



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ESTUDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM², CON LA ADICIÓN DE POLVO DE MADERA RECICLADO Y ADITIVO REDUCTOR DE AGUA, CAJAMARCA 2021.”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autora

Tatiana Alvarez Paredes

Asesor:

Ing. Henry Josué Villanueva Bazán
<https://orcid.org/0000-0001-8814-6079>

Cajamarca - Perú

2022

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Kely Elizabeth Núñez Vásquez	42679441
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Erlyn Giordany Salazar Huamán	71106769
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Anita Elizabet Alva Sarmiento	26697612
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A mi padre Helmer Juber Álvarez Carrión por creer en mi capacidad, a pesar de los momentos difíciles que pasamos; pero mi fe en nuestro señor Jesucristo hizo que logre mantenerme firme y poder culminar mis estudios.

A mi hija, Luana Emilia Herrera Álvarez por ser mi fuente de motivación para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTO

A Dios, mis logros se lo debo a él, este es el resultado de su ayuda. Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en esta etapa de mi vida y que esta meta está cumplida. Gracias por estar presente en todo momento de mi vida.

A mi Alma Mater, la Universidad Privada del Norte Cajamarca, por haber estado presente en este proceso de aprendizaje a lo largo de mi formación profesional.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Formulación del problema	20
1.3. Objetivos	20
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	29
CAPÍTULO III: RESULTADOS	39
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	48
REFERENCIAS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Requisitos granulométricos del agregado fino</i>	22
Tabla 2 <i>Requisitos granulométricos para agregado grueso</i>	23
Tabla 3 <i>Agua de diseño aproximado y contenido de aire requerido para diferentes asentamientos</i>	34
Tabla 4 <i>Resistencia Requerida</i>	34
Tabla 5 <i>Relación agua /cemento</i>	35
Tabla 6 <i>Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto</i>	36
Tabla 7 <i>Propiedades Físicas del agregado grueso</i>	39
Tabla 8 <i>Propiedades del agregado fino.</i>	39
Tabla 9 <i>Diseño efectivo</i>	40
Tabla 10 <i>Dosificación</i>	40
Tabla 11 <i>Resultados de resistencia a la compresión y asentamiento (patrón)</i>	41
Tabla 12 <i>Resultados de resistencia a la compresión y asentamiento (5% PMR)</i>	42
Tabla 13 <i>Resultados de resistencia a la compresión y asentamiento (10% PMR)</i>	43
Tabla 14 <i>Resultados de resistencia a la compresión y asentamiento (15% PMR)</i>	44
Tabla 15 <i>Resultados de pesos de muestras promedio</i>	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Efecto de relación agua-cemento</i>	24
Figura 2 <i>Símbolo de la madera reciclada</i>	25
Figura 3 <i>Variables independientes y variable dependiente de la investigación</i>	29
Figura 4 <i>Muestra de la distribución de probetas cilíndricas a los 7,14,28 días de curado con 5%,10%,15% con adición PMR y aditivo reductor de agua.</i>	30
Figura 5 <i>Procedimientos del desarrollo de la presente investigación.</i>	32
Figura 6 <i>Ubicación de cantera</i>	32

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfica 1 Resistencia a la compresión de concreto con de polvo de Madera Reciclado y aditivo reductor de agua</i>	<i>41</i>
<i>Gráfica 2 Resistencia a la compresión de concreto con 5% de polvo de Madera Reciclado y aditivo reductor de agua</i>	<i>42</i>
<i>Gráfica 3 Resistencia a la compresión de concreto con 10% de polvo de Madera Reciclado y aditivo reductor de agua.....</i>	<i>43</i>
<i>Gráfica 4 Resistencia a la compresión de concreto con 15% de polvo de Madera Reciclado y aditivo reductor de agua.....</i>	<i>44</i>
<i>Gráfica 5 Comparativa de Resistencia a la Compresión (Fuente. Elaboración propia).....</i>	<i>45</i>
<i>Gráfica 6 Pesos de las muestras.....</i>	<i>47</i>
<i>Gráfica 7 Resistencia a la compresión en porcentaje en relación al C° patrón.....</i>	<i>52</i>

RESUMEN

La tesis “Estudio de Resistencia a la Compresión del Concreto F’c= 210 kg/cm², con la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua, Cajamarca 2021” se desarrolló en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte – Cajamarca. Esta investigación es experimental, el objetivo general es determinar si el concreto con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua eleva su resistencia a la compresión. Los materiales son: cemento Pacasmayo tipo I, agregados gruesos y finos provenientes del río Chonta. El polvo de madera reciclado se obtuvo de la pulverización de diversas maderas. En la investigación se utilizó concreto con la adición porcentual de 5%, 10%, 15% de polvo de madera reciclado y 200 ml de aditivo reductor de agua en cada dosificación, que posteriormente se colocó en probetas, las mismas que fueron sumergidas en agua, para realizar pruebas de resistencia a la compresión a las edades de 7, 14, 28 días para ser comparadas con la muestra patrón. Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo reductor de agua sin adición de polvo de madera a edad de 28 días, fue 213Kg/cm², la resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua de 5%, 10% y 15% fueron 117.67 kg/cm², 78 kg/cm², 21.67 kg/cm², respectivamente, concluyendo que, cuanto más porcentaje de polvo de madera reciclado disponga, la mezcla disminuirá la resistencia a la compresión del concreto. Finalmente, se obtuvo resistencias a la compresión del concreto menores a 140 kg/cm² y 175 kg/cm² con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua, se concluye que no se puede utilizar en elementos estructurales.

PALABRAS CLAVES: concreto, resistencia a la compresión, polvo de madera reciclado, aditivo reductor de agua.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Existe una necesidad a nivel mundial, en los últimos años las diferentes industrias se han visto en la necesidad de mejorar continuamente en sus procesos productivos utilizando los recursos disponibles al máximo como los materiales reciclables como el polvo de madera para la construcción. En la actualidad los proyectos de construcción son ejecutados con materiales que demandan elevados y costosas sumas de dinero, es por ello que este trabajo de investigación va a utilizar el concreto, polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua para que ayude a mejorar sus propiedades en cuanto resistencia a la compresión, calidad, reducción de tiempo y funcionamiento respectivamente, favoreciendo el medio ambiente, y los usos para las diferentes estructuras en obras de ingeniería civil.

En Latinoamérica se ha observado que el concreto es el material más usado en la construcción en el Perú, pues este compuesto se utiliza básicamente en la mayoría de obras de infraestructura como edificios, pavimentos, puentes, presas, entre otros. Lo que deja en evidencia que es una producción a gran escala, la cual tiene una enorme influencia en el sector de la construcción y por ende en la economía nacional, menciona que la producción nacional solamente de concreto premezclado, asciende a 5 millones de metros cúbicos (m^3) por año, siendo el 85% cubierto por empresas reconocidas. Además, menciona, que los segmentos que más demandan de este material de construcción son Corporativo (65%), Minero (20%) y Autoconstrucción (15%) según (Correa Saldaña, 2019).

Según (INEC, 2010), en la ciudad de Guayaquil actualmente existen 1560 establecimientos, dedicados a la Industria Maderera y en sus procesos de producción generan

desechos de madera que ha sido procesada, generando la contaminación ambiental, esto debido a que no se generan metodologías para reutilizar los desperdicios tales como el aserrín y poder elaborar nuevos productos.

Meo, S.A, (2004). Nos dice que el polvo de madera es un material que se genera en los procesos de transformación de madera y está compuesto de una gran cantidad de sustancias que cambian de acuerdo con el tipo de especie de árbol y la geografía. Entre estas sustancias se pueden encontrar ácidos, ceras, terpenos, gliceroles, taninos, ligninas, alcaloides y materiales inorgánicos, por citar algunos.

(Dávalos, 1998). menciona que al utilizar madera para fabricar dichas estructuras puede representar un problema ecológico debido al crecimiento continuo del sector de la construcción, 3.6% en los primeros seis meses del 2015 según el reporte enero-junio 2015 del Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción (CEESCO2015), se debe tomar en cuenta que la madera es un material poco conveniente para este tipo de aplicación por sus propiedades mecánicas, defectos naturales propios de la madera y vida útil limitada. La madera al ser un producto natural presenta las características de un material complejo y variable. Sus propiedades mecánicas pueden cambiar según la especie vegetal, las zonas geográficas, la temperatura y la humedad.

(Ordoñez , 1998) advierte que en el proceso de secado de la madera se producen una serie de defectos como rajaduras, torceduras y grietas, lo que ocasiona que la calidad pueda disminuir.

(Poggi, 2014) Las industrias primarias de la madera (aserradora, fábrica de tableros de partículas y plantas de fabricación de pasta de papel) y la segunda (ebanistería y carpintería), generan residuos como residuos de aserrado, costeros, restos de canteado y el escuadrado, serrín,

virutas y astillas; estos residuos son quemados o en algunos casos transforman en otro combustible. Las compañías que se dedican su labor con madera como carpinterías y empresas de madera no saben qué hacer con sus residuos (aserrín), muchos terminan quemando esta materia prima y emitiendo CO_2 sin darle utilidad ninguna. La eliminación de desechos de aserrín es debido a su volumen y su lenta degradación y en algunas veces se recurre al uso de químico para terminar en la incineración. Erazo y Hernán (2007) indica que esto es acumulativo, contamina los suelos, amenaza su uso futuro. También genera problemas respiratorios en la humanidad al incrementar la emisión de gases y partículas suspendidas en el medio entorno (Vinces y Poggi, 2014).

(Ponceca Anca, 2022) Esta investigación tiene como objetivo principal, Evaluar la influencia de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en las propiedades del pavimento rígido $f'c: 280 \text{ kg/cm}^2$, Andahuaylas, 2022. La metodología es de tipo aplicada, el diseño cuasi experimental. Los resultados según los objetivos específicos al adicionar la ceniza de madera (CM) en 8%, 12% y 16% respecto al peso del cemento y polvo de vidrio (PV) en 15%, 25% y 35% sustituyendo respecto al peso del agregado fino, fueron: el primer objetivo fue determinar la consistencia, el cual va disminuyendo a mayor adición de CM, disminuye hasta en 40%, en el PV manifiesta un crecimiento del asentamiento con respecto al patrón, incrementando hasta un 12.5%. Segundo objetivo específico fue determinar la resistencia a compresión, con el 8% de ceniza desarrolla mayor resistencia, la sustitución con el PV tuvo un comportamiento superior a la muestra patrón, con 25% se obtiene una mayor resistencia. Tercer objetivo fue determinar la resistencia a flexión, con el 8% de CM acrecentó la resistencia a flexión y el resto no alcanzó al patrón, el PV mejoro su resistencia respecto al patrón y empieza decrecer con el 35%.

Uno de los elementos más usados en el sector de la construcción está el “concreto” el cual es una mezcla de cemento, agregados (fino y grueso) y agua. Este destaca en proyectos de infraestructura por su versatilidad, características, desempeño, usos y aplicaciones. En la actualidad, es el material de construcción más utilizado a nivel mundial, con una producción cercana a los 13,000 millones de metros cúbicos (m^3) por año según (Ceballos Arana, 2016).

Según la (ASOCEM, 2019) uno de los componentes principales para elaborar la mezcla de concreto es el cemento, del cual se tiene indicadores de su producción en todo el mundo, en el año 2016 el consumo mundial del cemento alcanzó los 4,129 Millones de Toneladas con un avance de 1.8% respecto al año 2015. De acuerdo al Ranking por la International Cement Reviewer, para el año 2018, China (2,850.56 Mt), India (301.57 Mt) y USA (100.51 Mt) mantienen su liderazgo en el consumo de cemento, mientras que Turquía (71.76 Mt) e Indonesia (67.85 Mt) reemplazaron a Brasil (54.05 Mt) y Rusia (53.43 Mt) en el cuarto y quinto puesto respectivamente. Estos datos dejan ver la gran producción de concreto, teniendo en cuenta que el cemento representa un porcentaje bajo respecto de los agregados en la elaboración de la mezcla de concreto.

(Galarza, 2011) explica que la gran competitividad que existe en la actualidad en el rubro de la construcción civil, se puede ver reflejado por el gran número de proyectos de construcción que hay actualmente. Este número incontrolado de proyectos de construcción tienen un principal “defecto” que salta a la luz y es increíblemente costoso, los desperdicios o pérdidas que se generan en la etapa de construcción de dichos proyectos.

(León, Deivy, Rázuri y Alexis, 2020) en su estudio de tesis tuvo como objetivo determinar la influencia del vidrio reciclado finamente molido (VRFM) en porcentajes distintos en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con cemento Pacasmayo Anti salitre.

Para ello se realizó el análisis granulométrico al VRFM y los ensayos en laboratorio a los

agregados en base a las normas ASTM C33 y ASTM C136, posteriormente se elaboró el diseño de mezcla por el método Comité 211 del ACI. Asimismo, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión para la edad de 14 y 28 días de curado donde se tuvo un grupo control y 3 grupos experimentales con 10%, 15% y 20% de VRFM en reemplazo del agregado fino. Los resultados indicaron que todo el grupo experimental superó al grupo patrón y que el grupo con mayor resistencia fue el grupo con un 15% de VRFM, con resistencia de 274.13 kg/cm^2 a los 14 días y con 294.80 kg/cm^2 a los 28 días, superando al grupo control en un 56.4% y 19.1% respectivamente. Se concluye que el VRFM aumenta la resistencia del concreto, obteniendo el mayor valor con 15% de reemplazo.

(Torres, 2019) en su tesis “Influencia de los aditivos plastificantes Chema-Plast y plastiment he-98 en las propiedades del concreto para la obtención de concreto de alta resistencia, trujillo-2018”, Se plantea que es necesario para solucionar la problemática de las construcciones de la ciudad de Trujillo. Cuyo objetivo de esta es obtener un concreto de alta resistencia $f'c 380 \text{ kg/cm}^2$, a través del conocimiento de las propiedades del concreto. Donde se ha obtenido resultados que utilizando aditivo Plastiment HE-98 ayuda un 500% a la resistencia al concreto patrón de 380 kg/cm^2 . Y que el aditivo Chema Plast ayudo un 60 por ciento en la trabajabilidad del concreto. Concluyendo de esta manera que las utilizations de estos dos aditivos ayudan a la resistencia a la compresión. La Recomendaciones con el aditivo Chema Plast se utiliza al 1% al 2.5% para aumentar en 20% el A/C. La relevancia es que utilizando un aditivo plastiment he-98 es mejor para aumenta la resistencia que el Chema-Plast, pero el Chema Plast con un adecuado porcentaje de adición mejora la trabajabilidad del concreto y ayuda a la resistencia.

(Zapata, 2019) en su tesis “Resistencia de un mortero con cemento sustituido en 15% por polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz”. Se basa en conocer la implicancia de la

sustitución del 15% del cemento en un 6% concha de abanico y 9% cenizas de cáscara de arroz, en la resistencia a la compresión de un mortero ya que son puzolanas artificiales al cemento portland Ordinario, estudio que fue realizado en la ciudad de Chimbote, utilizando agregado fino de la cantera Besique y cemento portland tipo I. El método de investigación fue llevado a cabo experimentalmente, ya que se tuvo que visitar el mercado minorista "La caleta" ubicado en la ciudad de Chimbote y comprar el crustáceo y a su vez visitar la ciudad de Santa para hacer la compra de la cáscara de arroz para proceder a sustituirlo al cemento portland tipo I. Mediante la calcinación a cielo abierto en un Pionner (equipo de calcinación artesanal) de la cáscara de arroz en un tiempo de 2 horas, luego fue molido en un mortero de madera, se obtuvo una ceniza que consiste esencialmente en sílice amorfa, y se obtuvo un (87.811%) de SiO₂, por lo que fue un material puzolánico. La concha de abanico fue secada en un horno por 24 horas a una temperatura de 110° y calcinada a una temperatura de (890° C) durante un tiempo de 2 horas y luego fue molido en un mortero de madera, se pudo obtener un (87.53%) de CaO. La sustitución de 15% de cemento por concha de abanico y ceniza de cascará de arroz fue analizada en resultados a comparación del patrón de 3, 7 y 28 días. Las muestras experimentales de sustitución con 6% de polvo de concha de abanico y 9% de ceniza de cáscara de arroz, en la muestra experimental E1 a los 28 días con una relación a/c 0.525, arrojó una resistencia promedio de 322.00 kg/cm², en la muestra experimental E2 a los 28 días con una relación a/c 0.505, arrojó una resistencia promedio de 252.33 kg/cm² y en la muestra experimental E3 a los 28 días con una relación a/c 0.485, arrojó una resistencia promedio de 218.00 kg/cm², estas muestras no llegaron superar al patrón P-3 a los 28 días con una relación a/c 0.485 que nos arrojó una resistencia promedio de 433.67 kg/cm², en sus resultados de resistencia a la compresión de un mortero convencional.

(Sanchez , 2020) en su tesis:” Resistencia a compresión del mortero cemento – arena incorporando puzolana volcánica”. Se determinó la resistencia a compresión de un mortero cemento arena, al reemplazar de manera parcial el cemento por puzolana volcánica en tres porcentajes de 10%, 15% y 20%. Para lo cual se ha seleccionado la cantera Roca Fuerte, de la cual se ha obtenido el agregado grueso y se han analizado sus propiedades físicas determinándose que su granulometría cumple con lo estipulado en la norma ASTM C33 y su módulo de finura es de 2.85, su peso específico es de 2.53 g/cm^3 y su absorción y humedad son de 2.51% y 5.11% respectivamente; datos necesarios para realizar el diseño del mortero. Consecuentemente se realizaron las probetas de mortero y se ensayaron los especímenes a compresión a las edades de 7, 14 y 28 días de curado, registrándose que las resistencias promedio de los especímenes ensayados a los 7 días fueron de 108.73 kg/cm^2 para la probeta patrón, 105.59 kg/cm^2 adicionando 10% de puzolana, 102.67 kg/cm^2 adicionando 15% de puzolana y 111.64 kg/cm^2 adicionando 20% de puzolana; a los 14 días fueron de 139.96 kg/cm^2 , 145.73 kg/cm^2 , 137.77 kg/cm^2 , 134.38 kg/cm^2 respectivamente y a los 28 días fueron de 165.31 kg/cm^2 , 179.55 kg/cm^2 , 171.63 kg/cm^2 , 157.8 kg/cm^2 para los porcentajes ya mencionados, llegando a determinar que a mayor reemplazo de puzolana volcánica como reemplazo del cemento disminuye la resistencia a compresión, sin embargo también se identificó que las máxima resistencia obtenida es con el reemplazo de 10 % de puzolana volcánica con respecto del peso del cemento, logrando incluso superar la resistencia a compresión axial de la probeta patrón, comprobando así la hipótesis planteada.

(Ñuñuvero, 2019) en su tesis “Dosificación para la Elaboración de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ Usando Residuos de Demoliciones de Concreto Estructural como Agregado Grueso”. Esta investigación es de tipo experimental, el cual se produjo dos diseños de mezcla tanto con agregado grueso de piedra natural y agregado grueso de desechos de concreto la cual se obtuvieron una

dosificación diferente, pero se obtuvo una resistencia óptima, según los ensayos correspondientes a la compresión del concreto endurecido con un curado de 28 días, obteniéndose un valor promedio $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ de resistencia a la compresión, logrando el objetivo de crear un concreto de $f'c =210 \text{ kg/cm}^2$. La metodología fue producir cuatro lotes de bloques de concreto de 50 unidades cada uno, cada lote estuvo elaborado con una proporción de agregado de 0%, 25%, 50% y 75% de escombros de losa de pavimento rígido, sustituyendo al agregado natural en base al volumen. Esta producción se desarrolló sin aditivos y fueron sometidos a ensayos de absorción, alabeo, compresión y variación dimensional. Finalmente, se desarrolló un análisis técnico para determinar que lote de producción tiene las propiedades físico - mecánico concordante con la norma E-070 Albañilería. Pudiéndose concluir que los lotes cumplen con los parámetros del Bloque tipo NP.

(López, Hieald , 2020) en su trabajo de investigación tiene como objetivo general calcular la influencia de la adición del aditivo plastificante e impermeabilizante en las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido. El diseño es no experimental transversal, de tipo aplicado, de nivel correlación-causal y enfoque cuantitativo. La técnica se basa en la recolección documental de datos de dos tesis que adiciona el 2% y 3% al concreto patrón de aditivo sikacem impermeable y otra que adiciona el aditivo chemaplast impermeabilizante en 200ml, 300ml y 400ml al concreto patrón en los ensayos de asentamiento, peso unitario y resistencia a compresión. Como resultado se obtuvo que el aditivo sikacem impermeable aumento en 44.76% y 49.05% con la dosificación de 2% y 3% de adición de aditivo con respecto al concreto patrón respectivamente y el aditivo chemaplast impermeabilizante aumento en 3.02%, 6.58% y 17.19 % con la dosificación 200ml, 300ml y 400ml de adición del aditivo al concreto patrón respectivamente; los dos en la resistencia a compresión aumentando así las propiedades mecánicas del concreto convencional para pavimento rígido. Se concluye que el aditivo sikacem impermeable y

chemaplast impermeabilizante influyen positivamente en el asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión en la edad de 28 días.

(Alarcón Chávez, 2018) en su tesis: “Determinación del contenido óptimo de fibra de cabuya para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”, estudio experimental, incorporó fibra de cabuya tratada con ácido esteárico, de 2.5 cm y 8.0 cm de longitud en concentraciones de 0.25%w, 0.50%w, 0.75%w y 1.00%w a la mezcla de concreto con el objetivo de mejorar la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm². De las probetas analizadas, entre los mejores resultados se tiene una resistencia a la compresión de 192.48 kg/cm² a los 28 días de curado con adición de fibra de cabuya de 2.5 cm de longitud para concreto con fibra al 0.25%w; si bien es cierto, la resistencia más alta no superó al diseño patrón, sin embargo, fue la que más aproximación alcanzó aun cuando disminuyó en un 8.3%.

(Pérez Nieves, 2018) en su investigación :“Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo”, determinó que al incorporar el 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo en reemplazo del cemento para elaborar un concreto 210 kg/cm², la resistencia a la compresión alcanza un valor de 246.55 kg/cm² a los 28 días de curado, superando en un 10.92% los valores de las probetas de un concreto patrón con un valor de 223.26 kg/cm²; por su parte, las probetas ensayadas a los 14 días de curado lograron superar en un 9.76% a las probetas del concreto patrón; mientras que las probetas con adición ensayadas a los 7 días de curado presentan una disminución de 1.72% en su resistencia a la compresión respecto de las probetas con concreto patrón.

(Devia Guevara & Valencia Pabón, 2019), en su investigación: “Evaluación de la resistencia del concreto con reemplazo del agregado fino por ceniza de cascarilla de arroz”,

analizaron el comportamiento mecánico de un concreto estándar y un concreto modificado con la sustitución del agregado fino por un porcentaje del 20% de ceniza de cascarilla de arroz, obteniéndose que no es viable la fabricación de concreto con dicha sustitución, pues el concreto modificado presentó disminuciones mayores al 70% respecto al concreto estándar. Indican además que puede continuarse con la investigación, pero con porcentajes menores al 20% de reemplazo. De manera general, se menciona que las propiedades del concreto modificado no fueron satisfactorias debido a que se presenció baja calidad en cuanto a su dureza, cohesión, resistencia y durabilidad.

Hay diferentes casos de estudios resaltando que no existe ninguno con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua en combinación con el concreto y aditivos reductores de agua siendo la primera investigación. El polvo de madera se ha convertido en uno de los principales desperdicios a nivel industrial en su producción de pequeños, medianos y grandes fabricantes siendo desfavorable para el ecosistema, ya que este deshecho no se aprovecha adecuadamente, existiendo poco interés e iniciativa por aquellos sectores donde se genera el polvo de madera reciclado para estudiar la resistencia a la compresión y ver si eleva o disminuye en diferentes porcentajes, considerando que estos antecedentes nos van ayudar como una referencia para esta investigación, la metodología, discusión y análisis de resultados como las conclusiones a las que se lleguen.

La presente investigación nace con la iniciativa de reutilizar el material reciclado de polvo de madera (PMR) con adición de 5%, 10% y 15% y aditivo reductor de agua (200ml chemaplast), estos materiales pueden llegar a aumentar la resistencia a la compresión del concreto, así como dar solución porcentualmente a los problemas del medio ambiente y que cumpla con los requerimientos y parámetros de las normas establecidas en la construcción.

1.2. Formulación del problema

La presencia de polvo de madera reciclado en el ambiente y dentro del área de las empresas madereras de la ciudad de Cajamarca, las diferentes enfermedades por la exposición a este tipo de polución, a su vez el deshecho de esta materia se hace de manera no apropiada ya se deshecha en botaderos de basura siendo un problema con alto grado de importancia ya que perjudica la salud de los colaboradores, empresas y sociedad. los efectos de la contaminación del aire sobre la salud son graves. En definitiva, es necesario realizar este estudio para de la manera mas eficiente y eficaz reutilizar el polvo de madera reciclado combinándolo con aditivo reductor de agua, favoreciendo a la contaminación ambiental. Con el planteamiento de las variables en estudio la formulación del problema se basa en la siguiente pregunta:

¿Cómo influye la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua en la resistencia a la compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Cajamarca 2021?

1.3. Objetivos

Dando lugar como Objetivo General:

- Determinar Cómo influye la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Cajamarca 2021.

Así mismo, surgieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar cómo influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ la adición de polvo de madera reciclado en diferentes porcentajes (5%,10%,15%) y aditivo reductor de agua.
- Determinar el asentamiento y peso en la mezcla patrón y con varios porcentajes de polvo de madera y aditivo reductor de agua.

El polvo de madera reciclado es una de las mejores alternativas para usarlas en el concreto por sus propiedades permeables, contenido de humedad, saturación adicionándole el aditivo reductor de agua que hace que no afecte la trabajabilidad y el asentamiento. Esta investigación servirá para tomar decisiones en cuanto a mejoramiento en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Es así que la pregunta de investigación nos llevó a plantear la siguiente Hipótesis:

La resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, aumenta con la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua, Cajamarca 2021.

Teniendo como hipótesis específicas:

- El uso de la adición de polvo de madera reciclado en diferentes porcentajes (5%,10%,15%) y aditivo reductor de agua influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Cajamarca 2021.
- El asentamiento y peso en la mezcla patrón y con varios porcentajes de polvo de madera y aditivo reductor de agua están dentro de los parámetros de la NTP.

Además, la información recopilada acerca del concreto 210 kg/cm^2 mezclado con polvo de madera reciclada (PMR) y aditivo reductor de agua nos darán las características mecánicas si cumplen con lo que establecen la Norma Técnica Nacional e internacionales para proponerla, donde se optimizaría tiempo y recursos en las obras, así también se aseguraría su calidad y su duración.

Concreto

El concreto es la mezcla de arena, piedra chancada y cemento que tiene una reacción química cuando entra en contacto con el agua formando una pasta que con el tiempo forma una masa sólida.

(Harmsen, 2002)

Tabla 1

Requisitos granulométricos del agregado fino

Tamiz Estándar	% en peso del material que pasa por el tamiz
3/8"	100
#4	95 a 100
#8	80 a 100
#16	50 a 85
#30	25 a 60
#50	10 a 30
#100	2 a 10

Nota: En el proceso de diseño se requiere los porcentajes que pasan.
Fuente: diseño de estructuras de C° A-Teodoro Harmsen.

Tabla2

Requisitos granulométricos para agregado grueso

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS ASTM C-33 PARA AGREGADO GRUESO														
TAMAÑO N°	TAMAÑO NOMINAL EN PULGADAS (apertura cuadrada)	PORCENTAJES PASANTES EN PESO PARA CADA MALLA ESTÁNDAR												
		4" (100mm)	3 1/2" (90mm)	3" (75mm)	2 1/2" (63mm)	2" (50mm)	1 1/2" (25mm)	1" (25mm)	3/4" (19mm)	1/2" (12.5mm)	3/8" (9.5mm)	N°4 (4.75mm)	N°8 (2.36mm)	N°16 (1.18mm)
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90-100	.....	25-60	.....	0-15	.....	0-5	.....	.....	.....	.....	.....
2	2 1/2" a 1 1/2"	.....	.....	100	90-100	35-70	0-15	.....	0-5	.....	.....	.....	.....	.....
3	2" a 1"	.....	.....	.....	100	90-100	35-70	0-15	.....	0-5	.....	.....	.....	.....
357	2" a N°4	.....	.....	.....	100	95-100	.....	35-70	.....	10-30	.....	0-5	.....	.....
4	1 1/2" a 3/4"	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0-5	.....	0-5	.....	.....	.....
467	1 1/2" a N°4	.....	.....	.....	.....	100	95-100	.....	35-70	.....	Oct-30	0-5	.....	.....
5	1" a 1/2"	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0-10	0-5	.....	.....	.....
56	1" a 3/8"	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	.....	.....
57	1" a N°4	.....	.....	.....	.....	.....	100	95-100	.....	25-60	.....	0-10	0-5	.....
6	3/4" a 3/8"	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0-15	0-5	.....	.....
67	3/4" a N°4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	.....	20-55	0-10	0-5	.....
7	1/2" a N°4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	40-70	0-15	0-5	.....
8	3/8" a N°4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	85-100	0-30	0-10	0-5

Fuente: (Pinedo Pérez, 2018)

Propiedades del Concreto

Concreto endurecido.

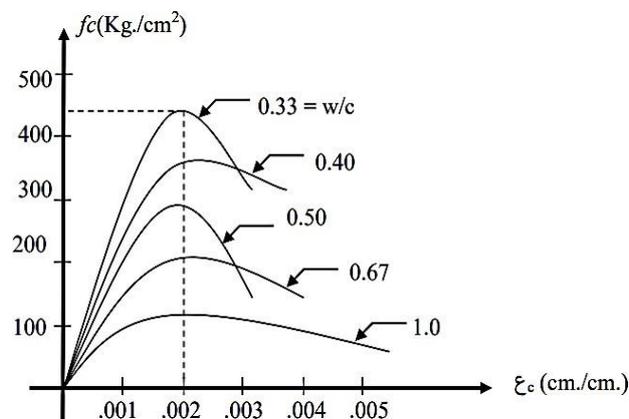
Resistencia

La resistencia tiene que ver con la relación de agua/cemento siendo el factor que más influye y la razón entre el peso del agua y el peso del cemento utilizados en la mezcla. Si w/c disminuye, la porosidad decrece consiguiéndose un concreto denso, de buena calidad y alta resistencia. Esta relación no debe ser menor que 0.25 pues está es la cantidad mínima de agua necesaria para la completa hidratación del cemento. Mientras mayor es la relación w/c , menor es la resistencia del concreto. En la figura se puede apreciar el efecto de la relación agua-cemento.

(Rivva López, 2014, pág. 38)

Figura 1

Efecto de relación agua-cemento



Nota: el gráfico representa la relación a/c tomado de (Pinedo Pérez, 2018)

Polvo de madera reciclado (PMR)

Es aquel que se genera de la pulverización de diferentes maderas sometidas a procesos de trituración en grandes cantidades (Nederman, 2020)

Figura2

Símbolo de la madera reciclada



Nota: el gráfico representa el símbolo de la madera tomado de (Nederman, 2020).

Reciclaje del polvo de madera

El reciclaje del polvo de madera es un procedimiento limpio y no requiere tratamiento ni adición de químicos (Recytrans, 2013).

Aditivo reductor de agua (Chema Plast)

Es un aditivo plastificante de color marrón, permitiendo una reducción hasta el 10% de agua elevando la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto, cumple con los requerimientos de la norma ASTM C-494 tipo A (CHEMA S.A., 2017).

Datos Técnicos

- Apariencia: Líquido.
- Color: Marrón oscuro.
- Densidad: 1.2 g/ml \pm 0.06
- pH: 9.00 - 12.50
- VOC: 0 g/L.

Preparación y aplicación del producto

Agregar de 145 ml a 360 ml de CHEMA PLAST por bolsa de cemento al agua de amasado de acuerdo al efecto deseado, sin combinarlo con otros aditivos. Dosificar por separado cuando se usen otros aditivos en la misma mezcla. Se sugiere realizar pruebas previas con los materiales, tipo de cemento y condiciones de obra. (CHEMA S.A., 2017).

Para morteros impermeables usar diseño 1:3 (1 de cemento+ 3 de arena fina) utilizando la mayor dosis de aditivo. Es indispensable realizar el curado del concreto con agua o alguno de nuestros curadores como Membranil Económico Reforzado antes y después del fraguado. (CHEMA S.A., 2017).

Rendimiento

La dosis sugerida es de 145 ml a 360 ml de CHEMAPLAST por bolsa de cemento. La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales, tipo de cemento y en las condiciones de obra (CHEMA S.A., 2017).

Pruebas de laboratorio a realizar:

- Análisis Granulométrico.
- Peso unitario de agregado fino y grueso.
- Peso específico y absorción de agregado fino y grueso.
- Asentamiento.
- Resistencia a la compresión.

Definición de términos Básicos

Análisis Granulométrico.

Es la medición y graduación de los agregados correspondientes a cada uno de los tamaños en una escala granulométrica (NTP 400.012 , 2001).

Agregado grueso

Es el agregado que se retiene en el tamiz N°4. Está constituido por rocas graníticas, dioríticas, y sieníticas. Puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava (NTP400.037, 2014).

Agregado fino

Es aquella que proviene de la desintegración natural o artificial y que pasa el Tamiz n°4, es decir un Tamiz con cuatro aberturas por pulgada cuadrada. El más usual es la arena, producto de la desintegración de rocas. (NTP400.037, 2014).

Asentamiento

Mide la consistencia del concreto, no todos los factores de la trabajabilidad, es usado como una prueba de control dado que ofrece una indicación de la uniformidad de la mezcla. (NTP339.035, 1999).

Cemento.

Se usa para unir diversos materiales de construcción, permitiendo hacer obras resistentes y durables. Se presenta como un material pulverizado que al agregarle agua forma una pasta plástica, capaz de endurecer tanto al aire como bajo agua. (NTP 334.009, 2005).

Concreto

Mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos, que inicialmente es plástica y moldeable, y luego presenta una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes. (NTP339.033, 2015)

Concreto-polvo de madera reciclado (PMR).

Concreto con porcentajes variables de polvo de madera reciclado.

Concreto-Chema Plast.

Concreto con aditivo plastificante reductor de agua -Chema Plast.

Curado de concreto.

Consiste en controlar las condiciones ambientales (temperatura y humedad) durante el fraguado y/o endurecimiento del concreto o mortero. (NTP339.033, 2015).

Fraguado

Proceso de una mezcla de concreto o mortero y agua como elementos constituyentes de un hormigón, que da lugar a un proceso exotérmico de endurecimiento progresivo de la pasta, para alcanzar progresivamente la resistencia de diseño. (NTP339.033, 2015).

Polvo de Madera

El polvo de madera se crea cuando se usan máquinas o herramientas para cortar o moldear madera.

Reciclaje.

Consiste en obtener una nueva materia prima o producto, mediante un proceso fisicoquímico o mecánico, a partir de productos y materiales ya en desuso o utilizado. beneficiando al medio ambiente al generar menos residuos. (AMBIENTUM, 2019).

Resistencia.

Se determina por la resistencia final de una probeta en compresión, el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad según (NTP 339.034, 2008).

Trabajabilidad.

Es la mezcla de los materiales con la cual puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad. (Rivva López, 2014).

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo experimental con un enfoque cuantitativo, se va a realizar el estudio con la manipulación de las variables; es decir se obtendrá información de la actividad en el laboratorio, para obtener respuestas con el uso de fórmulas y procesadores de datos, para formular luego los cuadros y gráficos de resultados, consistirá en evaluar la resistencia a la compresión (Y) de polvo de madera reciclado para la elaboración del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (X1) y aditivo reductor de agua (X2) para cuantificar la resistencia a compresión del concreto en esta variable.

Y: Resistencia a la compresión.

X1: polvo de madera reciclado para la elaboración del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

R: Correlación.

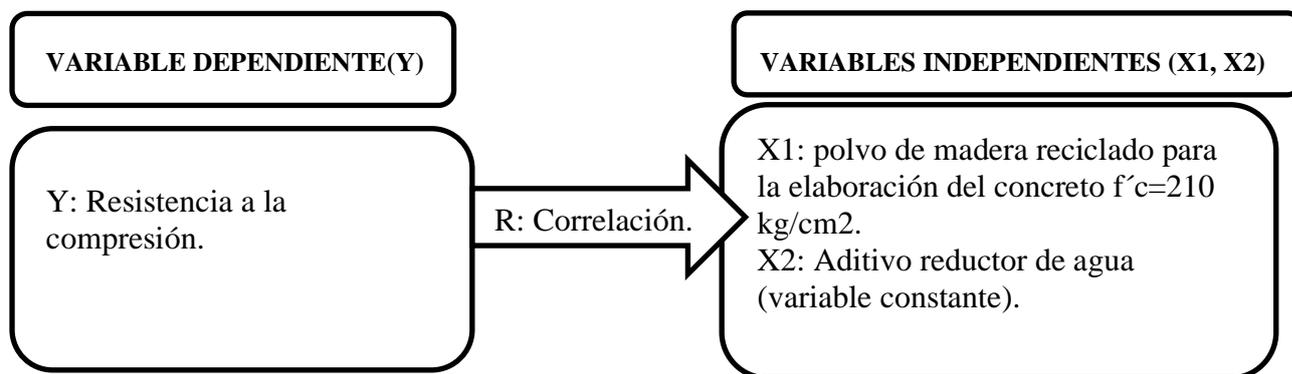
X2: Aditivo reductor de agua (variable constante).

Según la función:

$$Y = F(X1; X2)$$

Figura 3

Variables independientes y variable dependiente de la investigación



Nota: La figura muestra las variables independientes respecto de la variable dependiente.

La población de estudio es un concreto con una resistencia de 210 kg/cm² utilizado en obras de infraestructura civil en la ciudad de Cajamarca. Esta investigación se rige a la normativa vigente de concreto E.060 y las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y la normativa de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales por sus siglas en inglés (ASTM) para ensayos de laboratorio de agregados y concreto en estado fresco y en estado endurecido.

El diseño de acorde a la normativa de concreto establece la rotura de las mismas en las edades de 7, 14 y 28. La cantidad de muestras a ensayar es de 36 probetas, de las cuales 9 serán la muestra patrón y aditivo reductor de agua (200ml de chemaplast), 9 serán elaboradas con el 5% de adición de polvo de madera reciclada y aditivo reductor de agua (200ml chemaplast), 9 serán elaboradas con el 10% de adición de polvo de madera reciclada y aditivo reductor de agua (200ml chemaplast) y 9 serán elaboradas con el 15% de adición de polvo de madera reciclada y aditivo reductor de agua (200ml chemaplast).

Figura 4

Muestra de la distribución de probetas cilíndricas a los 7,14,28 días de curado con 5%,10%,15% con adición de PMR y aditivo reductor de agua.

Cemento	F’c=210 kg/cm ²	N°probetas			Total 36
		7 días	14 días	28 días	
Pacasmayo (Tipo I) Mezcla Patrón y Chemaplast (200ml)	210 kg/cm ²	3	3	3	9
Pacasmayo (Tipo I) 5% PMR- Chemaplast (200ml)	210 kg/cm ²	3	3	3	9
Pacasmayo (Tipo I) 10% PMR-Chemaplast (200ml)	210 kg/cm ²	3	3	3	9
Pacasmayo (Tipo I) 15% PMR-Chemaplast (200ml)	210 kg/cm ²	3	3	3	9

Se utilizó los siguientes materiales para la recolección y análisis de datos:

- Cemento Pacasmayo Tipo I, Polvo de madera reciclado (PMR), aditivo reductor de agua (200 ml Chema Plast), agregados y agua potable.
- Balanzas Eléctricas, Cono de Abrams, Cucharón de aluminio, Envases de aluminio, horno eléctrico, máquina automática de compresión, Máquina mezcladora de concreto, mazo de plástico, picnómetro 500 gr, Probetas de 15cmx30cm,
- Regla, tamices ASTM (1”, ¾”, ½”, 3/8”, #4, #8, #16, #30, #50, #100) y varilla de compactación.

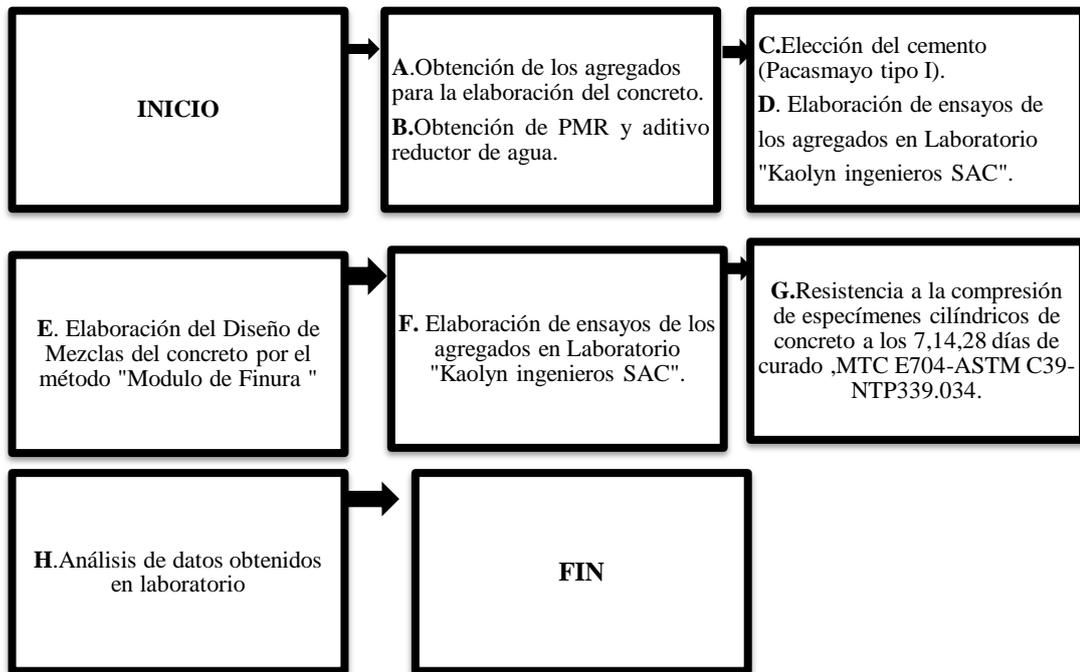
La técnica para la recolección de datos de esta investigación es la observación directa de cada uno de los ensayos de los agregados y de las resistencias a compresión de los especímenes cilíndricos patrón y los adicionados de polvo de madera reciclada (PMR) en porcentajes de 5%, 10% y 15% y aditivo reductor de agua (200ml).

Para la recolección de datos están los protocolos establecidos en laboratorio de concreto “Kaolyn Ingenieros S.A.C.”- Cajamarca.

Con los protocolos se procedió a realizar el trabajo de gabinete bajo la ayuda de un ordenador, con el objetivo de poder procesar los datos obtenidos y someterlos a un análisis que permita establecer comparaciones entre las variables en estudio, dando respuesta al planteamiento del problema y así mismo comprobar la hipótesis planteada. Para el análisis de datos se utilizó el programa computacional “Excel”, en el cual se elaboraron hojas de cálculo para procesar los datos de laboratorio de suelos conjuntamente y de esta manera poder obtener los resultados de la presente investigación.

Figura 5

Procedimientos del desarrollo de la presente investigación.

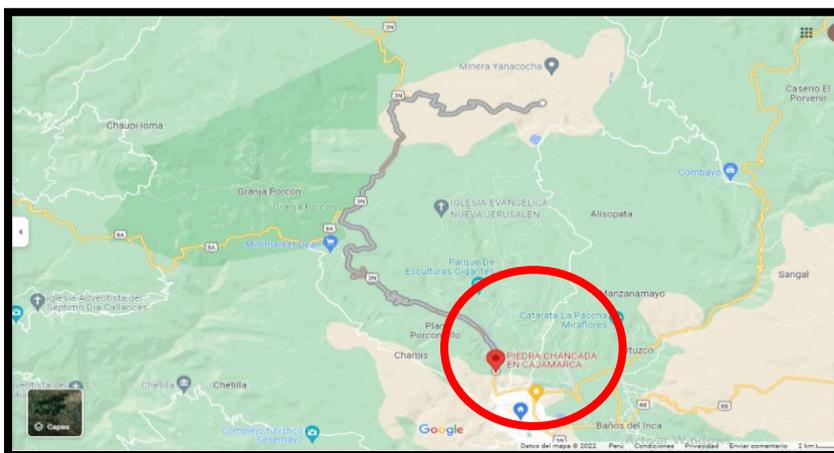


Los procedimientos de la presente investigación se detallan a continuación:

Características físicas de agregados

Los agregados utilizados para esta investigación se obtuvieron de la cantera” Bazán”, ubicada en Av.Hno. Miguel Carducci N°696.Barrio: Samanacruz-Cajamarca.

Figura 6 *Ubicación de cantera*



Agregado grueso

- **Granulometría (NTP 400.012:2013)**
- **Tamaño máximo (NTP 339.047:2006)**
- **Tamaño máximo nominal (NTP 339.047:2006)**
- **Tamaño máximo (NTP 339.047:2006)**
- **Tamaño máximo nominal (NTP 339.047:2006)**
- **Contenido de humedad del agregado grueso (NTP 339.185:2013)**
- **Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021:2002)**
- **Peso unitario suelto del agregado grueso (NTP 400.017:2011)**
- **Peso unitario compactado del agregado grueso (NTP 400.017:2011)**

Agregado fino

- **Granulometría (NTP 400.012:2013)**
- **Módulo de finura (NTP 400.011:2013)**
- **Contenido de humedad del agregado fino (NTP 339.185:2013)**
- **Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.021:2002)**
- **Peso unitario suelto del agregado fino (NTP 400.017:2011)**
- **Peso unitario compactado del agregado fino (NTP 400.017:2011)**

Polvo de madera reciclado (PMR)

Cantidad a Utilizar

Se utilizó la adición del 5%,10% y 15% para el diseño de la mezcla de concreto.

Diseño de mezcla de concreto

La determinación de las cantidades de materiales para preparar una mezcla de concreto se obtiene siguiendo las recomendaciones de la norma ACI 211.1.

Selección del Asentamiento

Es aquella propiedad del concreto no endurecido que define el grado de humedad de la mezcla.

De acuerdo a su consistencia, las mezclas de concreto se clasifican en:

- Para la presente tesis se consideró un asentamiento de 3” a 4”.

Cálculo del volumen de agua y contenido de aire

Con los datos de Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso y Asentamiento vamos a la

Tabla 3 y obtenemos el valor de volumen unitario de agua.

Tabla 3

Agua de diseño aproximado y contenido de aire requerido para diferentes asentamientos

Agua en 1/m ³ para los TMN de agregado grueso y consistencias indicadas							
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
Concreto sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Cantidad aproximada de aire atrapado en porcentaje							
	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3
Concreto con aire incorporado							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Nota: Fuente diseño de concreto ACI 211.1-91

Cálculo de la resistencia requerida (f'_{cr})

El cálculo se hace mediante la **Tabla 4**

Tabla 4

Resistencia Requerida

RESISTENCIA ESPECIFICADA $f'c$ (kg/cm ²)	RESISTENCIA REQUERIDA f'_{cr} (kg/cm ²)
$f'c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'c + 70$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = f'c + 85$
$f'c > 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'_{cr} = 1.10 * f'c + 50$

Nota: (Villegas, 2014)

Si el f'_{cr} no se encuentra en la tabla es necesario interpolar los valores para hallar la relación.

Relación agua/cemento

La relación agua/cemento se obtiene de la **Tabla 5** por recomendaciones del ACI.

Tabla 5

Relación agua /cemento

Relación agua/cemento de diseño en peso		
f'_{cr} (28 días)	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

Nota: (Villegas, 2014)

Si el f'_{cr} no se encuentra en la tabla es necesario interpolar los valores para hallar la relación.

Cálculo de la cantidad de cemento

Cálculo del peso de agregado grueso en función del factor (b/b)

Se determinó la proporción de agregado grueso mediante la tabla 6: elaborada por el comité 211 del ACI.

Tabla 6

Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (b/b)				
TMN DEL AGREGADO GRUESO	MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	Pulgadas	2.40	2.60	2.80
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65

Fuente: (Villegas, 2014)

Se tuvo que interpolar los valores del módulo de finura para hallar el factor (b/b).

- **Cálculo de los volúmenes absolutos**
- **Cálculo proporción Agregado Fino (A.F)**
- **Corrección por Humedad de Agregados**
- **Aporte de agua libre de los agregados**
- **Cálculo de proporciones en Peso**

Con los valores corregidos de todos los materiales se puede encontrar la dosificación, mediante la división de los pesos de los materiales entre el peso del cemento.

Mezcla de concreto con polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua

Para realizar la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua a la mezcla de concreto, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia a la compresión del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, aumenta con la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua, Cajamarca 2021.

- El aditivo reductor de agua se aplicó de acuerdo a su rendimiento especificado en su ficha técnica siendo 200ml de chemaplast.
- La proporción del agregado fino y agregado grueso, serán las mismas determinadas anteriormente en el diseño de mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.
- La cantidad de agua, será las mismas determinadas.

Posteriormente, se adiciona directamente en la preparación de la mezcla de concretos instantes después de colocar el agregado grueso y agregado fino según los porcentajes del polvo de madera reciclado dadas, al 5%, 10%, 15% en relación al peso del agregado fino para los diseños de mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Elaboración y curado de probetas en laboratorio

Se contempla los procedimientos necesarios para preparar y curar probetas de concreto compactadas mediante varillado. Estos procedimientos son un resumen de la norma ASTM C31.

Equipo utilizado

- Moldes: Deben ser de acero, hierro forjado, PVC u otro material no absorbente y que no reaccione con el cemento. Antes de usarse los moldes deben ser cubiertos ligeramente con aceite mineral o un agente separador de encofrado no reactivo.
- Varilla: Debe ser de fierro liso de diámetro 5/8”, de 60cm de largo y con una de sus extremos boleados.
- Mazo: Debe usarse un mazo de goma que pese entre 0.60 y 0.80 kg.
- Recipiente de muestreo: El recipiente debe ser una batea de lámina gruesa de metal, carretilla o un tablero plano, no absorbente, limpio.
- Equipo adicional: Badilejo, plancha de metal, cucharón.

Mezclado de materiales

Para este proceso se usó la mezcladora eléctrica del Laboratorio de Concreto de la “Kaolyn Ingenieros S.A.C.”- Cajamarca. Se hizo un diseño de proporción de 9 probetas por uso del trompo de mezclado, siguiendo la dosificación dada en los anteriores puntos, y se siguió este proceso:

- Antes que empiece la rotación de la mezcladora se introdujo algo de agua, para que sus paredes de la máquina no absorban la humedad de los materiales y perjudique los ensayos.
- Se pone en funcionamiento la mezcladora, al cabo de unas vueltas se introdujo la mitad de la proporción de agregado grueso, paso siguiente la mitad de proporción de cemento, se introdujo la mitad proporción de agregado fino, mitad de proporción de agua (3litros de agua mezclado con 200ml de Chemaplast).
- Se deja rotar la mezcladora unos 30 segundos, para la uniforme aglomeración de los materiales utilizados en la mezcla.
- Se repite el proceso de mezclado con la totalidad de los materiales, y se dejó 5 min de rotación de la mezcladora, se apaga durante unos 40 segundos y se pone funcionamiento durante 3 min para la agitación final.
- Luego se vació en el recipiente de muestreo para realizar la prueba de asentamiento.
- Se llevo a cabo el ensayo de asentamiento, muestreo y resistencia a compresión

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Tabla7

Propiedades Físicas del agregado grueso

AGREGADO GRUESO	
Tamaño Máximo Nominal	1/2”
Peso Específico	3.40 gr/cm ³
Peso Unitario Suelto	1720kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1830 kg/m ³
Contenido de Humedad	2.45%
Absorción	4.9%

En la **Tabla 7** se presentan las características físicas del agregado grueso de la cantera “Bazán” proveniente del río chonta, determinados en el laboratorio. Los cálculos están en el **Anexo 1**.

En las siguientes tablas se presentan las características físicas del agregado fino de la cantera “Bazán” proveniente del río chonta, determinados en el laboratorio “Kaolyn Ingenieros S.A.C.”- Cajamarca. Los cálculos están en el **Anexo 1**.

Tabla8

Propiedades del agregado fino.

AGREGADO FINO	
Peso Específico	2.81gr/cc
Peso Unitario Suelto	1380 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1700 kg/m ³
Módulo de Finura	2.99
Contenido de Humedad	6.8%
Absorción	2.31%

Resultado del diseño de mezcla

Proporciones de materiales por m³

Tabla 9

Diseño efectivo

PROPORCIÓN DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO	
Cemento	449 kg
Agregado grueso	970 kg
Agregado fino	827kg
Agua	229 lt.
Aire atrapado	2.5%

Nota: en la tabla 9 se detalla los resultados de la proporción de materiales por m³ de concreto.

Proporciones de materiales por m³

Tabla 10

Dosificación

Diseño De Mezclas (Material Corregido Por Humedad Por M3)	
Cemento	449 kg
Agregado grueso	884 kg
Agregado fino	994 kg
Agua	216 lt

Nota: Se muestran los resultados de diseño de mezclas (material corregido por humedad - m³).

El resultado del Diseño de mezcla de acuerdo al Método de Diseño del Comité 211 del ACI se muestra en la **Tabla 10**. Los cálculos están en el **Anexo 2**.

Resultados de ensayos a los testigos de concreto.

Tabla 11

Resultados de resistencia a la compresión y asentamiento (patrón)

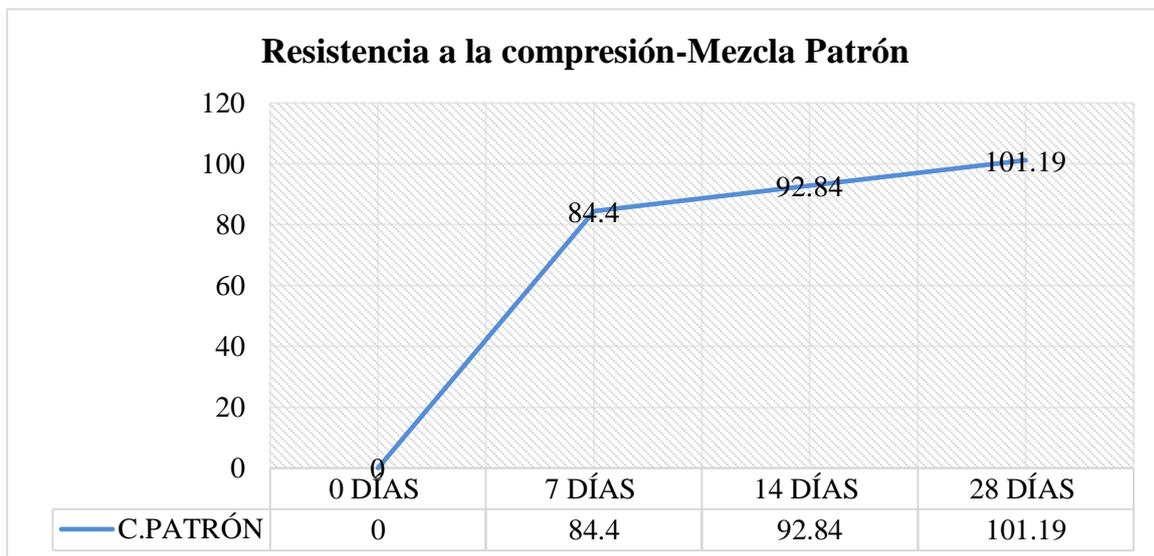
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (PATRÓN)			
EDAD (DÍAS)	f’cp (kg/cm ²)	% de Resistencia	Asentamiento slump (pulg)
7	177.33	84.40%	
14	195	92.84%	3”
28	212.33	101.19%	

Nota: Resultados de testigos de concreto sin adición de PMR.

En el **Tabla 11** se presenta el resumen del ensayo de resistencia a la compresión de concreto f’c=210kg/cm² sin adición de PMR. Los cálculos están en el **Anexo 3**.

Gráfica 1

Resistencia a la compresión de concreto con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua.



Resultados de testigos de concreto con adición de 5% Polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua.

Tabla 12

Resultados de resistencia a la compresión y asentamiento (5% PMR)

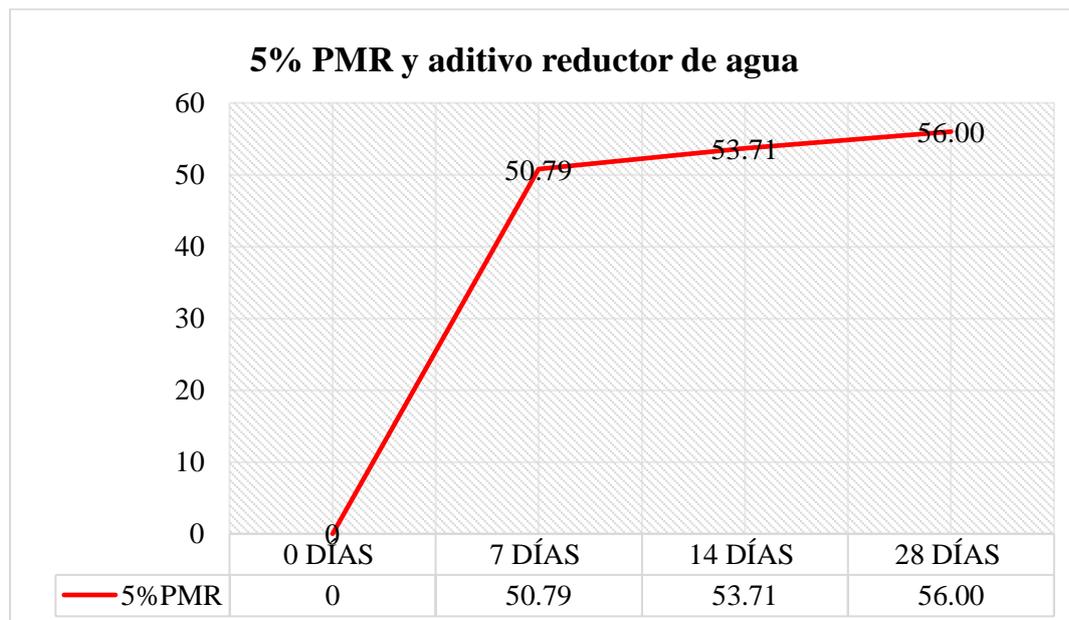
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO CON ADICIÓN 5% DE PMR Y ADITIVO REDUCTOR DE AGUA			
EDAD (DÍAS)	f'_{cp} (kg/cm ²)	% de Resistencia	Asentamiento slump (pulg)
7	106.67	50.79 %	3"
14	112.67	53.71 %	
28	117.67	56.00 %	

En la **Tabla 12** se presenta el resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 5% de Polvo de madera reciclado. Los cálculos están en el

Anexo 3.

Gráfica2

Resistencia a la compresión de concreto con 5% de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua.



Resultados de testigos de concreto con adición de 10% PMR y aditivo reductor de agua.

Tabla 13

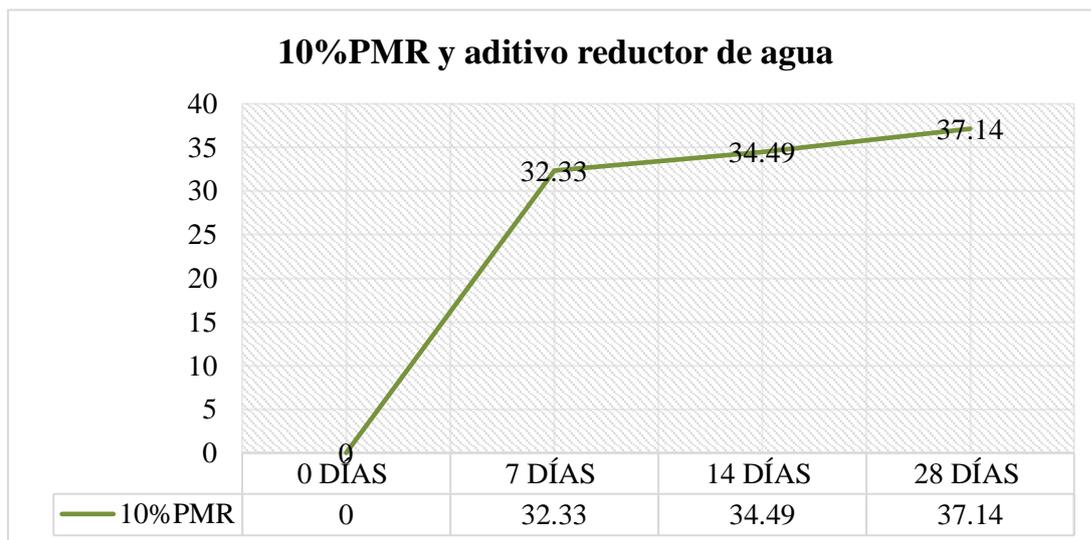
Resultados de resistencia a la compresión y asentamiento (10% PMR)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO CON ADICIÓN 10% DE PMR Y ADITIVO REDUCTOR DE AGUA			
EDAD (DÍAS)	f'_{cp} (kg/cm ²)	% de Resistencia	Asentamiento slump (pulg)
7	67.67	32.33 %	3 ½"
14	72.67	34.49 %	
28	78	37.14 %	

En la **Tabla 13** se presenta el resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 10% de PMR. Los cálculos están en el **Anexo 3**.

Gráfica3

Resistencia a la compresión de concreto con 10% de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua.



Resultados de testigos de concreto con adición de 15% PMR y aditivo reductor de agua.

Tabla 14

Resultados de resistencia a la compresión y asentamiento (15% PMR)

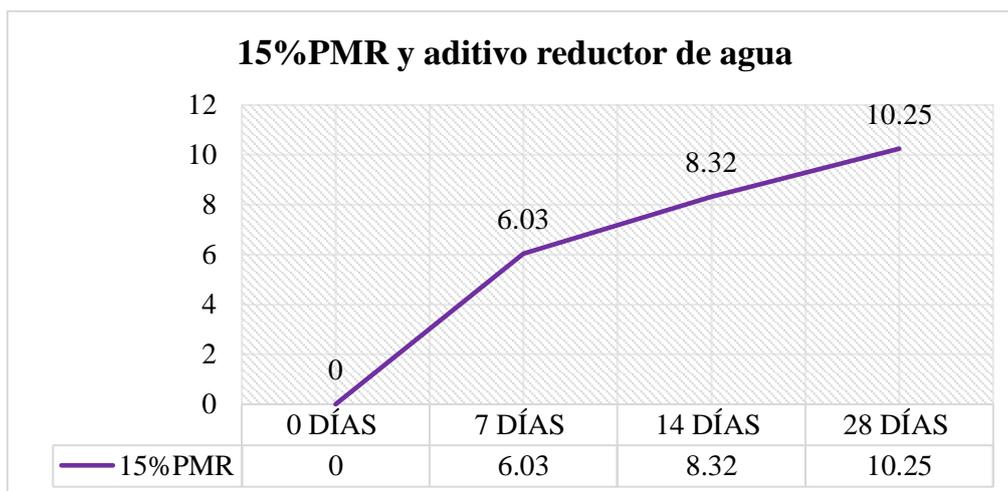
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO CON ADICIÓN 15% DE PMR Y ADITIVO REDUCTOR DE AGUA

EDAD (DÍAS)	f'_{cp} (kg/cm ²)	% de Resistencia	Asentamiento slump (pulg)
7	13	6.03 %	
14	17.67	8.32 %	4”
28	21.67	10.25 %	

En la **Tabla 14** tenemos el resumen del ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 15% de PMR. Los cálculos de los ensayos están en el **Anexo 3.**

Gráfica4

Resistencia a la compresión de concreto con 15% de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua.



Comparación de Resistencia a la compresión de testigos sin y con adición de (PMR) y aditivo reductor de agua.

La **gráfica 5** tenemos la comparación de los resultados del ensayo Resistencia a la compresión de concreto patrón y concreto con adición de PMR en 5%, 10%, 15% y aditivo reductor de agua.

Gráfica 5

Comparativa de Resistencia a la Compresión (Fuente. Elaboración propia)

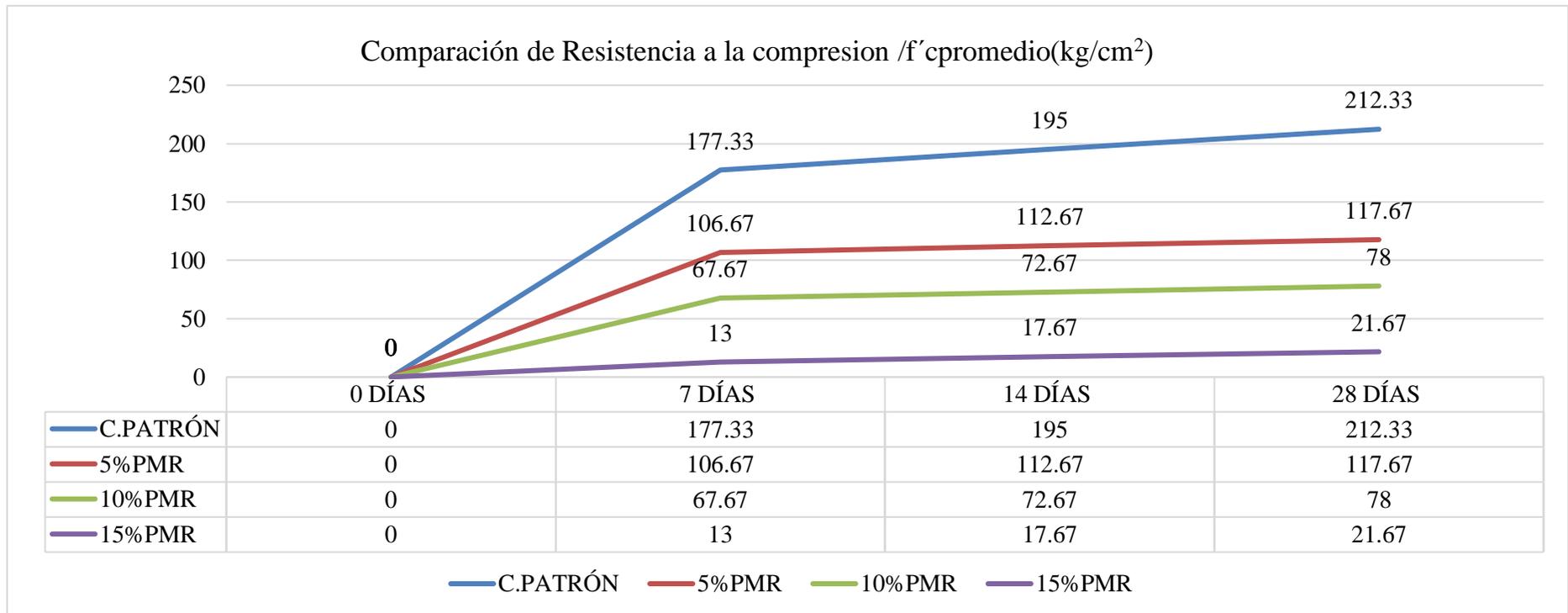


Tabla 15

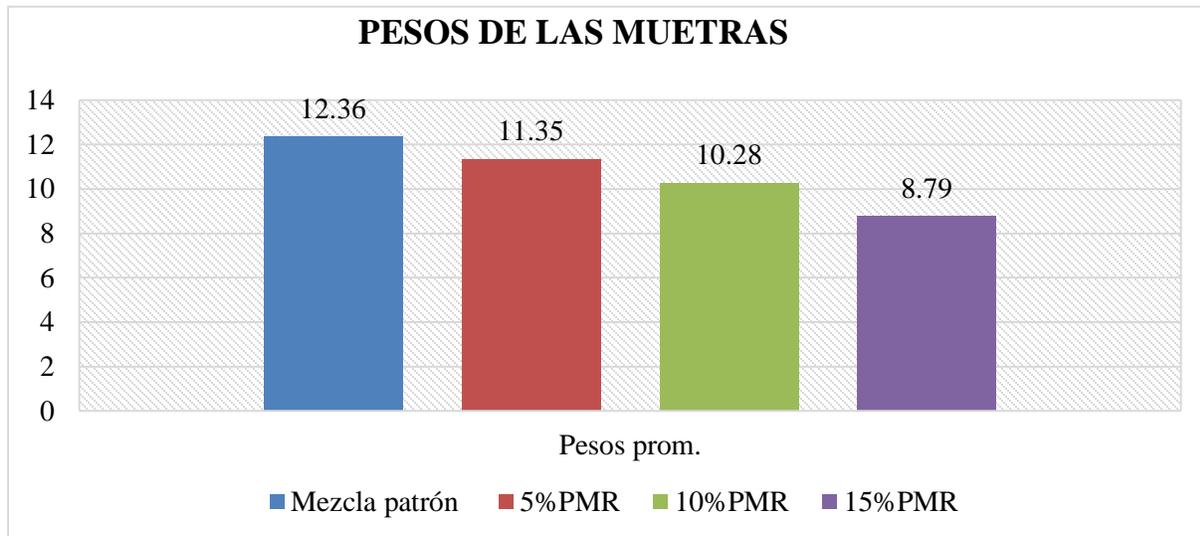
Resultados de pesos de muestras promedio con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua.

N°	MEZCLA PATRÓN (CHEMAPLAST)	5% (PMR Y CHEMAPLAST)	10% (PMR Y CHEMAPLAST)	15% (PMR Y CHEMAPLAST)
1	12.388 kg	11.379 kg	10.408kg	8.704 kg
2	12.424 kg	11.415kg	10.204 kg	8.786 kg
3	12.335 kg	11.326kg	10.315 kg	8.530 kg
4	12.320 kg	11.311 kg	10.184 kg	8.896 kg
5	12.409 kg	11.400 kg	10.306 kg	9.036 kg
6	12.316 kg	11.307 kg	10.277 kg	8.924 kg
7	12.478 kg	11.469 kg	10.280 kg	8.630 kg
8	12.276 kg	11.267 kg	10.241 kg	8.875 kg
9	12.317 kg	11.308 kg	10.268 kg	8.734 kg
IO	PROMED 12.36 kg	11.35 kg	10.28 kg	8.79 kg

En la Tabla 15 se presenta el promedio de los resultados de pesos de la muestra Patrón, con adición de 5%, 10% y 15% de PMR y aditivo reductor de agua (chemaplast).

Gráfica 6

Pesos de las muestras con adición de (PMR) al 5%,10% y 15% y aditivo reductor de agua.



Nota: Disminución en pesos promedio de probetas de la mezcla patrón, al 5%,10% y 15% de resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua.

Está sujeta a todos los aspectos éticos. Para el contenido teórico, se ha citado fuentes confiables de artículos científicos publicados en revistas y tesis de repositorios de universidades nacionales y extranjeras.

Los ensayos se realizaron en un laboratorio de concreto debidamente acreditado que cuenta con certificados de calibración de todos sus equipos. Los protocolos a utilizar están actualizados y fueron visados por el responsable competente.

Para la medición de las variables se usó el laboratorio de Mecánica de Suelos de “Kaolyn Ingenieros S.A.C.-Cajamarca, utilizando los formatos de ensayos y equipos estandarizados, válidos y confiables. Esta investigación cumple

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La **discusión** producto de los resultados obtenidos del análisis de datos en las propiedades físicas de los agregados fino y grueso cumplen con los parámetros establecidos en las normas ASTM C33 y la NTP 400.037, se elaboró el diseño de mezclas, así se determinó la dosificación para la fabricación de los especímenes de concreto. Se evaluó la resistencia a la compresión de los especímenes cilíndricos de concreto patrón y especímenes de concreto con adición de PMR y aditivo reductor de agua en porcentajes de 5%, 10% y 15%. Donde fue comparado el concreto patrón y con el concreto con adición PMR y aditivo reductor de agua, además se realizó un contraste de los resultados finales con los resultados de los antecedentes.

En la tesis “Influencia del vidrio reciclado finamente molido (VRFM) en porcentajes distintos en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con cemento Pacasmayo Anti salitre. Los resultados indicaron que todo el grupo experimental superó al grupo patrón y que el grupo con mayor resistencia fue el grupo con un 15% de VRFM, con resistencia de 274.13 kg/cm^2 a los 14 días y con 294.80 kg/cm^2 a los 28 días, superando al grupo control en un 56.4% y 19.1% respectivamente. Se concluye que el VRFM aumenta la resistencia del concreto, obteniendo el mayor valor con 15% de reemplazo, con respecto a la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con la adición de polvo de madera y aditivo reductor de agua los resultados indicaron que el grupo experimental disminuyó al grupo patrón y que el grupo con mayor resistencia fue con el 5% de PMR y aditivo reductor de agua, con resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días teniendo los siguientes valores: 106.67 kg/cm^2 , 112.67 kg/cm^2 , 117.67 kg/cm^2 , respectivamente.

(Ordoñez , 1998) advierte que en el proceso de secado de la madera se producen una serie de defectos como rajaduras, torceduras y grietas, lo que ocasiona que la calidad pueda disminuir. Es así que el polvo de madera reciclado no se pudo analizar por falta de una cámara fotográfica microscópica y ver si el material se adhiere y llena vacíos en la mezcla de concreto.

(Torres, 2019) en su tesis “Influencia de los aditivos plastificantes Chema-Plast y plastiment HE-98 en las propiedades del concreto para la obtención de concreto de alta resistencia, trujillo-2018”, Se plantea que es necesario para solucionar la problemática de las construcciones de la ciudad de Trujillo. Cuyo objetivo de esta es obtener un concreto de alta resistencia $f'c= 380 \text{ kg/cm}^2$, a través del conocimiento de las propiedades del concreto. Donde se ha obtenido resultados que utilizando aditivo Plastiment HE-98 ayuda un 500% a la resistencia al concreto patrón de 380kg/cm^2 . Y que el aditivo Chema Plast ayudo un 60 % en la trabajabilidad del concreto. Concluyendo de esta manera que las utilizaciones de estos dos aditivos ayudan a la resistencia a la compresión. La Recomendaciones con el aditivo Chema Plast se utiliza al 1% al 2.5% para aumentar en 20% el A/C. La relevancia es que utilizando un aditivo plastiment he-98 es mejor para aumenta la resistencia que el Chema-Plast, pero el Chema Plast con un adecuado porcentaje de adición mejora la trabajabilidad del concreto y ayuda a la resistencia, mientras que, la resistencia del concreto con adición de 5%,10%,15%de PMR y aditivo reductor de agua disminuye en un 45% ,63% y 90%, la adición de PMR y aditivo reductor de agua hace que la resistencia disminuya. Además, el aditivo Chema Plast se utiliza al 1% , 2.5% para aumentar en 20% el A/C, con un adecuado porcentaje mejora la trabajabilidad del concreto y ayuda a la resistencia.

(Zapata, 2019) en su tesis “Resistencia de un mortero con cemento sustituido en 15% por polvo de concha de abanico y ceniza de cáscara de arroz”. Se basa en conocer la implicancia de la

sustitución del 15% del cemento en un 6% concha de abanico y 9% cenizas de cáscara de arroz, en la resistencia a la compresión de un mortero ya que son puzolanas artificiales al cemento portland Ordinario, estudio que fue realizado en la ciudad de Chimbote, utilizando agregado fino de la cantera Besique y cemento portland tipo I. El método de investigación fue llevado a cabo experimentalmente, ya que se tuvo que visitar el mercado minorista "La caleta" ubicado en la ciudad de Chimbote y comprar el crustáceo y a su vez visitar la ciudad de Santa para hacer la compra de la cáscara de arroz para proceder a sustituirlo al cemento portland tipo I. Mediante la calcinación a cielo abierto en un Pionner (equipo de calcinación artesanal) de la cáscara de arroz en un tiempo de 2 horas, luego fue molido en un mortero de madera, se obtuvo una ceniza que consiste esencialmente en sílice amorfa, y se obtuvo un (87.811%) de SiO_2 , por lo que fue un material puzolánico. La concha de abanico fue secada en un horno por 24 horas a una temperatura de 110° y calcinada a una temperatura de (890° C) durante un tiempo de 2 horas y luego fue molido en un mortero de madera, se pudo obtener un (87.53%) de CaO . La sustitución de 15% de cemento por concha de abanico y ceniza de cascará de arroz fue analizada en resultados a comparación del patrón de 3, 7 y 28 días. Las muestras experimentales de sustitución con 6% de polvo de concha de abanico y 9% de ceniza de cáscara de arroz, en la muestra experimental E1 a los 28 días con una relación a/c 0.525, arrojó una resistencia promedio de 322.00 kg/cm^2 , en la muestra experimental E2 a los 28 días con una relación a/c 0.505, arrojó una resistencia promedio de 252.33 kg/cm^2 y en la muestra experimental E3 a los 28 días con una relación a/c 0.485, arrojó una resistencia promedio de 218.00 kg/cm^2 , estas muestras no llegaron superar al patrón P-3 a los 28 días con una relación a/c 0.485 que nos arrojó una resistencia promedio de 433.67 kg/cm^2 , en sus resultados de resistencia a la compresión de un mortero convencional. Mientras que en el estudio de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de polvo de madera y

aditivo reductor de agua La resistencia a la compresión del concreto patrón (200ml de chemaplast) a los **28 días**, fue de 212.33 kg/cm^2 , y del concreto con adición de PMR y aditivo reductor de agua al 5%, 10%, 15% fue 117.67 kg/cm^2 , 78 kg/cm^2 , 21.67 kg/cm^2 respectivamente, al 5% de adición de PMR y aditivo reductor de agua la resistencia a la compresión disminuye al 45% con respecto al Concreto Patrón con (200ml chemaplast), al 10% de PMR y aditivo reductor de agua redujo a 63% y al 15% de PMR y aditivo reductor de agua redujo al 90%.

A continuación, tenemos la **discusión** de los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio partiendo de la realidad problemática, antecedentes y marco teórico.

En el estudio de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con la adición de polvo de madera y aditivo reductor de agua, Cajamarca 2021 para el **concreto patrón y aditivo reductor de agua (200ml de chemaplast)**, presento un asentamiento de 3", y su resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días fueron los siguientes valores: 177.33 kg/cm^2 , 195 kg/cm^2 , 212.33 kg/cm^2 , respectivamente.

Para la muestra de concreto con adición de **5% PMR y aditivo reductor de agua** (200ml chemaplast) presenta un asentamiento de 3", tiene una resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días teniendo los siguientes valores: 106.67 kg/cm^2 , 112.67 kg/cm^2 , 117.67 kg/cm^2 , respectivamente y en comparación a los valores del concreto patrón y aditivo reductor de agua: 177.33 kg/cm^2 , 195 kg/cm^2 , 212.33 kg/cm^2 , representa un 50.79%, 53.71%, 56% de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en comparación al concreto patrón.

Para la muestra de concreto con adición de **10% de PMR y aditivo reductor de agua (200ml chemaplast)** presenta un asentamiento de $3 \frac{1}{2}$ ", tiene una resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días los siguientes valores: 67.67 kg/cm^2 , 72.67 kg/cm^2 , 78 kg/cm^2 , respectivamente y en comparación a los valores: 177.33 kg/cm^2 , 195 kg/cm^2 , 212.33 kg/cm^2 , representa un

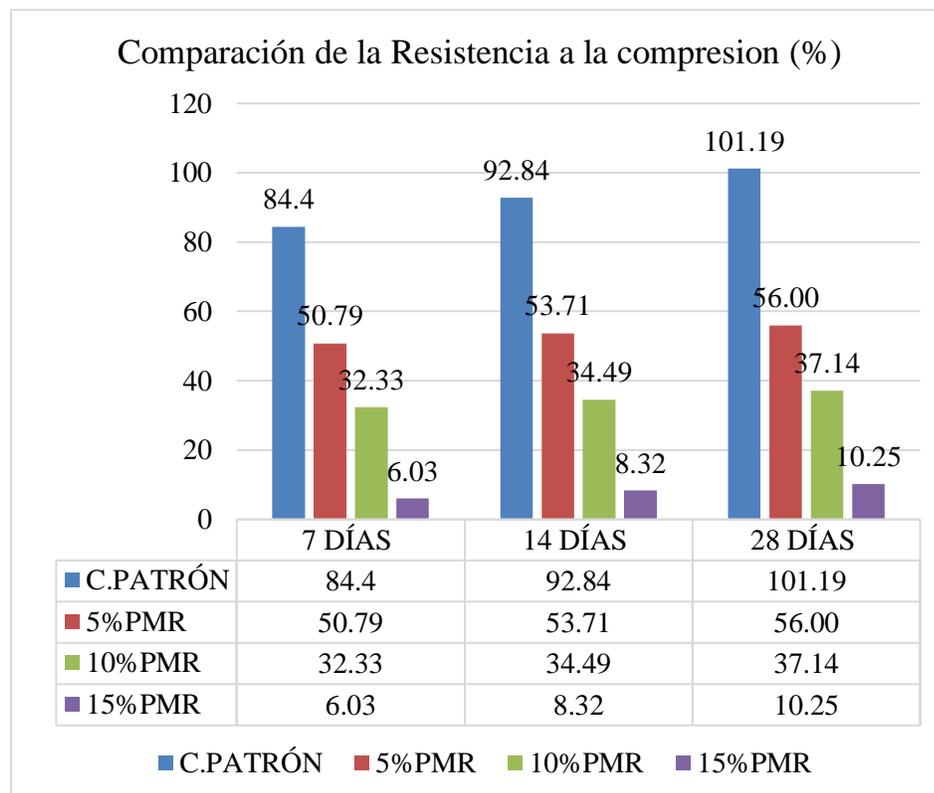
32.33%, 34.49%, 33.14%, de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en comparación al concreto patrón.

Para la muestra de concreto con adición de **15% de PMR y aditivo reductor de agua (200ml chemaplast)** presenta un asentamiento de 4", presenta como resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días los valores respectivamente: 13kg/cm², 17.67 kg/cm², 21.67 kg/cm², y en comparación a los valores: 177.33kg/cm², 195 kg/cm², 212.33 kg/cm²., representa un 6.03%, 8.32%, 10.25% de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, en comparación al concreto patrón.

En la **gráfica 7** se muestra la comparación de las resistencias a la compresión de concreto con adición de (PMR y aditivo reductor de agua (200ml chemaplast) en porcentajes de 5%, 10%, 15% con respecto al Concreto Patrón con aditivo reductor de agua y sin adición de PMR.

Gráfica7

Resistencia a la compresión en porcentaje en relación al C° patrón



La hipótesis de esta tesis :“ La resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, aumenta con la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua, Cajamarca 2021”.Para la discusión de esta hipótesis se realizó ensayos a la resistencia a la compresión de testigos de concreto, que fueron elaborados en el Laboratorio de concreto de “kaolyn Ingenieros S.A.C.”- Cajamarca 2021, estos testigos de concreto fueron hechos sin y con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua en porcentajes de 5%, 10% y 15% con respecto al peso del agregado fino y aditivo reductor de agua. Los resultados obtenidos de esta investigación es que, al adicionar polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua en la elaboración de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la resistencia a la compresión y el asentamiento, disminuyeron con respecto al concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$, por lo que la hipótesis planteada es rechazada.

En el análisis de la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua la trabajabilidad se ve afectada, siendo un concreto no utilizable para estructuras ya que se requiere de bastante tiempo en espera.

En las **limitaciones** encontradas en función a los resultados, no tenemos estudios referentes a la adición o reemplazo de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua en la mezcla de concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 , por lo tanto, no pudo realizarse un marcado preciso con relación a los estudios; sin embargo, sirvieron como banco de datos para formular los porcentajes de adición de polvo de madera y aditivo reductor de agua y otros puntos de vista considerados en el desarrollo de la investigación. También no se pudo realizar el análisis del polvo de madera, donde se podría saber su composición química, si posee ligantes, su condición plástica entre otros, ya que no contamos con la cámara microscópica para observar si el PMR está adhiriéndose a la mezcla y ver si contribuye a tapar los finos, reduciendo su porcentaje de vacíos.

Las **conclusiones** son la siguientes:

Se determinó que la resistencia a la compresión del concreto patrón y aditivo reductor de agua a los 28 días, fue de 212.33 kg/cm^2 , y del concreto con adición de PMR y aditivo reductor de agua al 5%, 10%, 15% fue 117.67 kg/cm^2 , 78 kg/cm^2 , 21.67 kg/cm^2 respectivamente, al 5% de adición de PMR y aditivo reductor de agua la resistencia a la compresión disminuye al 45% con respecto al Concreto Patrón y aditivo reductor de agua, al 10% de PMR y aditivo reductor de agua disminuye al 63% y al 15% de PMR y aditivo reductor de agua disminuye al 90%.

Para el concreto patrón se tuvo un asentamiento de 3", para concreto con adición de 5%, 10% y 15% de PMR y aditivo reductor de agua se obtuvo 3", 3 ½" y 4" respectivamente, se concluye que a más incorporación de PMR y aditivo reductor de agua en el concreto el asentamiento disminuye.

Las muestras de concreto con adición de PMR y aditivo reductor de agua al 5%, 10% y 15% varían en peso con respecto a la muestra patrón, reduciéndose el peso en 0.66%, 1.43% y 2.55% respectivamente.

En esta investigación, el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de polvo de PMR y aditivo reductor de agua disminuye la resistencia a la compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ por lo tanto puede usarse en la construcción en concreto no estructurales, favoreciendo el medio ambiente de desechos de PMR.

Se **recomienda** no adicionar sino reemplazar en (%) las dosificaciones, agregando más aditivos que mejoren la fluidez y trabajabilidad de la mezcla de concreto con PMR ya que absorbe bastante agua, para encontrar el diseño de mezcla óptimo para mejorar la resistencia a la compresión. realizar un estudio de resistencia a la flexión para comprobar si el polvo de madera reciclado (PMR) y aditivo reductor de agua en el concreto eleva la resistencia a la flexión. Además, se recomienda utilizar la cámara fotográfica microscópica para ver si el polvo de madera reciclado no contribuye o se esta comportando como ligante, material adherente o no llena vacíos, para luego analizar sus

propiedades de su composición química, acotando que es una primera investigación con PMR, dando a futuras investigaciones teniendo en cuenta los resultados encontrados.

REFERENCIAS

- Alarcón Chávez, V. (2018). *Determinación del contenido óptimo de fibra de cabuya para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$* . Tesis, Universidad César Vallejo, Chiclayo - Perú.
- AMBIENTUM. (4 de OCTUBRE de 2019). *ambientum.com*. Obtenido de <https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/beneficios-del-reciclaje.asp>
- ASTM C143. (2013). *ASENTAMIENTO EN EL HORMIGÓN FRESCO*. CALIFORNIA: ASTM NORMAS .
- ASTMA-C-595-00. (2008). *Especificación Normalizada para Cementos Adicionados Hidraulicos*. Filadelfia.
- CHEMA S.A. (2017). *FICHA TÉCNICA CHEMAPLAST*. LIMA: CHEMA.
- Devia Guevara, A., & Valencia Pabón, E. (2019). Evaluación de la resistencia del concreto con reemplazo del agregado fino por ceniza de cascarilla de arroz. 49.
- Harmesen, T. E. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú .
- INSST. (18 de FEBRERO de 2014). <https://www.insst.es/>. Obtenido de <https://www.insst.es/stp/basequim/017/anexo-4-composicion-del-polvo-de-madera>
- INSTITUTO NACIONAL DEL CÁNCER. (18 de Julio de 2014). *cancer.gov*. Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/polvo-de-madera>
- Nederman. (20 de enero de 2020). <https://www.nederman.com/>. Obtenido de <https://www.nederman.com/es-es/industry-solutions/woodworking>

- Norma ASTM C31. (2008). *Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra I* . CALIFORNIA : ASTM Internacional.
- NTP 334.009. (2005). *CEMENTOS .Cementos Portland.Requisitos* . Lima: INACAL .
- NTP 339.034. (2008). *Resistencia a la compresión*. Lima : INACAL.
- NTP 400.012 . (2001). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. LIMA: INACAL.
- NTP 400.012:2013. (2018). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global* . LIMA: INACAL.
- NTP 400.017:2011. (2011). *AGREGADOS .Método de ensayos (Peso Unitario)* . Lima: INACAL.
- NTP 400.021:2013. . (2013). *Agregados .método normalizado (peso específico)*. Lima: INACAL.
- NTP339.033. (2015). *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo* . Lima: INACAL.
- NTP339.035. (1999). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el de Aberams* . Lima : INACAL.
- NTP400.037. (2014). *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto* . Lima : INACAL.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tecnología del concreto en el Perú*. lima: Empresa de lima, PERÚ.
- Pérez Nieves, J. (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo*. Universidad San Pedro, Chimbote - Perú.
- Pinedo Pérez, J. R. (2018). *Estudio de la resistencia a la compresión del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de plásticos reciclados (PET), en la ciudad de tarapoto, 2018*. Universidad Nacional De San Martín- Tarapoto, Tarapoto.

Recytrans. (16 de Mayo de 2013). *recytrans.com*. Obtenido de <https://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-madera/>

Rivva López, E. (2014). *Diseño de Mezclas*. Lima: Instituto de la construcción y Gerencia -ICG.

Meo, S.A.: Effects of Duration of Exposure to Wood Dust on Peak Expiratory Flow Rate among Workers in Small Scale Wood Industries. *International Journal Occupational Medicine and Environmental Health*, 2004;17 (4): 451-455

Dávalos Raymundo y Bárcenas Pazos (1998). “Clasificación de las propiedades mecánicas de las maderas mexicanas en condición ‘Verde’”. En *Madera y Bosque* 4 (1): 65-70.

Ordoñez Candelaria, V. Rubén, Arturo Quiroz Soto y Reyna Paula Zarate Morales (1998). “Propiedades mecánicas de laminados estructurales con madera de encino”. En *Madera y Bosque* 4(2): 95-104.

Correa Saldaña, Jorge;. (2019). *Concreto en obra, material fundamental para la construcción*. Perú Construye, 5.

ASOCEM. (2019). *Panorama mundial de la industria del cemento*. ASOCEM, 7.

Ñuñuero, Luis (2019),. *Dosificación para la Elaboración de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ Usando Residuos de Demoliciones de Concreto Estructural como Agregado Grueso*. Chimbote-Perú. Universidad Cesar Vallejo.2019.

Lopez Pérez, Kevin Hiald (2020).*Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto incorporando el aditivo CHEMA plast para pavimento rígido en Villa el Salvador, Lima, 2019*.

Ávarez, A. E. (2014). *Degradación de la película* . Universidad Nacional Autonoma de Mexico .

León Reyes, Deivy Jean Carlos, Rázuri Cueva, Daniel Alexis(2020).*Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con cemento Pacasmayo Antisalitre. Agregando vidrio reciclado finalmente molido* .

Pérez Nieves, J. (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo*. Universidad San Pedro, Chimbote - Perú.

Sánchez Zambrano, J. J. (2020). *Resistencia a compresión del mortero cemento – arena incorporando puzolana volcánica*.

Marco Galarza (2011). “Desperdicios de materiales en obras de construcción civil: Métodos y Control”.

Torres Baltodano, J. A. (2019). Influencia de los aditivos plastificantes chema-plast y plastiment HE-98 en las propiedades del concreto para la obtención de concreto de alta resistencia, Trujillo-2018.

Ceballos Arana, M. (2016). El concreto, material fundamental para la infraestructura. Construcción y Tecnología en concreto, 24.

<https://www.insst.es/stp/basequim/017/anexo-4-composicion-del-polvo-de-madera>

Ponceca Anca, F., & Ponceca Quispe, W. (2022). Evaluación de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en el pavimento rígido $f'c: 280 \text{ kg/cm}^2$, Andahuaylas, 2022.

Erazo, A y Hernán, A (2007). Fuentes que generan la contaminación del medio ambiente en las grandes ciudades del país. Obtido de <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/12018/058129144.pdf?sequence=1>

Vinces, R y Poggi, J. (2014). Aprovechamiento sostenible de los residuos forestales para la producción de pellets de biomasa leñosa torrefactada“. Revista de al ingenieria de USIL, 04