ciências* [en línea], vol. 8, no. 1, pp. 129-147. [Consulta: 23 marzo 2022]. ISSN 2316-7041. DOI 10.12957/ric.2018.33254. Disponible en: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/33254>.

ESTRADA, Y., VELASCO, J., 2020. Análisis de la variación de la durabilidad y resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando material

reciclado tipo pet Ate,2020 [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 15 abril 2022].  
Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56682>

HERNÁNDEZ, S.R., FERNÁNDEZ, C.C. y BAPTISTA, L.P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. 6ª ed. México D.F.: Mc Graw Hill. ISBN 9781456223960. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.

INACAL, 2015a. *NTP 339.033 CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-los-andes/laboratorio-de-tecnologia-de-concreto/ntp-339033-2015/7024356>.

INACAL, 2015b. *NTP 339.034 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. [en línea]. 2015. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-santo-toribio-de-mogrovejo/tecnologia-del-concreto/ntp-339034-metodo-de-ensayo-normalizado-para-la-determinacion-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-en-muestras-cilindricas-compress/17223>.

INDECOPI, 2001. *NTP 400.012 Análisis granulométrico* [en línea]. 2001. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ricardocivil79/anlisis-granulomtrico-ntp-400012>.

INDECOPI, 2008. *NTP 400.011 AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)* [en línea]. 2008. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-agraria-la-molina/resistencia-de-materiales/ntp-400011-agregados-definicion-y-clasificacion/8804956>.

INDECOPI, 2009. *NTP 339.035 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland* [en línea]. 2009. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/371807372/NTP-339-035-2009-pdf>.

INDECOPI, 2011. *NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. [en línea]. 2011. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-de-santa-maria/tecnologia-del-concreto/ntp-400-017-2011-peso-unitario-y-vacios-en-los-agregados/9695078>.

INDECOPI, 2013a. *NTP 339.183 CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio* [en línea]. 2013. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/372901325/NTP-339-183-2013-pdf>.

INDECOPI, 2013b. *NTP 339.185.2013 AGREGADOS. Metodo Contenido de Humedad Total Evaporable de Agregados Por Secado* [en línea]. 2013. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: [https://kupdf.net/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado\\_59c03b5808bbc55813686f84\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado_59c03b5808bbc55813686f84_pdf).

INDECOPI, 2014. *NTP 400.037 Especificaciones-Agregados* [en línea]. 2014. S.l.: s.n. [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/hersacs/ntp-400-037-2014especificacionesagregados>.

INEI, I.N. de E. e I., 2018. Principales indicadores del sector construcción. *INEI* [en línea]. [Consulta: 24 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/buscador/?tbusqueda=sector+construcción>.

- JORDAN, J. y VIERA, N., 2014. *Estudio de la resistencia del concreto utilizando como agregado el concreto reciclado de obra* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional del Santa. [Consulta: 11 abril 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2084>.
- LÓPEZ, L.Y., 2020. *Efecto de la incorporación de aditivos acelerantes de fragua, sobre la resistencia a la compresión del concreto, aplicables a obras hidráulicas para las altitudes 2600 a 3500 m.s.n.m, Áncash* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. [Consulta: 24 marzo 2022]. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0003-1405-7588>.
- MORO, J.M., MENESES, R.S., SEÑAS, L., PRIANO, C., ORTEGA, N.F. y AVELDAÑO, R.R., 2014. Incorporación de aditivos en hormigones reciclados para modificar sus propiedades. *Ciencia y Tecnología* [en línea], vol. 1, no. 14, pp. 63-74. [Consulta: 26 marzo 2022]. ISSN 2344-9217. DOI 10.18682/cyt.v1i14.191. Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=univcv&id=GALE%7CA403785288&v=2.1&it=r>.
- NIÑO, J.R., 2010. *Tecnología del Concreto: Materiales, propiedades y diseño de mezclas*. 3a Ed. S.I.: Asociación Colombiana de Productores de Concreto. ISBN 9789588564036 9588564034.
- PORTUGAL, P., 2007. *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Arequipa: s.n. ISBN 8572661239.
- REMOLINA, J.G., 2018. *Determinación de parámetros físico-mecánicos y de durabilidad en concreto reciclado con residuos de construcción y demolición (RCD)* [en línea]. S.I.: Universidad de la Costa. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/247>.
- REYES, C.A., 2019. *Influencia de agregado grueso reciclado y aditivo plastificante, en el comportamiento físico - mecánico del concreto, en la Ciudad de Huacho - Huara 2019* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. [Consulta: 26 marzo

2022]. Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59906>.

RODRICH, S.R. y SILVA, J.C., 2018. *Influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional*, Trujillo 2018 [en línea]. S.I.: Universidad Privada del Norte. Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47084>.

SAJAN, K.C., ADHIKARI, R., MANDAL, B. y GAUTAM, D., 2022. Mechanical characterization of recycled concrete under various aggregate replacement scenarios. *Cleaner Engineering and Technology*, vol. 7, pp. 100428. ISSN 26667908. DOI 10.1016/j.clet.2022.100428.

SÁNCHEZ, D., 2011. *Tecnología del concreto –tomo 2 manejo y colocación en obra*. 3a. Ed. S.I.: ASOCIACION COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE CONCRETO. ISBN 978-958-8564-05-0.

SIKA PERÚ, 2022. SikaCem® Acelerante PE | Acelerante para concreto. *Sika* [en línea]. [Consulta: 11 abril 2022]. Disponible en:  
<https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-autoconstruccion/acelerante-concreto/sikacem-acelerantepe.html>.

SILVA-URREGO, Y. y DELVASTO-ARJONA, S., 2020. Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes. *Informador Técnico*, vol. 85, no. 1. ISSN 0122056X. DOI 10.23850/22565035.2502.

SOBUZ, M.H.R., DATTA, S.D., AKID, A.S.M., TAM, V.W.Y., ISLAM, M.S., RANA, M.J., ASLANI, F., YALÇINKAYA, Ç. y SUTAN, N.M., 2022. Evaluating the effects of recycled aggregate size and concentration on properties of high-strength sustainable concrete. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences* [en línea], [Consulta: 9 mayo 2022]. ISSN 10183639. DOI 10.1016/j.jksues.2022.04.004. Disponible en:



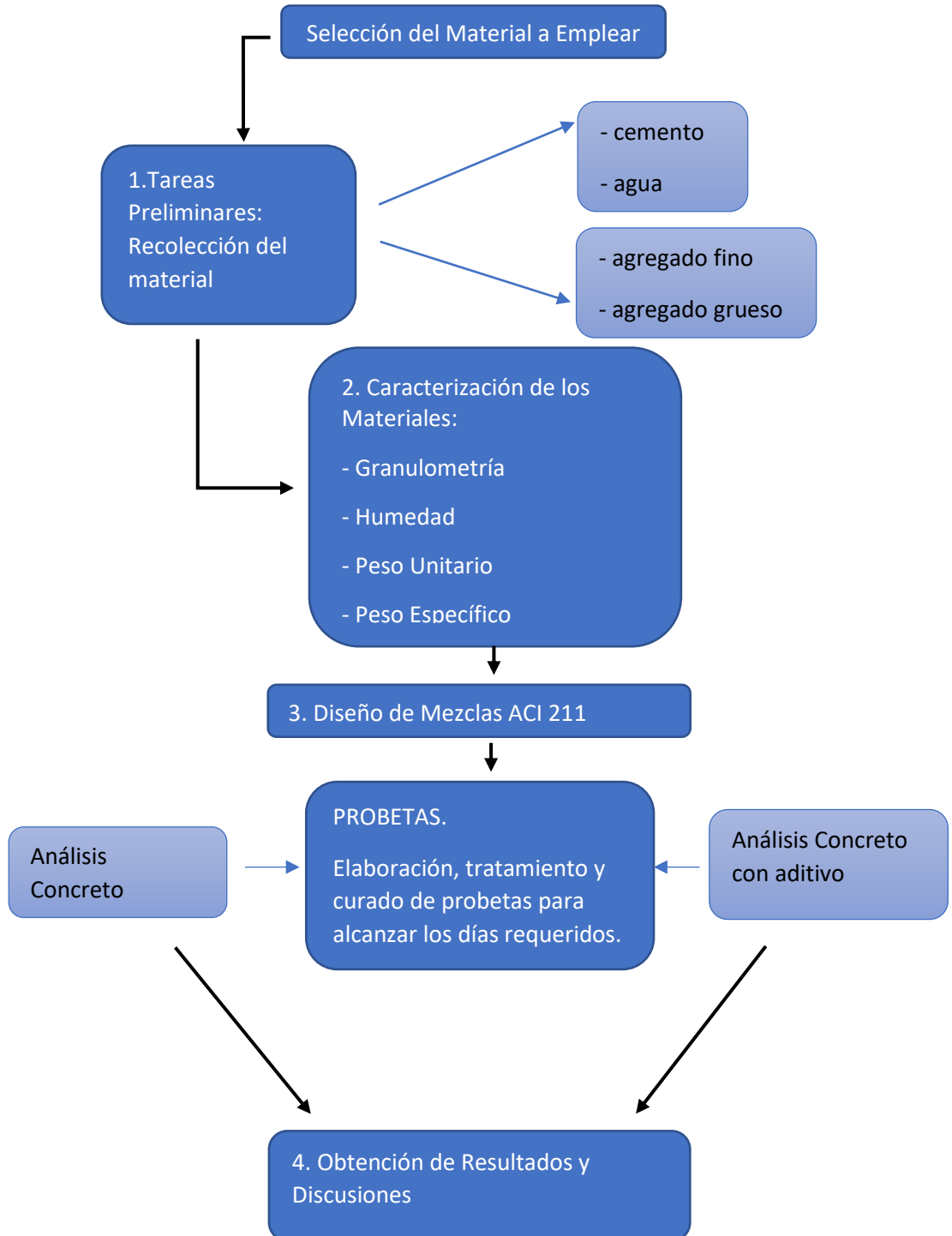
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1018363922000356>.

TELLO, J.B., 2019. *Estudio de la eficiencia del aditivo Sika® Cem plastificante en el diseño de mezclas de concreto de alta resistencia utilizando concreto reciclado en Chiclayo – 2017* [en línea]. S.I.: Universidad Señor de Sipán. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5876>.

# ANEXOS

## Anexo 1

### Esquema de procedimiento de Investigación



## Anexo 2

### Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Porcentaje de concreto reciclado (CR)	Es el concreto cuyos agregados provienen parcialmente o completamente de gránulos de concreto, gravas y arenas de reciclaje (Jordan y Viera, 2014)	Se trabajan con porcentajes (proporciones) de 3%, 4% y 5% establecidas en los diferentes antecedentes.	Porcentajes de 3%, 4% y 5% para las diferentes mezclas	Razón
Resistencia a la compresión del concreto	Es la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente se mide en kg/cm <sup>2</sup> y MPa. (Portugal, 2007)	Se realizan los ensayos de resistencia a la compresión del concreto utilizando la norma NTP 339.034 y ASTM C39.	Kg/cm <sup>2</sup>	Razón

## Anexo 3

### Características granulométricas de los materiales



BICENTENARIO  
PERÚ 2021



**PROYECTO** :DISEÑO DE MEZCLA  
**UBICACIÓN** :DISTRITO DEL SAN JUAN - MAYNAS - LORETO  
**SOLICITANTE** :BRAY TORRES ZARATE  
**ELABORADO** :LABORATORIO DE SUELOS DRTC - LORETO  
**FECHA** :01-07-21

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C-136

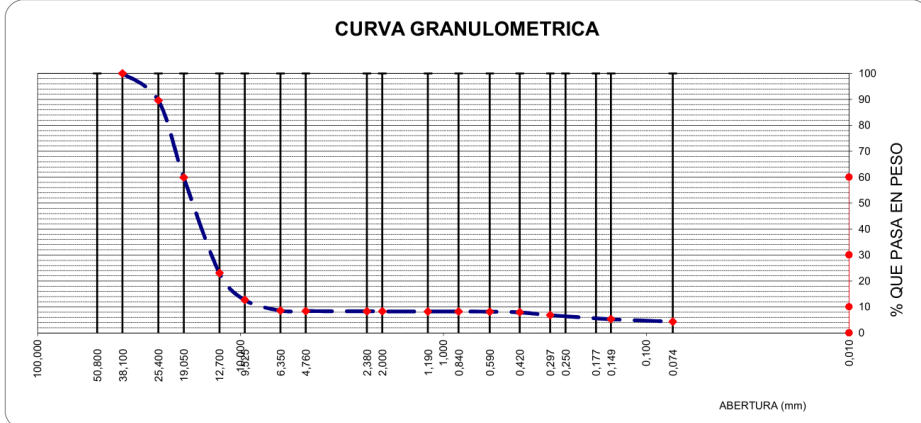
**DATOS DE CAMPO** Material reciclado de concreto

Peso de muestra seca : 6106,28  
 Peso de muestra lavada : 6080,90

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
3"	76.000						
2 1/2"	63.300						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100				100,0		
1"	25.400	632,00	10,39	10,39	89,61		
3/4"	19.050	1804,00	29,67	40,06	59,94		
1/2"	12.700	2246,30	36,94	77,00	23,00		
3/8"	9.525	627,00	10,31	87,31	12,69		
1/4"	6.350	250,00	4,11	91,42	8,58		
Nº4	4.760	10,20	0,17	91,59	8,41		
Nº8	2.380	3,54	0,06	91,65	8,35		
Nº10	2.000	4,20	0,07	91,72	8,28		
Nº16	1.190	1,20	0,02	91,74	8,26		
Nº20	0.840	2,32	0,04	91,78	8,22		
Nº30	0.590	2,76	0,05	91,82	8,18		
Nº40	0.420	15,60	0,26	92,08	7,92		
Nº50	0.297	65,50	1,08	93,15	6,85		
Nº100	0.149	95,46	1,57	94,72	5,28		
Nº200	0,074	56,70	0,93	95,66	4,34		
Pasa Nº200		264,12	4,34				

M.F. = 6,82

#### CURVA GRANULOMETRICA



**ESPECIFICACIONES** : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumple con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a material reciclado de concreto, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS** : El porcentaje que pasa la malla Nº 200 es de 4,34%  
 Modulo de fineza M.F. = 6,82

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

*Jaime Ramírez Pinedo*  
**JAIME RAMÍREZ PINEDO**  
 TEC. de Laboratorio de Control de Calidad  
 de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

*Mario Chávez López*  
**Ing. Mario Chávez López**  
 Sub Director de Laboratorio y Suelos



**PROYECTO** : DISEÑO DE MEZCLA  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DEL SAN JUAN - MAYNAS - LORETO  
**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE  
**ELABORADO** : LABORATORIO DE SUELOS DRTC - LORETO  
**FECHA** : 30-06-21

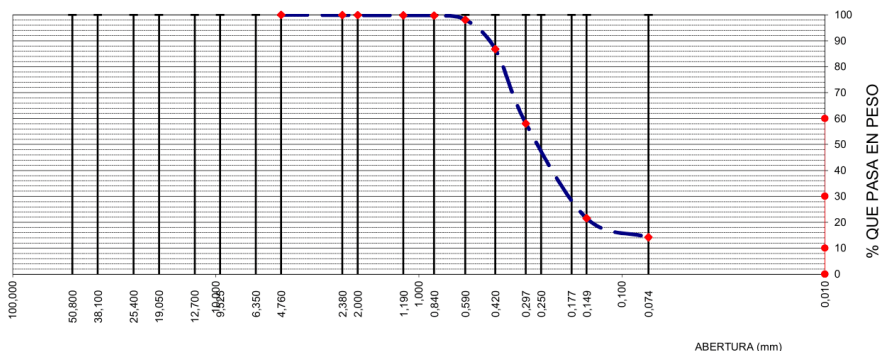
**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM C-136**

**DATOS DE CAMPO** : Arena Fina color blanco  
**Cantera** : Siñon  
**Ubicación** : Yurimaguas

**Peso de muestra seca** : 250,00  
**Peso de muestra lavada** : 0,00

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
3"	76,000						
2 1/2"	63,300						L. Líquido : N.P.
2"	50,800						L. Plástico : N.P.
1 1/2"	38,100						Ind. Plástico : N.P.
1"	25,400						Clas. SUCS : SM
3/4"	19,050						Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
1/2"	12,700						
3/8"	9,525						
1/4"	6,350						
Nº4	4,760				100,00		
Nº8	2,380	0,17	0,07	0,07	99,93		
Nº10	2,000	0,14	0,06	0,12	99,88		
Nº16	1,190	0,15	0,06	0,18	99,82		
Nº20	0,840	0,20	0,08	0,26	99,74		
Nº30	0,590	4,03	1,61	1,88	96,12		
Nº40	0,420	28,48	11,39	13,27	86,73		
Nº50	0,297	71,55	28,62	41,89	58,11		
Nº100	0,149	91,38	36,55	78,44	21,56		
Nº200	0,074	18,41	7,36	85,80	14,20		
Pasa Nº200		35,49	14,20				M.F. = 1,22

**CURVA GRANULOMETRICA**



**ESPECIFICACIONES** : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumple con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena con partículas finas, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS** : Arenas fina, de color blanco, clasificado como SM A-2-4 (0)  
El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 14,20 %  
Modulo de fineza M.F. = 1,22



PROYECTO	: DISEÑO DE MEZCLA
UBICACIÓN	: DISTRITO DEL SAN JUAN - MAYNAS - LORETO
SOLICITANTE	: BRAY TORRES ZARATE
ELABORADO	: LABORATORIO DE SUELOS DRTC - LORETO
FECHA	: 01-07-21

**HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO GRUESO  
ASTM C 70**

**DATOS DE CAMPO**  
Canto Rodado  
Cantera : Porvenir - Pelejo  
Ubicación : Yurimaguas

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE LA ARENA HUMEDA + TARA (gr.)	600,00	622,00	628,00
PESO DE LA ARENA SECA + TARA (gr.)	589,00	610,50	616,30
PESO DEL AGUA	11,00	11,50	11,70
PESO DE LA TARA	76,50	80,50	82,50
PESO DE SUELO SECO	512,50	530,00	533,80
% DE HUMEDAD	2,15	2,17	2,19
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	2,17		

**ESPECIFICACIONES** : La Humedad Natural del agregado grueso se realizó según las Normas ASTM C 70.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a canto rodado, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS** : 2,17 %



PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA

UBICACIÓN : DISTRITO DEL SAN JUAN - MAYNAS - LORETO  
SOLICITANTE : BRAY TORRES ZARATE

FECHA : 30-06-21

**PESO UNITARIO SUELTO DE ARENA**

**ASTM C 29**

DATOS DE CAMPO : Arena Fina color blanco  
Cantera : Siñon  
Ubicación : Yurimaguas

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE LA ARENA + MOLDE (gr.)	9745	9748	9741,5
PESO DEL MOLDE (gr.)	6560,5	6560,5	6560
PESO DE LA MUESTRA	3184,5	3187,5	3181,5
VOLUMEN DEL MOLDE	2116	2116	2116
PESO UNITARIO	1,505	1,506	1,504
PROMEDIO PONDERADO (KG/M3.)	1504,96		

ESPECIFICACIONES : El Peso Volumétrico de los agregados finos se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena con partículas finas, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : 1504,96 kg/m3

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
JAIME RAMÍREZ PINEDO  
TEC de Laboratorio del Control de Calidad  
de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
Ing. Mario Chávez López  
Sub Director de Laboratorio y Suelos



PROYECTO :DISEÑO DE MEZCLA

UBICACIÓN :DISTRITO DEL SAN JUAN - MAYNAS - LORETO  
SOLICITANTE :BRAY TORRES ZARATE

FECHA :30-06-21

**PESO UNITARIO VARILLADO DE AGREGADO GRUESO**

**ASTM C 29**

DATOS DE CAMPO Canto Rodado  
Cantera Porvenir - Pelejo  
Ubicación Yurimaguas

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE LA ARENA + MOLDE (gr.)	10110	10108	10098
PESO DEL MOLDE (gr.)	6560,5	6560,5	6560,5
PESO DE LA MUESTRA	3549,5	3547,5	3537,5
VOLUMEN DEL MOLDE	2,116	2,116	2,116
PESO UNITARIO	1677,46	1676,51	1671,79
PROMEDIO PONDERADO (KG/M3.)	1675,25		

**ESPECIFICACIONES** : El Peso Volumétrico de los agregados finos se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a canto rodado, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS** : 1675,25 kg/m3





PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA

UBICACIÓN : DISTRITO DEL SAN JUAN - MAYNAS - LORETO  
SOLICITANTE : BRAY TORRES ZARATE

FECHA : 30-06-21

**PESO UNITARIO VARILLADO DE ARENA**

**ASTM C 29**

DATOS DE CAMPO : Arena Fina color blanco  
Cantera : Siñon  
Ubicación : Yurimaguas

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE LA ARENA + MOLDE (gr.)	9559,5	9558	9554
PESO DEL MOLDE (gr.)	6560,5	6560,5	6560
PESO DE LA MUESTRA	2999	2997,5	2994
VOLUMEN DEL MOLDE	2116	2116	2116
PESO UNITARIO	1,417	1,417	1,415
PROMEDIO PONDERADO (KG/M3.)	1416,27		

ESPECIFICACIONES : El Peso Volumétrico de los agregados finos se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena con partículas finas, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : 1416.27 kg/m3

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
JAIME RAMIREZ PINEDO  
TEC. de Laboratorio del Control de Calidad  
de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
ING. Mario Chávez López  
S.C. Director de Laboratorio y Suelos



PROYECTO :DISEÑO DE MEZCLA

UBICACIÓN :DISTRITO DEL SAN JUAN - MAYNAS - LORETO  
SOLICITANTE :BRAY TORRES ZARATE

FECHA :30-06-21

**PESO UNITARIO VARILLADO DE AGREGADO GRUESO**

**ASTM C 29**

DATOS DE CAMPO Canto Rodado  
Cantera Porvenir - Pelejo  
Ubicación Yurimaguas

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE LA ARENA + MOLDE (gr.)	10042	10050	10042
PESO DEL MOLDE (gr.)	6560,5	6560,5	6560,5
PESO DE LA MUESTRA	3481,5	3489,5	3481,5
VOLUMEN DEL MOLDE	2,116	2,116	2,116
PESO UNITARIO	1645,32	1649,10	1645,32
PROMEDIO PONDERADO (KG/M3.)	1646,58		

**ESPECIFICACIONES** : El Peso Volumétrico de los agregados finos se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a canto rodado, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS** : 1646.58 kg/m3

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
JAIME RAMIREZ PINEDO  
TEC. de Laboratorio del Control de Calidad  
de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
Ing. Mario Chávez López  
Sr. Director de Laboratorio y Suelos



**PROYECTO** : DISEÑO DE MEZCLA

**UBICACIÓN** : DISTRITO DEL SAN JUAN - MAYNAS - LORETO

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE  
**ELABORADO POR** : LABORATORIO DE SUELOS DRTC - LORETO  
**FECHA** : 30-06-21

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO - ARENA  
ASTM C - 128**

**DATOS DE CAMPO** : Arena Fina color blanco  
Cantera : Siñon  
Ubicación : Yurimaguas

**Agregado Fino**

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
<b>A</b>	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	292,54	263,39	275,11	
<b>B</b>	Peso Frasco + H2O	703,16	637,69	676,39	
<b>C</b>	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	995,70	901,08	951,50	
<b>D</b>	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	883,70	800,22	845,40	
<b>E</b>	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	112,00	100,86	106,10	
<b>F</b>	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	289,65	260,73	272,36	
<b>G</b>	Vol. Masa = (E-A+F)	109,11	98,20	103,35	
	Peso Especifico Bulk (Base Seca)= (F/E)	2,586	2,585	2,567	<b>2,579</b>
	Peso Especifico Bulk (Base Saturada)= (A/E)	2,612	2,611	2,593	<b>2,605</b>
	Peso Especifico Aparente (Base Seca)=(F/G)	2,655	2,655	2,635	<b>2,648</b>
	% de Absorción = ((A-F)/F)*100	1,00	1,02	1,01	<b>1,01</b>

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena con partículas finas, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2,579 gr/cc.  
El promedio del % de Absorción del agregado fino es 1,01%.

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
**JAIME RAMÍREZ PINEDO**  
TEC. de Laboratorio del Control de Calidad  
de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
**Ing. Mario Chávez López**  
Sub Director de Laboratorio y Suelos



**PROYECTO** : DISEÑO DE MEZCLA

**UBICACIÓN** : DISTRITO DEL SAN JUAN - MAYNAS - LORETO

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE  
**ELABORADO POR** : LABORATORIO DE SUELOS DRTC - LORETO  
**FECHA** : 30-06-21

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO - ARENA  
ASTM C - 128**

**DATOS DE CAMPO** : Arena Fina color blanco  
Cantera : Siñon  
Ubicación : Yurimaguas

**Agregado Fino**

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
<b>A</b>	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	432,05	323,20	340,10	
<b>B</b>	Peso Frasco + H2O	703,16	637,69	676,39	
<b>C</b>	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	1135,21	960,89	1016,49	
<b>D</b>	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	883,70	800,22	845,40	
<b>E</b>	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	251,51	160,67	171,09	
<b>F</b>	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	428,25	320,28	337,02	
<b>G</b>	Vol. Masa = (E-A+F)	247,71	157,75	168,01	
Peso Especifico Bulk (Base Seca)= (F/E)		1,703	1,993	1,970	<b>1,889</b>
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		1,718	2,012	1,988	<b>1,906</b>
Peso Especifico Aparente (Base Seca)=(F/G)		1,729	2,030	2,006	<b>1,922</b>
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0,89	0,91	0,91	<b>0,90</b>

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

**OBSERVACIONES** : El material empleado en este ensayo, corresponde a canto rodado, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

**RESULTADOS** : El promedio del Peso Específico del agregado grueso es 1,889 gr/cc.  
El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0,9%.

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
**JAIME RAMÍREZ PINEDO**  
TEC. de Laboratorio del Control de Calidad  
de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
**Ing. Mario Chávez López**  
Sub Director de Laboratorio y Suelos

## Anexo 4

### Diseño de mezcla de concreto a los 7 y 28 días $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$



PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITANTE : BRAY TORRES ZARATE

#### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO A LOS 07 Y 28 DÍAS $F'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ .

##### INFORMACIÓN

##### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO AMAZONICO TIPO I.

Cantera : Siñon (arena fina)  
 Porvenir - Pelejo (canto rodado)  
 Ubicación. : Yurimaguas  
 Progresiva. :  
 Resistencia específica :  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_{cr} = 175 + 34 \text{ Kg/cm}^2$

##### 1.- MATERIALES

##### CEMENTO : CEMENTO TIPO I.

Peso Específico = 3,03 gr/cc.  
 Peso Volumétrico = 1500 kg/m<sup>3</sup>

##### AGREGADOS FINOS : ARENA BLANCA CON PARTÍCULAS FINA.

Peso Específico = 2,579 gr/cc  
 Porcentaje de Absorción = 1,01 %  
 Peso Volumétrico Suelto = 1504,96 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Volumétrico Varillado = 1416,27 kg/m<sup>3</sup>  
 Contenido de Humedad = 5,67 %  
 Modulo de Fineza = 1,22

##### AGREGADOS GRUESO : CANTO RODADO

Peso Específico = 1,889 gr/cc  
 Porcentaje de Absorción = 0,90 %  
 Peso Volumétrico Suelto = 1675,25 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Volumétrico Varillado = 1647,00 kg/m<sup>3</sup>  
 Contenido de Humedad = 2,17 %  
 Modulo de Fineza = 6,87

##### 2.- CARACTERÍSTICAS

##### DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Asentamiento Slump = 2 3/4" - 3"  
 Estimación del Agua = 240 lts/m<sup>3</sup>  
 Relación Agua/Cemento (A/C) = 0,62  
 Factor Cemento = 237/62 = 0,62      387,10      9,11      Bts/m<sup>3</sup>  
 Contenido de Aire Atrapado = 1,3 %

##### 3.- CALCULO

##### 3.1 CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	387,10	/	3030	=	0,128	m <sup>3</sup>
Agua	:	240,00	/	1000	=	0,240	m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	1,30	/	100	=	0,013	m <sup>3</sup>
						<u>0,381</u>	m <sup>3</sup>

Volumen Absoluto de los agregados	:	1,000	-	0,381	=	0,619	m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	0,310	x	2579	=	798,2	kg
Peso del Agregado Grueso	:	0,310	x	1889	=	584,6	kg

##### 3.2 VALORES DE DISEÑO

Cemento : 387,1 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agua : 240,0 Lts/m<sup>3</sup>  
 Agregado Fino : 798,2 Kg/m<sup>3</sup>

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
 DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

*Jaime Ramírez Pinedo*  
**JAIME RAMÍREZ PINEDO**  
 TEC. de Laboratorio del Control de Calidad  
 de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
 DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

*Ing. Mario Chávez López*  
**ING. Mario Chávez López**  
 Sub Director de Laboratorio y Suelos



PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITANTE : BRAY TORRES ZARATE

Agregado Grueso 584,6 Kg/m<sup>3</sup>

**3.3 CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

Peso Humedo del A. Fino	:	798,20	x	1,0567	=	843,46 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino	:	5,67	-	1,01	=	4,66 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	798,20	x	0,0466	=	37,2 Lts.
Peso Humedo del A. Grueso	:	584,60	x	1,0217	=	597,29 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Grueso	:	2,17	-	0,90	=	1,27 %
Aporte de Humedad A. Grueso	:	584,60	x	0,0127	=	7,42 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	240,00				
		37,2				
		7,42				
		195,38				Lts

**3.4 VALORES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	:	387,10 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	195,38 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	843,46 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	597,29 Kg/m <sup>3</sup>

**3.5 PROPORCION EN PESO (KG)**

Cemento	:	387,10	/	387,10	=	1,00
Agregado Fino	:	843,46	/	387,10	=	2,18
Agregado Grueso	:	597,29	/	387,10	=	1,54
Agua	:	0,50	x	42,50	=	21,25 Lts/m <sup>3</sup>

**DOSIFICACIÓN EN PESO**

C	AF	AG	Agua	
1	2,18	1,54	21,25	Lts/m <sup>3</sup>

**3.6 PROPORCION EN VOLUMEN (PIE3)**

Peso Unitario Suelto Humedo A. Fino	:	1537,61 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto Humedo A. Grueso	:	1711,59 Kg/m <sup>3</sup>

**DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

C	AF	AG	Agua	
1	2,11	1,34	21,25	Lts/m <sup>3</sup>

**3.7 DOSIFICACION POR BOLSA DE CEMENTO**

Cemento	=	42,50 Kg/Bolsa
Arena	=	92,65 Kg/Bolsa
Piedra	=	65,45 Kg/Bolsa
Agua Efectiva	=	21,25 Lt./bolsa

- ESPECIFICACIONES** : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el .
- OBSERVACIONES** : El material empleado en la mezcla es arena con partículas finas y canto rodado, se recomienda verificar el contenido de humedad de la arena antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla bajo temperatura de 30 °C.
- RECOMENDACIONES** : El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.

## Anexo 5

### Slump de concreto de Cemento Portland



#### LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS

#### Slump of Portland Cement Concrete



NORMAS: A.S.T.M. C143-78 - N.T.P 339.035-1999

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** : 175 kg/cm2

**GRUPO DE PROBETAS** : experimental

**F' C= 175 kgs/ cm2**

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	slump pulg.	slump-prom pulg.
1	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	3,50	3,50
2	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		
3	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		
4	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	3,50	
5	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		
6	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		

OBSERVACIONES:

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realizó

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
JAIME RAMIREZ PINEDO  
TEC. de Laboratorio del Control de Calidad  
de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
Ing. Mario Chavez Lopez  
Sdo Director de Laboratorio y Suelos



**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS**

**Slump of Portland Cement Concrete**



**NORMAS:** A.S.T.M. C143-78 - N.T.P 339.035-1999

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** : 175 kg/cm2

**GRUPO DE PROBETAS** : experimental

**F' C= 175 kgs/ cm2**

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	slump pulg.	slump-prom pulg.
1	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	3,00	3,13
2	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		
3	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		
4	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	3,25	
5	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		
6	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		

**OBSERVACIONES:**

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realizó

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

*Jaime Ramirez Pinedo*

**JAIME RAMIREZ PINEDO**  
TEC. de Laboratorio del Control de Calidad  
de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

*Mario Chávez López*

**Ing. Mario Chávez López**  
Sub Director de Laboratorio y Suelos





**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS**

**Slump of Portland Cement Concrete**



**NORMAS:** A.S.T.M. C143-78 - N.T.P 339.035-1999

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** : 175 kg/cm2

**GRUPO DE PROBETAS** : experimental

**F' C= 175 kgs/ cm2**

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	slump pulg.	slump-prom pulg.
1	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	2,75	2,75
2	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		
3	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		
4	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	2,75	
5	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		
6	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE		

**OBSERVACIONES:**

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realizó

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

*Jaime Ramirez Pinedo*

**JAIMÉ RAMÍREZ PINEDO**  
TEC de Laboratorio del Control de Calidad  
de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

*Mario Chávez López*

**Ing. Mario Chávez López**  
Sub Director de Laboratorio y Suelos



**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS**

**Slump of Portland Cement Concrete**



**NORMAS:** A.S.T.M. C143-78 - N.T.P 339.035-1999

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** : 175 kg/cm2

**GRUPO DE PROBETAS** **PATRON**

**F' C= 175 kgs/ cm2**

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	slump pulg.	slump-prom pulg.
1	0% MATERIAL RECICLADO	3,00	3,13
2	0% MATERIAL RECICLADO		
3	0% MATERIAL RECICLADO		
4	0% MATERIAL RECICLADO	3,25	
5	0% MATERIAL RECICLADO		
6	0% MATERIAL RECICLADO		

**OBSERVACIONES:**

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realizó

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

*[Signature]*

**JAIME RAMIREZ PINEDO**  
TEC. de Laboratorio del Control de Calidad  
de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

*[Signature]*

**Ing. Mario Chávez López**  
S.C.G. Director de Laboratorio y Suelos

## Anexo 5

### Ensayo de resistencia a la compresión en especímenes de concreto



BICENTENARIO  
PERÚ 2021



#### LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

#### ESPECÍMENES DE CONCRETO

NORMAS: A.S.T.M. C39 - N.T.P 339.034

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** : 175 kg/cm<sup>2</sup>

**GRUPO DE PROBETAS** : PATRON

**F' C= 175 kgs/ cm<sup>2</sup>** (informacion proporcionada por el solicitante)

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	FECHA DE VACEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MAX (KN)	CARGA MAX (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESIST.obstenido (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
1	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	286.50	29,205	183.85	158.85	156.4
2	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	285.60	29,113	183.85	158.35	
3	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	283.45	28,894	183.85	157.16	
4	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	286.15	29,169	183.85	158.65	
5	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	263.40	26,850	183.85	146.04	
6	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	287.30	29,286	183.85	159.29	

#### OBSERVACIONES:

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realiza.
- Muestras cilindricas 150mm (6") x 300mm (12"), proveídas por el solicitante

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
JAIME RAMIREZ PINEDO  
TEC de Laboratorio del Control de Calidad  
de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
Ing. Mario Chávez López  
S.C. Director de Laboratorio y Suelos



**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**ESPECÍMENES DE CONCRETO**

**NORMAS: A.S.T.M. C39 - N.T.P. 339.034**

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** : 175 kg/cm<sup>2</sup>

**GRUPO DE PROBETAS** : PATRON

**F' C= 175 kgs/ cm<sup>2</sup>** (información proporcionada por el solicitante)

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	FECHA DE VACEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MAX (KN)	CARGA MAX (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESIST.obstenido (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
1	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	304.30	31,019	183.85	168.72	170.3
2	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	310.20	31,621	183.85	171.99	
3	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	305.60	31,152	183.85	169.44	
4	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	308.55	31,453	183.85	171.07	
5	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	307.35	31,330	183.85	170.41	
6	0% MATERIAL RECICLADO	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	306.40	31,233	183.85	169.88	

**OBSERVACIONES:**

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realizo.
- Muestras cilindricas 150mm (6") x 300mm (12"), proveídas por el solicitante



**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**ESPECÍMENES DE CONCRETO**

**NORMAS: A.S.T.M. C39 - N.T.P. 339.034**

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** 175 kg/cm<sup>2</sup>

**GRUPO DE PROBETAS** EXPERIMENTAL

**F' C= 175 kgs/ cm<sup>2</sup>** (informacion proporcionada por el solicitante)

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	FECHA DE VACEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MAX (KN)	CARGA MAX (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESIST.obstenido (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
1	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	295.40	30,112	183.85	163.78	165.1
2	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	297.20	30,296	183.85	164.78	
3	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	295.55	30,127	183.85	163.87	
4	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	298.10	30,387	183.85	165.28	
5	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	301.40	30,724	183.85	167.11	
6	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	15/11/2021	14.00	15.3	299.15	30,494	183.85	165.86	

**OBSERVACIONES:**

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realizo.
- Muestras cilindricas 150mm (6") x 300mm (12"), proveídas por el solicitante



**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**ESPECÍMENES DE CONCRETO**

**NORMAS: A.S.T.M. C39 - N.T.P. 339.034**

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** 175 kg/cm<sup>2</sup>

**GRUPO DE PROBETAS** EXPERIMENTAL

**F' C= 175 kgs/ cm<sup>2</sup>** (informacion proporcionada por el solicitante)

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	FECHA DE VACEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MAX (KN)	CARGA MAX (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESIST.obstenido (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
1	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	326.50	33,282	183.85	181.03	180.5
2	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	325.75	33,206	183.85	180.61	
3	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	325.80	33,211	183.85	180.64	
4	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	326.65	33,298	183.85	181.11	
5	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	324.70	33,099	183.85	180.03	
6	30% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	01/11/2021	29/11/2021	28.00	15.3	323.90	33,017	183.85	179.58	

**OBSERVACIONES:**

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realizo.
- Muestras cilindricas 150mm (6") x 300mm (12"), proveídas por el solicitante



**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**ESPECÍMENES DE CONCRETO**

**NORMAS: A.S.T.M. C39 - N.T.P. 339.034**

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** 175 kg/cm<sup>2</sup>

**GRUPO DE PROBETAS** EXPERIMENTAL

**F' C= 175 kgs/ cm<sup>2</sup>** (informacion proporcionada por el solicitante)

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	FECHA DE VACEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MAX (KN)	CARGA MAX (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESIST.obstenido (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
1	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	315.90	32,202	183.85	175.15	175.8
2	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	317.55	32,370	183.85	176.06	
3	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	316.60	32,273	183.85	175.54	
4	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	318.50	32,467	183.85	176.59	
5	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	316.45	32,258	183.85	175.45	
6	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	317.85	32,401	183.85	176.23	

**OBSERVACIONES:**

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realizo.
- Muestras cilindricas 150mm (6") x 300mm (12"), proveídas por el solicitante



**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**ESPECÍMENES DE CONCRETO**

**NORMAS: A.S.T.M. C39 - N.T.P. 339.034**

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** 175 kg/cm<sup>2</sup>

**GRUPO DE PROBETAS** EXPERIMENTAL

**F' C= 175 kgs/ cm<sup>2</sup>** (informacion proporcionada por el solicitante)

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	FECHA DE VACEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MAX (KN)	CARGA MAX (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESIST.obstenido (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
1	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	363.60	37,064	183.85	201.60	202.7
2	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	368.50	37,564	183.85	204.31	
3	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	361.30	36,830	183.85	200.32	
4	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	367.35	37,446	183.85	203.67	
5	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	365.90	37,299	183.85	202.87	
6	50% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	366.40	37,350	183.85	203.15	

**OBSERVACIONES:**

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realizo.
- Muestras cilindricas 150mm (6") x 300mm (12"), proveídas por el solicitante

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
**JAIME RAMIREZ PINEDO**  
TEC. de Laboratorio del Control de Calidad de Materiales y Pavimentos

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES  
  
**Ing. Mario Chávez López**  
Scto Director de Laboratorio y Suelos





**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**ESPECÍMENES DE CONCRETO**

**NORMAS: A.S.T.M. C39 - N.T.P. 339.034**

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** 175 kg/cm<sup>2</sup>

**GRUPO DE PROBETAS** EXPERIMENTAL

**F' C= 175 kgs/ cm<sup>2</sup>** (informacion proporcionada por el solicitante)

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	FECHA DE VACEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MAX (KN)	CARGA MAX (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESIST.obstenido (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
1	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	285.60	29,113	183.85	158.35	157.8
2	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	284.35	28,986	183.85	157.66	
3	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	285.75	29,128	183.85	158.43	
4	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	281.30	28,675	183.85	155.96	
5	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	288.80	29,439	183.85	160.12	
6	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	16/11/2021	14.00	15.3	281.50	28,695	183.85	156.08	

**OBSERVACIONES:**

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realizo.
- Muestras cilindricas 150mm (6") x 300mm (12"), proveídas por el solicitante



**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**ESPECÍMENES DE CONCRETO**

**NORMAS: A.S.T.M. C39 - N.T.P. 339.034**

**TESIS** : EFECTO DE LA ADICION DE CONCRETO RECICLADO CON ACELERANTE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

**UBICACION** : IQUITOS

**SOLICITANTE** : BRAY TORRES ZARATE

**FECHA DE ENSAYO** : NOVIEMBRE DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** 175 kg/cm<sup>2</sup>

**GRUPO DE PROBETAS** EXPERIMENTAL

**F' C= 175 kgs/ cm<sup>2</sup>** (informacion proporcionada por el solicitante)

Nº DE MUESTRA	ESTRUCTURA IDENTIFICACION	FECHA DE VACEO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MAX (KN)	CARGA MAX (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESIST.obstenido (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO
1	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	300.50	30,632	183.85	166.61	168.7
2	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	302.30	30,815	183.85	167.61	
3	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	308.60	31,458	183.85	171.10	
4	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	304.85	31,075	183.85	169.02	
5	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	302.40	30,826	183.85	167.66	
6	100% MATERIAL RECICLADO 10% ACELERANTE	02/11/2021	30/11/2021	28.00	15.3	306.95	31,290	183.85	170.19	

**OBSERVACIONES:**

- Se certifica que los resultados del presente documento no debe transcribirse previa autorizacion escrita del laboratorio que lo realizo.
- Muestras cilindricas 150mm (6") x 300mm (12"), proveídas por el solicitante

**Anexo 6**  
**Panel fotográfico**



Recolección Residuos de Construcción y Demolición (RCD)



Recolección de agregados



Localización del laboratorio



Materiales en laboratorio



Muestreo de agregados



Pesado del agregado grueso para luego realizar los ensayos de granulometría.



Trituración de material reciclado



Tamizado del agregado grueso para ensayar la granulometría.



Selección de agregado grueso y agregado fino para ubicarlos al horno a una temperatura de 110°C



Lavado de los agregados tanto el fino como el grueso.



Preparación de la mezcla patrón para determinar la consistencia o fluidez (Slump)



Determinación del SLUMP del diseño de mezcla patrón





Preparación del concreto en los moldes cilíndricos.



Empezando a elaborar las probetas, en los moldes cilíndricos.



Rotura de probetas



Toma de datos de la rotura de probetas



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CARLOS ALBERTO CABANILLAS AGREDA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Efecto de la adición de concreto reciclado con acelerante en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ ", cuyo autor es TORRES ZARATE BRAY JERSON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 02 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CARLOS ALBERTO CABANILLAS AGREDA <b>DNI:</b> 80247224 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4269-949X	Firmado electrónicamente por: CCABANILLASA el 20-12-2022 13:46:10

Código documento Trilce: TRI - 0469294