



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Efecto del polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la
compresión y flexión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$**

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

AUTOR:

Vasquez Tantas, Segundo Richar (orcid.org/0000-0003-0563-913X)

ASESOR:

Mg. Ascoy Flores, Kevin Arturo (orcid.org/0000-0003-2452-4805)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta tesis dedico con todo mi corazón a mis padres, quienes me han apoyado para poder llegar a estas instancias de mis estudios, ya que ellos siempre han estado presentes, por haberme formado con buenos valores y hábitos lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mi abuelito Papá Anselmo, que Dios lo tiene en su gloria y se convirtió en mi ángel que guía mi vida y que se siente orgulloso de su nieto y desde donde está me bendice.

Agradecimiento

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado fortaleza para seguir adelante. A mi familia por la inmensa comprensión y estímulo constante, como también por su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización	17
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos	21
3.6. Método de análisis de datos	43
3.7. Aspectos éticos.....	43
IV. RESULTADOS	44
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS	64

Índice de tablas

Tabla 1.	Matriz de diseño experimental	16
Tabla 2.	Normas técnicas	20
Tabla 3.	Datos obtenidos de los agregados.	44
Tabla 4.	Diseño de mezcla de concreto patrón.	44
Tabla 5.	Diseño de mezcla de concreto adicionando 1% de polvo de carbón mineral y aserrín.....	45
Tabla 6.	Diseño de mezcla de concreto adicionando 3% de polvo de carbón mineral y aserrín.....	45
Tabla 7.	Diseño de mezcla de concreto adicionando 5% de polvo de carbón mineral y aserrín.....	46
Tabla 8.	Comparación de resultados obtenido de la prueba a compresión.	46
Tabla 9.	Comparación de resultados obtenido de la prueba a flexion.	47
Tabla 10.	Matriz de operacionalización.	65

Índice de gráficos y figuras

Figura 1.	Recopilación del polvo de carbón mineral.	21
Figura 2.	Recopilación del aserrín.	22
Figura 3.	Ubicación del laboratorio.	22
Figura 4.	Peso de agregado fino para realizar el análisis granulométrico.....	23
Figura 5.	Proceso de tamizado del agregado fino.	24
Figura 6.	Pesamos el agregado fino para calcular el contenido de humedad.....	25
Figura 7.	Metemos el agregado fino al horno por 24 horas.	25
Figura 8.	Sacamos del horno y pesamos el agregado fino.	25
Figura 9.	Cubrimos el agregado fino con agua.	26
Figura 10.	Secamos el agregado fino.	27
Figura 11.	Llenado del molde cónico y apisonado.	27
Figura 12.	Pesado del molde y eliminación de aire del agregado.....	28
Figura 13.	Llenado de agregado fino en el molde.....	28
Figura 14.	Llenado y compactado del agregado fino.	29
Figura 15.	Peso de agregado grueso para realizar el análisis granulométrico.	30
Figura 16.	Proceso de tamizado del agregado grueso.	30
Figura 17.	Pesamos el agregado grueso para calcular el contenido de humedad.	31
Figura 18.	Metemos el agregado grueso al horno por 24 horas.	31
Figura 19.	Sacamos del horno y pesamos el agregado grueso.....	32
Figura 20.	Se sumerge el agregado grueso por 24 horas.....	33
Figura 21.	Proceso de secado del agregado grueso.	33
Figura 22.	Colocación del agregado grueso al contenedor.....	34
Figura 23.	Colocación del agregado grueso al horno.	34
Figura 24.	Sacamos del horno y pesamos el agregado grueso.....	35

Figura 25.	Llenado de agregado grueso en el molde.	35
Figura 26.	Llenado y compactado del agregado grueso.	36
Figura 27.	Realizando la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	37
Figura 28.	Preparando los moldes para realizar el vaciado.	37
Figura 29.	Llenado de probetas en 3 capas y chuseado.	37
Figura 30.	Proceso de roseado de probetas.	38
Figura 31.	Probetas completamente llenas de concreto.	38
Figura 32.	Curado de probetas.	38
Figura 33.	Retiro de probetas del recipiente.	39
Figura 34.	Colocación de probeta a la prensa.	39
Figura 35.	Rotura de probetas.	40
Figura 36.	Realizando la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	41
Figura 37.	Incluimos carbón a la mezcla.	41
Figura 38.	Incluimos aserrín a la mezcla.	41
Figura 39.	Llenado de probetas en los moldes y luego pasar a curar.	42
Figura 40.	Probeta prismática lista para ser sometida a cargas.	42
Figura 41.	Manipulación de prensa y rotura de probeta.	43
Figura 42.	Rango optimo, resistencia a la compresión.	48
Figura 43.	Rango optimo, resistencia a la flexión.	48

Resumen

La emergencia de buscar un remplazo proporcional del agregado fino y el cemento, nos formuló la siguiente pregunta, ¿Qué efecto tiene el polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm²?

Para ello, como objetivo general se tiene que determinar el efecto del polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'_c = 210$ kg/cm².

Como metodología tenemos: El tipo de investigación es aplicado y un diseño experimental, la técnica empleada es la observación, la población es el conjunto de probetas y la muestra vienen a ser 36 probetas.

Como conclusión, se determinó el efecto del polvo de carbón mineral y el aserrín de madera, para la resistencia a compresión registramos que el 3% es el más favorable, con 28 días de curado, se da una máxima resistencia de $f'_c = 285.11$ kg/cm². También, analizamos la resistencia a la flexión, el 5% es el más favorable, a los 28 días de curado, nos da una máxima resistencia de $M_r = 36.75$ kg/cm², también el 1%, con 28 días de curado, obtenemos una resistencia de $f'_c = 269.30$ kg/cm², confirmamos la mejoría de las propiedades mecánicas del concreto.

Palabras clave: Resistencia, flexión, compresión, aserrín, carbón mineral.

Abstract

The emergence of looking for a proportional replacement of fine aggregate and cement, made us ask the following question: What effect does coal powder and sawdust have on the compressive and flexural strength of concrete 210 kg/cm²?

For this, as a general objective, it is necessary to determine the effect of mineral coal dust and sawdust on the compressive and flexural strength of concrete $f'c = 210$ kg/cm².

As a methodology we have: The type of research is applied and a design is experimental, the technique used is observation, the population is the set of test tubes and the sample is 36 test tubes.

As a conclusion, the effect of mineral coal powder and wood sawdust was determined, for the compressive strength we recorded that 3% is the most favorable, with 28 days of curing, a maximum resistance of $f'c = 285.11$ is given. kg/cm². Also, we analyze the resistance to bending, 5% is the most favorable, at 28 days of curing, it gives us a maximum resistance of $Mr = 36.75$ kg/cm², also 1%, with 28 days of curing, we obtain a resistance of $f'c = 269.30$ kg/cm², we confirm the improvement of the mechanical properties of the concrete.

Keywords: Resistance, bending, compression, sawdust, mineral carbon.

I. INTRODUCCIÓN

Según Chen et al. (2020, p. 10), en su artículo de investigación, nos dice que en el transcurso de los años los agregados del concreto han venido cambiando por temas económicos y ecológicos, agregados que modifican positivamente al concreto, es el caso del estadio de Wellington de Nueva Zelanda, este proyecto fue ejecutado con concreto ligero prefabricado, con una resistencia mucho mayor a la resistencia convencional.

Para cumplir con los estándares el polvo de carbón mineral, tiene que tener una reacción puzolánica natural y sus propiedades de cementación tienen que asemejarse al cemento. Es por ello que el polvo del carbón mineral tiene características mecánicas que pueden reaccionar favorablemente en una mezcla de concreto, una de ellas es su dureza, mientras mayor sea su volumen su resistencia a la compresión tiende a aumentar.

Según Ahmed. (2018, p. 1), en su artículo de investigación, nos dice que según la estadística internacional de producción de desechos sólidos, revela una acumulación excesiva de estos sub productos debido a la gran demanda de la industrialización, son situaciones que requieren medidas acertadas para reciclaje y la mejor manera será empleando en la construcción, como también se sabe que la arena se encuentra en agotamiento mundial debido a su consumo excesivo, el aserrín generalmente se obtiene del corte de madera y resulta que se adecua favorablemente a una mezcla de concreto.

En función a lo antes mencionado surgió el siguiente problema **¿Qué efecto tiene el polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 kg/cm²?** la presente investigación tuvo como finalidad presentar unos agregados que mejoren de una u otra forma las propiedades de un concreto, ya sea mecánicas o físicas, para tal investigación se optó utilizar materiales que se adhieran fácilmente a una mezcla de concreto para ello utilizaremos el polvo de carbón mineral y el aserrín de madera, estos productos se adquirieron en canteras autorizadas, si bien es cierto que en la actualidad se hizo investigaciones sobre nuestros productos a emplear, dichas investigaciones se encuentran por separado, por

tal motivo en nuestra investigación se realizó un estudio uniendo estos dos componentes, el beneficios del carbón mineral pulverizado se reemplazó proporcionalmente al cemento y el aserrín de madera fino, se reemplazó proporcionalmente al agregado fino que es el arena de rio, para así poder aportar de manera positiva a las propiedades de un concreto convencional.

En la actualidad se adhieren en las mezclas de concreto subproductos industriales o naturales en las cuales se representan como; cenizas volantes, puzolanas, humo de sílice, estos subproductos naturales desarrollan sus propiedades. Con estos materiales se obtiene una mejora tecnológica del producto, no solo eso sino también se tiene beneficios económicos y ecológicos.

En esta presente investigación se utilizó polvo de carbón mineral y el aserrín de madera, se tomaron en cuenta estos agregados por su captación mecánica de las partículas que presentan. Como también el aserrín de madera, se conoce que es un agregado que se adhiere a la mezcla de concreto, mientras que el polvo de carbón mineral sus partículas reemplazaron a los del cemento.

Por lo tanto, se planteó como **objetivo general**, en la presente investigación se tiene que determinar el efecto del polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$. Como también se identificaron los **objetivos específicos**, se consideran los siguiente: Realizar mezclas de concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ reemplazando proporcionalmente al cemento por polvo de carbón mineral y al agregado fino por aserrín de madera, en porcentajes 1%, 3% y 5%; realizar una comparación de los resultados obtenidos por cada porcentaje reemplazado en la mezcla de concreto de polvo de carbón mineral y aserrín. Identificar un rango optimo del uso de polvo de carbón mineral y aserrín en el concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

Es por tal motivo se originó la siguiente **hipótesis**: El uso de polvo de carbón mineral y el aserrín tiene efecto positivo en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$. Y como **hipótesis específicas** tenemos: La mezclas de concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ empleando 1%, 3% y 5%, de polvo de carbón mineral y aserrín, se adhieren satisfactoriamente. Como también la comparación de los resultados que se mostró, con respecto al concreto patrón, son positivos. Y por último el rango optimo del diseño de mezcla están entre el 3% a 5%.

II. MARCO TEÓRICO

En antecedentes internacionales tenemos a Quin et al. (2021, pp. 7 – 9), en su artículo de investigación, “Evaluación del desempeño del concreto permeable con biocarbón pulverizado como reemplazo del cemento”. Preciso que la fabricación del cemento en la industria es la que genera en una contaminación excesiva en la atmosfera. Entonces al reemplazar una porción de cemento con producción de biocarbón será una alternativa beneficiaria para todos, en ello se reducirá las emisiones de dióxido que genera la fabricación del cemento paralelamente, bloquear la producción de cemento, sin embargo, los estudios que pretenden el remplazo aun no existen a profundidad. Es por tal motivo que en este artículo se realizara los estudios adecuado para eliminar la hipótesis planteada, un estudio principal que se va generar es la resistencia a la compresión, en donde se planea reemplazar, en peso, por los porcentajes de 0%, 0.65%, 3.2%, 6.5%, 9.5% y 13.5%, respectivamente. En los estudios de laboratorio se observó que en la mezcla incluida biocarbon la absorción de agua aumenta, como también cabe resaltar que dan un resultado positivo, mejorando la resistencia a la compresión y resistencia a la tracción, cuando el contenido de biocarbon se emplea de 0 a 6.5%. con base a lo investigado, se puede deducir que al producir concreto permeable reemplazando hasta un 6.5%, en peso, de cemento por biocarbon pulverizado es recomendable y así reducir las emisiones de óxido de carbono y bloquear al cemento.

Según Nadoury. (2021, p. 3), en su artículo de investigación, “Producción de hormigón sostenible mediante aserrín”. El artículo como objetivo fue demostrar el potencial del uso de residuos de aserrín para la producción de materiales de construcción verde compuesto y sostenible deseado. Cabe resaltar que se reemplazó el agregado fino y cemento por aserrín en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%. Se realizaron investigaciones experimentales sobre *“las propiedades mecánicas del concreto”* incluido aserrín y posteriormente se pasó a comparar los resultados con la mezcla de control con componentes convencionales. El método del experimento fue premeditado para la evaluación del efecto de la sustitución fraccionada de arena natural y cemento

con aserrín, se estudiaron las siguientes propiedades del concreto, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y otros. Los materiales que se utilizaron fueron cemento portland tipo I, arena que pasó por el tamiz de 5,00 mm, donde se utilizó como agregado fino, piedra caliza triturada que pasó por un tamiz de 20 mm y retenida en un tamiz de 4,75 mm se utilizó como agregado grueso y por último componente fue el aserrín utilizado como agregado fino pasando por un tamiz de 5,00 mm. Mientras que el aserrín utilizado para el remplazo de cemento se tamizó a través del tamiz N° 200 después de ser sometida a una temperatura de 200°C, °C. el ensayo de resistencia a la compresión se realizaron seis cubos de tamaño 150 mm x 150 mm x 150 mm, incertidumbre de las dimensiones de lectura = ± 0.05 mm, de cada mezcla de concreto para la investigación de la resistencia a la compresión. Las muestras realizadas de concreto se curaron en condiciones normales según ASTM 192 y se probaron usando la máquina de prueba universal a los 28 y 90 días. El método de prueba requiere redondeo al 0.1 N / mm más cercano, incertidumbre expandida al nivel de confianza = 1.21 N / mm². Por otro lado, la resistencia a la flexión, se midió utilizando una muestra de viga de 100 x 100 x 500 mm en el centro de la carga de la viga aplicada. Se moldearon un total de 78 vigas y se curaron en agua durante 28 y 90 días. Para cada mezcla, se cargaron tres vigas hasta la rotura de acuerdo con ASTM C78 / C78M-18, y se registró la resistencia promedio en cada caso. Se concluyó la investigación del artículo, Se encontró que el módulo de finura, gravedad específica, contenido de humedad, densidad aparente no compactada y densidad aparente compactada del hormigón con cenizas de aserrín eran 2.2, 2.67, 3.7%, 1435 kg / m³ y 1436 kg / m³. Como también las propiedades mecánicas estudiadas aumentan con la edad de curado, el nivel de reemplazo óptimo en agregado fino es del 15%.

Según Plotnikov y Burova (2021, p. 5), en su artículo de investigación, "Parámetros óptimos de propiedades físicas y mecánicas del hormigón de aserrín". Realizo estudios donde se pueda reemplazar proporcionalmente al agregado fino y cemento, para ello empleo escorias de madera conocido también como aserrín y escorias de ceniza de volante, la investigación tuvo como finalidad mejorar al concreto en cuanto a sus propiedades, por lo tanto, se empleó aserrín en porcentajes, las proporciones varían

del 17% al 37%, donde se incrementaba proporciones de 5% y el agregado de cenizas volantes se reemplazó al cemento en un porcentaje de 25%. Después de realizar las muestras en laboratorio, a las 24 horas de haber vaciado al molde, se pasó al desencofrado de las probetas, paralelamente se realizó el curado de las muestras, a los 28 días de vida de las probetas se sometió a fuerzas para verificar las propiedades mecánicas. Los resultados dieron que cuando la mezcla sin cenizas volantes, donde solamente se tenía la presencia de aserrín a un 37% la densidad de la muestra fue mínima, por otro lado, la densidad máxima de la muestra fue cuando la proporción de aserrín húmedo es de 17% y la proporción de mezcla de cenizas es del 25%. Dando como conclusión que las muestras realizada cumplen con el ACI para ser empleados en una estructura.

Según Ullah et al. (2020, p.3), en su artículo de investigación, "Sensibilidad al desconchado y respuesta mecánica de un aserrín ecológico de hormigón de alta resistencia a temperaturas elevadas". Desarrollo una mezcla de hormigón de alta resistencia ecológico empleando aserrín, en donde diseño con distintos porcentajes de (0, 5, 10, 15%) para el remplazo de la arena fina. Se exploraron los parámetros de resistencia mecánica como también la durabilidad de muestras controladas junto con la degradación por exposición a temperaturas elevadas. Cabe resaltar que las mezclas diseñadas, fueron sometidas a grandes temperaturas de 800°C en una rapa de 5°C/min, para estudiar la resistencia a estas temperaturas. Como resultado se obtuvo una significativa resistencia a la compresión del concreto de aserrín con alta resistencia a temperaturas muy elevadas, en el laboratorio se observó que en una temperatura de 400 °C las grietas fueron más notorias, mientras que la probeta puesta a una temperatura de 600 °C sufrió pocas fisuras, por lo tanto concluyo que la intrusión de aserrín se suma a su compresión residual resistente después de estar expuesto a temperaturas elevadas, como también nos dice que la resistencia a la rotura disminuye cuando se aumenta los porcentajes de aserrín.

Según Alabduljabbar et al. (2020, p. 4), en su artículo científico, "Propiedades de ingeniería del hormigón liviano activado por álcali a base de aserrín de desecho:

evaluación experimental y predicción numérica”. Informo de los efectos de la sustitución de residuos de aserrín por los agregados convencionales, las mezclas se fabricaron con distintas proporciones de aserrín el 0, 25, 50, 75 y 100%. El 70% de cenizas volantes y el 30% de escorias granuladas de alto horno. Se recogió escorias de horno de alta pureza de una industria en Malasia y se utilizó sin purificación adicional para producir aglutinante libre de cemento. Este artículo precisa que los hormigones activados con álcali han surgido como posibles alternativas al hormigón convencional, esta investigación presenta un amplio estudio experimental sobre la sustentabilidad del empleo de aserrín de desecho como remplazo de agregado fino/grueso, incorporando cenizas volantes y escorias granuladas de alto horno, para diseñar hormigones livianos sin cemento de alto desempeño. Los resultados mostraron que las emisiones de dióxido de carbono y el gasto tendieron a disminuir con la cantidad de aserrín empleado, concluyo que el concreto liviano es más sustentable para aplicación de una construcción.

Según Rodríguez et al. (2020, p. 6), en su artículo de investigación, “Internally cured high performance concrete with magnesium based expansive agent using coal bottom ash particles as water reservoirs”. Diseñó un concreto que sobre pasa la resistencia convencional, en la investigación se estudiaron tres estrategias diferentes, se integraron cenizas volantes como material cementoso suplementario de baja reactividad, se realizó un curado interno con cenizas de fondo de carbón como reservorios de agua y el uso de un agente expansivo a base de óxido de magnesio. Esta investigación realizó una combinación por estos tres agentes, cabe mencionar que el curado interno mejora la expansión del óxido de magnesio debido a la falta de agua en este tipo de concreto. Teniendo en cuenta los efectos de cada estrategia de reducción de la contracción y condición de curado, se ha concluido que se recomienda el uso de cenizas volantes como material cementante suplementario.

Según Suparna et al. (2020, p. 2), en su artículo de investigación, “Estudio y análisis de la variación en el comportamiento de las propiedades mecánicas del hormigón armado con polvo de carbono frente al hormigón convencional”. Planteo como objetivo

determinar los efectos producidos por el polvo de carbono (activado carbón y grafito), como también determinar la variación que sufren el hormigón en cuanto a sus propiedades, debido a la adición de porcentajes variables de polvo de carbono. Se conoce que el polvo de carbono reduce la propagación en cuanto al ancho de una grieta e introduce partículas que se forman puentes en una grieta de la estructura. Esta investigación también tuvo como objetivo comparar los resultados obtenidos de las muestras de hormigón empleando polvo de carbono. Tras estudiar exhaustivamente el diseño de mezcla de hormigón, se preparó un diseño de mezcla apropiado para 3 muestras diferentes; cubo de hormigón convencional, hormigón con polvo de carbón activado y hormigón con polvo de grafito. Después de realizar sus pruebas en el laboratorio dio como resultado que el polvo de carbón influye en gran cantidad para la reducción de grietas en la estructura, el polvo de carbón sirve como puente para las grietas de una estructura. En conclusión, se define que el polvo de carbón es un ingrediente que influye positivamente que nos brinda un esfuerzo secundario a las estructuras de concreto armado.

Según Seungwon et al. (2020, p. 4), en su artículo de investigación, “Durabilidad y características mecánicas del hormigón capturado de carbón activado a base de escoria de alto horno con respecto al contenido de cemento”. Como objetivo fue desarrollar un concreto de captura de carbono utilizando subproductos industriales que puedan satisfacer no solo la función de reducción de carbono pasiva sino también la función de reducción de carbono activa a través de la utilización de subproductos industriales. Para desarrollar un hormigón capturado de carbono utilizando polvo de escoria de alto horno, que es uno de los subproductos industriales representativos, se realizaron un estudio experimental sobre el comportamiento mecánico y de durabilidad del hormigón capturado de carbono compuesto de escoria de alto horno con activador de captura de carbono, se empleó la relación de sustitución del cemento en relación con el peso de la escoria de alto horno se incrementó en intervalos del 10% del 10% al 40%. Según los resultados obtenidos la diferencia en la resistencia de los hormigones que capturan carbono por la temperatura de curado era insignificante.

Según Wang et al. (2020, p. 2), en su artículo de investigación, “Chloride binding capacity of green concrete mixed with fly ash or coal gangue in the marine environment”. Incluyo en una mezcla de concreto cenizas volantes y la ganga de carbón para favorecer las propiedades mecánicas de esta. Para este estudio se empleó los materiales como aglutinantes, los cementos de este estudio fueron cemento portland ordinario, cenizas volantes y ganga de carbón, cabe resaltar que se seleccionaron cinco finuras distintas de ganga de carbón, de mallas de tamiz; N° 200, 325, 500, 1500 Y 2000, respectivamente. En agregados se empleó, arena de río y piedra natural triturada. El resultado de laboratorio según los gráficos mostrados, concluyeron que, al remplazar el cemento con desechos industriales puede ayudar a reducir el consumo de cemento, ahorrar energía y proteger el medio ambiente. En comparación con la ganga de carbón de malla 1250, 500, 325, 200, el concreto que contiene la ganga de carbón de malla 2000 tiene mayor resistencia en cuanto a la compresión, mayor resistencia a los iones de cloruro y mayor grado de resistencia a las heladas. Por lo tanto, se recomienda seleccionar malla 2000, el tamaño de partícula más pequeño de ganga de carbón, para preparar el hormigón.

Según Muthusamy et al. (2020, p. 5), en su artículo de investigación, “Coal bottom ash as sand replacement in concrete”. Reemplazo la arena del concreto con cenizas de fondo de carbón. Se estudió las propiedades del hormigón de cenizas de fondo de carbón, según el resumen de las cenizas de fondo de carbón que influyen en las propiedades mecánicas del hormigón, como se informa en la literatura. Las propiedades mecánicas estudiadas se ven afectados cuando se usa ceniza de fondo de carbón como reemplazo de agregado fino. Al realizar las muestras en laboratorio se plasmó los resultados en gráfico donde se puede concluir que; El uso de subproductos de residuos agrícolas e industriales en la producción de hormigón será beneficioso para el medio ambiente y paralelamente muy rentable. La ceniza de fondo de carbón no solo se puede usar como agregado fino sino también como reemplazo parcial del cemento en la producción de concreto. El concreto que incorpore cenizas de fondo de carbón sería más liviano dependiendo de su proporción utilizada. La absorción de agua de las cenizas del fondo del carbón es mayor que la de la arena.

Por lo tanto, mientras se prepara el concreto usándolo, se debe apuntar a un asentamiento constante en lugar de una proporción constante de aglutinante de agua. La actividad puzolánica de las cenizas de fondo de carbón es similar a la de las cenizas volantes.

Según Wang et al. (2020, p. 1), en su artículo de investigación, “Mechanical properties and chloride permeability of green concrete mixed with fly ash and coal gangue”. Da a conocer los materiales para la prueba de laboratorio; cementosos de este estudio fueron cemento Portland ordinario (PO42.5) de la planta de cemento Tianjin, cenizas volantes (FA) de la planta Hebei Yaoxin y ganga de carbón (CG) de la planta Hebei Longxin. Tenga en cuenta que se seleccionaron cinco finuras diferentes de ganga de carbón, que eran de malla 200, 325, 500, 1250 y 2000, respectivamente. Las composiciones químicas y propiedades físicas de OPC y FA, CG. Los agregados la arena de río y la piedra natural triturada con una gradación continua se utilizaron como agregados finos y gruesos cuyas distribuciones granulométricas y propiedades físicas. Concluyendo el estudio con que reemplazar el cemento con desechos industriales puede ayudar a reducir el consumo de cemento, ahorrar energía y proteger el medio ambiente. De esta forma, los desechos industriales se pueden utilizar como recursos útiles. En consecuencia, gana una amplia aceptación en la ingeniería práctica.

Según Khongpermgonson et al. (2020, p. 6), en su artículo de investigación, “The mechanical properties and heat development behavior of high strength concrete containing high fineness coal bottom ash as a pozzolanic binder”. Sostuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del hormigón utilizando cenizas de fondo de carbón molida y residuos de carburo de calcio molidos. Para ello empleó los siguientes materiales, como aglutinante, se utilizó la ceniza de fondo de carbón, para la aplicación, el carbón se secó en horno a 110 ± 5 -C durante 24 h. posteriormente se molió el carbón para aumentar la finura luego se pasó por el tamiz N° 325, cemento portland ordinario. Como agregados se empleó; piedra caliza triturada como agregado grueso, pasando por el tamiz N° 4, arena de río para el “agregado fino”. Se realizaron las pruebas de laboratorio para ello se hizo 10 pruebas de concreto, con diferentes

proporciones de carbón molido, dando como resultado la resistencia a la compresión del concreto, nos dice que al llegar los 28 días de curado este concreto alcanza a un 29,7MPa con un 10% más de carbón molido llega a ser un 44,3MPa.

Según Opiso et al. (2019, p. 4), en su artículo de investigación, “Efectos de las cenizas volantes de carbón y el aserrín fino sobre el rendimiento del hormigón permeable”. Realizo pruebas de compresión y flexión, el test de compresión da a conocer la metodología empleada según ASTM C39 o el método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto; nos menciona que hizo tres probetas con distintas dimensiones de 152,4 mmΦ. Los materiales que se emplearon fueron, el cemento portland de tipo I, verificando que cumpla la norma ASTM C150. Como también se verifica el tamaño de los agregados que se va utilizar donde la variación fue de 5 a 19 mm. Además, se verifico el agua a emplear donde debe de cumplir según ASTM C1602. El aserrín se recogió de un aserradero local, se realizó un proceso de sacado al sol y horno para eliminar la humedad que pueda afectar la relación final agua – materiales cementosos, posteriormente se pasó a tamizar a través de la malla N° 08, para producir aserrín fino. Después de seguir los pasos de elaboración de muestra según ASTM, se pasó a someter a fuerzas en el laboratorio, para la resistencia a la compresión se realizó de acuerdo con ASTM C39 o el método de prueba estándar para resistencia a la compresión de pruebas cilíndricas, se utilizó tres probetas cilíndricas, se probó la resistencia a la compresión de 304,8 mm después de curar el concreto. Para la resistencia a la flexión, se realizó el mismo procedimiento que pruebas de la resistencia a la compresión, con la diferencia que los moldes empleados fueron rectangulares semejantes a las vigas, antes de la prueba se midió y peso las probetas, en ambos extremos se marcó una pulgada para los soportes, luego se dividió en tres partes iguales. Los resultados obtenidos se plasmaron en gráficos y cuadros, para la resistencia a la compresión, se observa que la tendencia general de la resistencia a la compresión aumenta con el tiempo de curado, la resistencia alcanzo el valor mínimo de rango habitual (f'_c 1/4 3.5-28 MPa) para los estándares del concreto, en la última etapa de aplicación de fuerza se observa que gano más fuerza, obteniendo 10,8 MPa a los 28 días de curado. Por

otro lado, se realizó una prueba de flexión en el punto número tres para determinar la resistencia a la flexión, los resultados del grafico mostrado, se puede observar que después de 28 días de curado, la resistencia a la flexión, paso el requisito estándar nacional e internacional de estacionamientos de concreto de 3.5 – 4.5 MPa (ACI, 2001) ganando 4.167 MPa.

Según Dolmatoy, et al. (2019, p. 3), en su artículo de investigación, “La resistencia del hormigón de aserrín, producido sin agregados minerales”. Realizo un remplazo parcial del agregado fino convencional del concreto con aserrín, se preparó dos muestras una de ellas contenía aserrín y la otra era una muestra patrón, después de ejecutar las muestras se realizó adecuadamente el curado posteriormente se sometió a fuerzas en el laboratorio, para verificar la resistencia a la compresión. Los resultados obtenidos se procesaron en gráficos estadísticos, donde se puede apreciar que el aserrín empleado mejora significativamente las propiedades del concreto, se visualiza que la resistencia a la compresión aumenta a 3,65 MPa, con referencia a la muestra patrón, donde la investigación concluye que el aserrín mejora significativamente la resistencia a la compresión, se pude emplear para la construcción de estructura.

Según Nurul, et al. (2019, p. 6), en su artículo científico, “Hormigón utilizando aserrín como reemplazo parcial de arena: ¿Es fuerte y no pone en peligro la salud?”. Investigo la efectividad del concreto usando aserrín para reemplazar parcialmente a la arena de rio, en donde busca reducir los impactos ambientales al igual que los costos de construcción, por lo tanto, en esta investigación se producción una mezcla de concreto empleando aserrín en un 5%, 10% y 15% del volumen total de la arena. Cabe resaltar que en esta investigación se hizo una comparación entre la arena con el aserrín, dando como resultado que existe una variedad de similitudes entre estos dos agregados, en términos de densidad y tamaño de partículas, la densidad del aserrín va desde 650 kg/m³ a 1650 kg/m³ por otro lado a densidad de la arena van desde 1500 kg/m³ a 1600 kg/m³, en tamaños de partículas de aserrín es de 30 a 600 micrones, y la arena es de un 70 a 800 micrones. Entonces se dice que son similares y es adecuado el uso de aserrín para el remplazo parcial del agregado arena. Para la preparación de la

mezcla de concreto se realizó lo siguiente, se verifico los porcentajes a emplear, se realizó 4 tipos de cubo de concreto, como segundo punto se estableció un estándar específico, para asegurar la proporción o mezcla correcta que se puede producir un diseño de concreto económico, que cumpla su fuerza, durabilidad. El concreto generalmente está compuesto por agua, cemento “*agregado grueso y agregado fino*”, en esta investigación se utilizó el cemento Portland convencional, para los agregados se utilizó lo que frecuentemente se emplea, las partículas del aserrín pasaron por un tamiz 0.6 mm que contiene las mismas dimensiones de partículas con la arena. Se realizado los ensayos en laboratorio. Los resultados nos dicen que el diseño más óptimo viene a ser el 5% de remplazo de aserrín, cabe resaltar que los resultados se basan en la resistencia a la compresión obtenida, por lo tanto, la mezcla de aserrín con un 5% de remplazo es el diseño más óptimo que se puede adoptar y seguir para más investigaciones.

Según Gambo, et al. (2018, p. 4), en su artículo de investigación, “Tipos de aserrín efectivos como reemplazos parciales de agregado fino en concreto”. Desarrollo un estudio de dos tipos de aserrín, donde buscaba cuál de estos dos agregados se acoplaba para la sustitución parcial del “*agregado fino*” de una mezcla de concreto. para cada tipo de aserrín se utilizó un método de diseño, en la investigación se diseñó tres muestras de cubo de concreto, es decir se realizó una muestra de concreto control, concreto de aserrín tipo uno y concreto de aserrín tipo dos. Se elaboró las muestras en el laboratorio, posteriormente a las 24 horas de haber realizado, se pasó a curar durante 28 días según las normas técnicas, después de los 28 días de vida de las muestras. Fueron sometidas a pruebas de laboratorio para verificar sus “*propiedades mecánicas del concreto*”, en el estudio de resistencia a la compresión de las muestras elaboradas se obtuvo que el aserrín tipo 2 (Doka) es más adecuado para el remplazo parcial del agregado fino de concreto.

Según Haliza et al. (2018, p. 5), en su artículo de investigación, “Propiedades mecánicas de compresión de los compuestos de aserrín / polietileno de alta densidad bajo diversas cargas de velocidad de deformación”. Remplazo parcialmente al

agregado fino con el aserrín de madera, con la finalidad de mejorar *“las propiedades mecánicas del concreto”*, para su estudio sustituyo en porcentajes al agregado fino, como materiales para el estudio aplico, aserrín de madera, cemento portland ordinario, agregado arena de rio y piedra triturada como agregado grueso, al realizar las mezclas en moldes cilíndricas, se hizo los respetivos estudios de laboratorio, dando como resultado que el aserrín húmedo de su composición es de 37% da su densidad mínima del concreto es de (449,6 kg/m³), mientras que en la densidad máxima del concreto es de (582.8 kg/m³) esto se logra cuando el aserrín húmedo en la composición es de 17%. Por lo tanto, la resistencia mínima del concreto empleando aserrín a la composición propuesta es de 1.2MPA. La investigación concluyó que los resultados obtenidos por el estudio de resistencia a la compresión, cumplen los parámetros según el ACI para la aplicación de estructuras.

Según Singh et al. (2018, p. 3), en su artículo de investigación, *“Influence of coal bottom ash as fine aggregates replacement on various properties of concretes”*. Nos dice que, en la actualidad de ha realizado varias investigaciones para verificar el comportamiento del concreto autocompactante para ello empleaban ceniza de carbón en distintas proporciones de agregados finos. En pruebas de laboratorio de observo que la resistencia a la compresión de todas las muestras realizadas a disminuido con el aumento de ceniza de carbón, debido al cambio de material más acoplado por algo más débil. Se conoce que la ceniza de carbón es similar al polvo de carbón en lo físico mientras que en las mezclas el polvo de carbón tiene otras reacciones a la compresión. Por otro lado, la resistencia a la flexión se ha mejorado para niveles de remplazo más bajo de ceniza de carbón, la resistencia a la flexión después de los 28 días de curado se ve ventajosa ya que registra una reacción favorable.

En antecedentes nacionales tenemos a Castañeda y Escalante (2020, p. 16), en su investigación, *“aprovechamiento del aserrín para la fabricación de ladrillos ecológicos, y lograr su próxima aplicación en el Perú”*. Elaboro bloques de ladrillos de concreto, empleando aserrín de pinus eliottii, remplazando proporcionalmente al agregado fino, se utilizó un porcentaje de 25 (TI), 50 (TI), 75 (TI), 75 (TI) y 100% (TI). Para tal estudio

se elaboró 15 muestras, 5 de ellas fueron exclusivamente para las pruebas físicas y 10 de ellas para pruebas mecánicas, como resultados del estudio se obtuvo que las unidades del tipo III, empleando un 50% de aserrín, es el porcentaje más adecuado en cuanto al remplazo, rigiéndose a los estándares requeridos por la norma brasileña (NBR). Mientras aumenta los porcentajes de aserrín la resistencia del ladrillo tiende a bajar.

Según Chavarry (2018, p. 15) en su tesis, ““Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén”. Sostuvo como objetivo principal la evaluación de un concreto simple utilizando polvo de granito extraído de las partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo – Chepen. Y así de esa manera diseñar un concreto de alta resistencia, los materiales que empleo para este estudio fueron, el cemento ordinario y polvo de piedra chancada, como agregados empleo arena como agregado fino, piedra triturada como agregado grueso y agua en buen estado sin ningún contaminante. Se elaboraron probetas de concreto control y concreto con la adición de porcentajes de 5%, 10%, 15%, según las pruebas realizada en el laboratorio se obtuvieron como resultados, en la resistencia a la compresión, con el agregado del 10% la resistencia tiende a aumentar significativamente, por lo tanto, es recomendable utilizar un agregado de polvo a un 10%.

Como teoría tenemos: El aserrín: Está conformado por escombros de madera, producida al cortar, perfora, raspar. Es conocido como una sustancia orgánica. Las dimensiones de estas partículas dependen de la herramienta utilizada. Las propiedades físicas dependen del tamaño de las partículas, tienen la capacidad de retención de agua y aire. (Ahmed et al. 2018, p.1)

El carbón: La explotación del carbón generalmente es realizado de manera subterráneo, la obtención del mineral se realiza con picas y el cargue con palas. El recurso es comercializado tal y como sale de la operación minera no existe ningún procedimiento extra para que el mineral funcione adecuadamente. Ayala et al. (2019, p. 14)

El cemento portland tipo I: Se define por un material inorgánico triturado hasta alcanzar que las partículas estén diminutas, al incluir agua se forma una pasta que fragua, endurece y conserva su resistencia como también su estabilidad. Cemex, (2019, p. 2)

Agregado fino (arena de río): Está conformado por fragmentos sueltos, de diminutas partículas cuyas dimensiones de las partículas tienden a variar de 0.063 y 2 mm. El tamaño que está por debajo de los 0.063 mm hasta 0.004 mm se conoce como limo. La composición de este agregado varía sus características según el área de procedencia, como también se resalta que sus partículas pasan por la malla N° 3/8". Supermix s.a, (2021, p.1)

Agregado grueso: Está compuesto por piedras trituradas, la granulometría no debe tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más de 6% que pasa por la malla de ¼"; también conocidos como gravas, es proveniente de piedra chancada, las gravas generalmente pesan de 1600 a 1700 kg/m³. Supermix s.a, (2021, p.1)

El concreto: El concreto se obtiene después de haber mezclado una serie de materiales, como primer componente principal tenemos al cemento portland, como agregado fino a la arena de río, como agregado grueso se tiene a las gravas o piedras triturada y por último no menos importante a al agua que ayuda a unir a estos materiales y así dar forma al concreto. Umacon, s.a. (2021, p.1)

Resistencia a la compresión: Es cuando un cuerpo está sometida a fuerzas, como también es una de las características mecánicas del concreto. Generalmente se define por la capacidad de soportar cargas por unidad de área y se expresa en términos de esfuerzo en kg/cm², MPa y psi. Osorio, (2020, p.5)

Resistencia a la flexión: Se dice que un cuerpo está en flexión cuando está sometida a cargas sobre ella. Cabe resaltar que en un esfuerzo de flexión también se dan los esfuerzos de tracción y compresión. Blogger, (2015. P.5)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

EL tipo de investigación que se realizó es aplicado, se sabe que los conocimientos teóricos son indispensables para conocer leyes generales, pero se tiene que aplicar en la realidad, de esta manera hacen que mejoren nuestras vidas. Rus, (2021, p. 3)

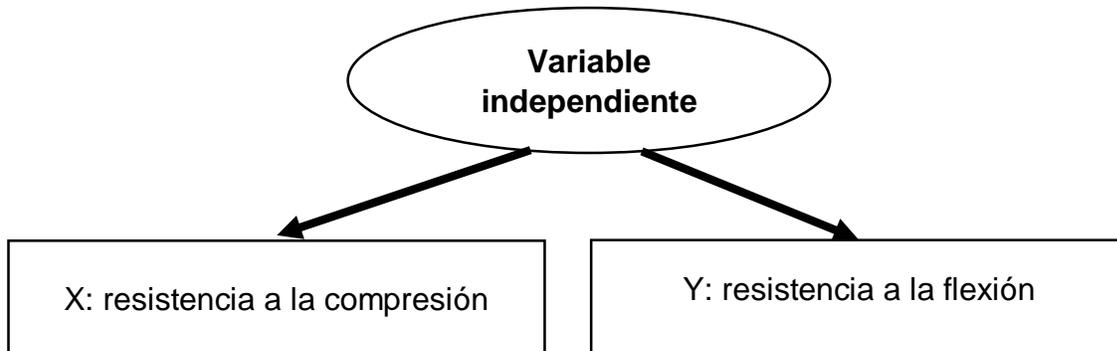
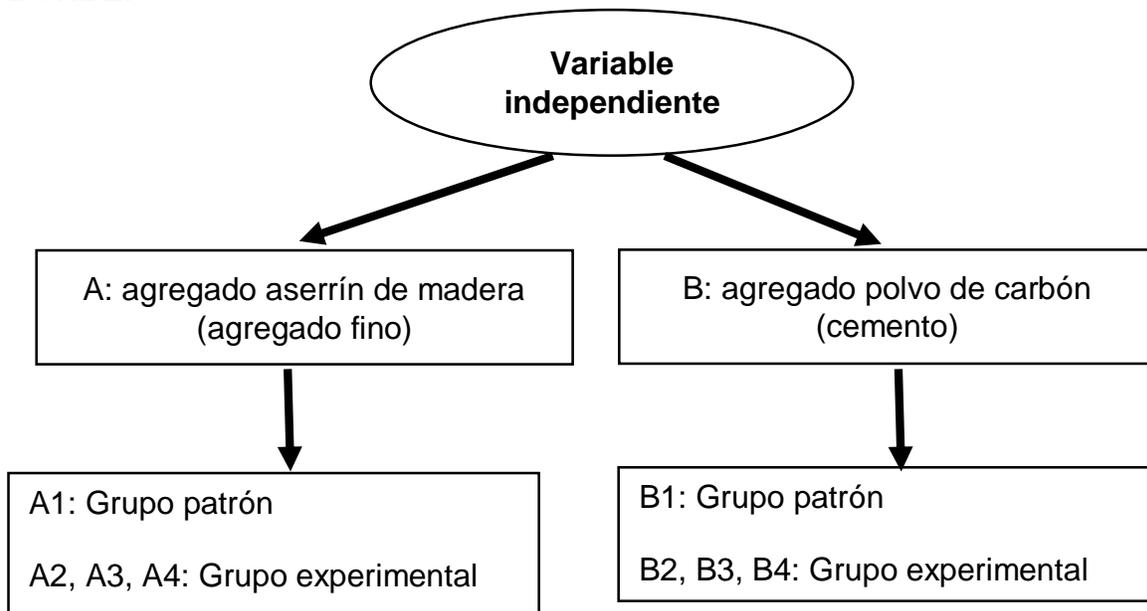
El diseño que se utilizó es experimental, de tal manera se deriva a un diseño de investigación, cuasi experimental. Ya que es una técnica estadística, este diseño consiste en manipular la variable independiente de una investigación con la finalidad de observar y medir los efectos que ocasionarían en la variable dependiente. Westricher,(2021, p. 5)

Tabla 1. Matriz de diseño experimental

Variable dependiente		Variable independiente				Agregado polvo de carbón mineral (B)
		Agregado fino de aserrín (A)				
Estudio		PATRÓN	ESTIMULO	ESTIMULO	ESTIMULO	
		0% A1	1% A2	3% A3	5% A4	
Resistencia a la compresión X	7, 14, 28 días X1	X1+A1+B1	X1+B1	X1+B1	X1+B1	PATRÓN 0% B1
		X1+A1	X1+A2+B2	X1+A3+B2	X1+A4+B2	ESTIMULO 1% B2
		X1+A1	X1+A2+B3	X1+A3+B3	X1+A4+B3	ESTIMULO 3% B3
		X1+A1	X1+A2+B4	X1+A3+B4	X1+A4+B4	ESTIMULO 5% B4
Resistencia a flexión Y	7, 14, 28 días Y1	Y1+A1+B1	Y1+B1	Y1+B1	Y1+B1	PATRÓN 0% B1
		Y1+A1	Y1+A2+B2	Y1+A3+B2	Y1+A4+B2	ESTIMULO 1% B2
		Y1+A1	Y1+A2+B3	Y1+A3+B3	Y1+A4+B3	ESTIMULO 3% B3
		Y1+A1	Y1+A2+B4	Y1+A3+B4	Y1+A4+B4	ESTIMULO 5% B4

Fuente: elaboración propia

DONDE:



3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente:

- Polvo de carbón mineral
 - Definición conceptual: El carbón según estudios se conoce que es una masa estratificada compactada de materia vegetal, su descomposición fue un proceso que llevo miles años. León, (2017, p. 1)
 - Definición operacional: Determina la dosificación de polvo de carbón mineral, para el remplazo proporcional del cemento.

- Dimensiones: % de remplazo parcial de carbón mineral.
- Indicadores: 1%, 3% y 5%.
- Escala: intervalo.
- Aserrín
 - Definición conceptual: El aserrín se conforma por unas partículas que se origina cuando la madera es aserrada. Pérez, (2021, p. 1)
 - Definición operacional: Determinar la dosificación del aserrín, para ser remplazado proporcionalmente al agregado fino del concreto.
 - Dimensiones: % de remplazo parcial de aserrín fino de madera.
 - Indicadores: 1%, 3% y 5%.
 - Escala: Intervalo

Variable dependiente:

- Resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm²
 - Definición conceptual: Se conoce que es una de las características mecánicas más principales del concreto. Como también es la capacidad de soportar una carga axial. (Cemex, 2019)
 - Definición operacional: Los ensayos serán ejecutarán en el laboratorio, la rotura de probetas nos brindara resistencia a la compresión.
 - Dimensiones: MPa y Kg/cm².
 - Indicadores: 7 días, 14 días y 28 días.
 - Escala: Intervalo
- Resistencia a la flexión del concreto 210 kg/cm²
 - Definición conceptual: Una estructura al soportar una carga con unos tercios de luz de una viga, hasta una posible falla, se estaría hablando resistencia a la flexión. (N.T.P. 339.078:2012. CONCRETO)
 - Definición operacional: Los ensayos serán ejecutarán en el laboratorio, la rotura de probetas nos brindara resistencia a la flexión.

- Dimensiones: MPa y Kg/cm².
- Indicadores: 7 días, 14 días y 28 días.
- Escala: Intervalo

Operacionalización ver **anexo 01**

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: El presente proyecto se tomó como población el conjunto de probetas, utilizando polvo de carbón mineral y aserrín de madera, en los porcentajes de 1%, 3% y 5%. Se tomaron estos porcentajes ya que en las investigaciones realizadas por distintos autores emplearon porcentajes mayores y las resistencias fueron menores, como es en el caso de Ahmed et al. (2018), utilizó los porcentajes de 5%, 10% y 15%, donde al remplazar un 15% de aserrín de madera, obtuvo una resistencia desfavorable, mientras que en el 5% de remplazo si se obtuvo resultados positivos.

Muestra: Los especímenes elaboradas a base de polvo de carbón mineral y aserrín de madera, está constituida de 18 muestras por cada variable, de la misma forma 6 conjuntos de muestras se sometieron bajo 7 días de curado, 6 muestras a los 14 días y las 6 muestras restantes a los 28 días de curado, de tal manera 6 probetas se añadieron el 1% de polvo de carbón mineral y aserrín, 6 probetas con el 3% y finalmente 6 probetas con el 5%. De tal modo para un resultado de pruebas, se conoce que es el promedio de por lo menos deben de ser 2 pruebas para cada periodo de día, y los días empleados está basado a las normas técnicas ASTM C39 y NTP 339.034. según. CEMEX – (2019)

Muestreo: Para realizar el muestreo no probalístico, con adherencias de polvo de carbón mineral y aserrín de madera, se realizó verificando las normas técnicas peruanas y el apoyo de normas internacionales, estas normas estuvieron relacionadas al diseño de concreto, con el fin de buscar la resistencia a la compresión y flexión.

Unidad de análisis:

- Probetas para un periodo de 7 días que llega a un 65% de su resistencia.
- Probeta para un periodo de 14 días que llega al 90% de su resistencia.
- Probetas para un periodo de 28 días que llega a un 99% de su resistencia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Se empleó en esta investigación la técnica de la observación directa, que se ejecutó en distintos resultados de análisis de formatos y ensayos.

- La toma de muestras de agregados; el peso unitario de los agregados, peso específico y absorción de los agregados gruesos y finos, porcentaje de vacíos, análisis granulométrico de los agregados. Según NTP 400.011:2008 (revisada el 2018) AGREGADOS, y NTP 400.012:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS.
- Diseño de mezclas. Según ACI 318S-05
- Ensayos de concreto endurecido; ensayo a la resistencia a la compresión, ensayo a la resistencia a la flexión. Según N.T.P. 339.078:2012. CONCRETO, N.T.P. 339.034:2008 (2013). CONCRETO y ACI 318S-05.

Instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Observación	Fichas y formatos de ensayo (anexos) ASTM C39, ASTM C293, ASTM C900 (ANEXOS)

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimientos

El procedimiento técnico utilizado para preparar el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con porcentajes de aserrín y carbón mineral se detallan a continuación.

Paso 1. Como primer punto para la ejecución del proyecto se hizo una recopilación de los agregados a utilizar, se detalla a continuación los agregados principales a utilizar como es el aserrín fino y polvo de carbón mineral.

El polvo de carbón mineral: Se compró los restos del carbón mineral de la cantera MONTE SION MINERA, ubicado en el parque industrial de Trujillo, La Libertad, esta empresa compra carbón de piedra mineral, al por mayor de distintas canteras como, PETITORIO MINERO ubicado en Huarochiri – Santa – Ancash, como también de la cantera de JESUS DE NAZARETH, ubicado en Coina – Usquil – Otuzco – La Libertad.



Figura 1. Recopilación del polvo de carbón mineral.

Aserrín: Se compró aserrín fino de la carpintería VERA ubicado en la urb. José Sabogal – Trujillo – La Libertad, generalmente la madera con el que traía esta carpintería es de cedro y pino.



Figura 2. Recopilación del aserrín.

Paso 2. Como segundo paso del desarrollo del proyecto, se definió el laboratorio donde se realizarán las pruebas, el laboratorio se encuentra ubicado en el distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento la libertad, el laboratorio lleva por nombre JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C. del ingeniero Carlos Javier Ramírez Muñoz.

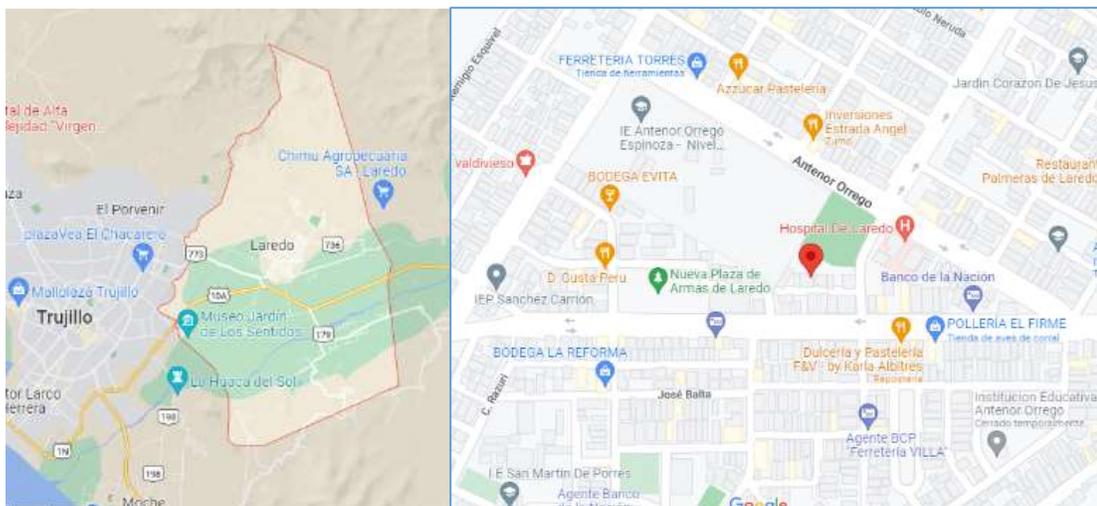


Figura 3. Ubicación del laboratorio.

Paso 3. Como tercer paso del desarrollo, se inició los trabajos en el laboratorio, donde se analizarán los agregados finos y grueso para realizar el diseño de mezcla, estos agregados fueron comprados de la cantera LEKERSA, ubicado en la provincia de Trujillo, estos procesos se detallan a continuación:

Agregado fino

Análisis granulométrico

Instrumentos: Taras, balanza, juego de tamices, lapicero y ficha técnica.

Materiales: Agregado fino.

Procedimiento: Como primer paso para realizar este estudio se tiene que pesar la muestra a utilizar, luego se preparan los tamices en este caso ordenamos los tamices desde #1/2" hasta la #200 según normativa ASTM y NTP 400.37. una vez echado el material a los tamices realizamos movimientos circulares hasta que el material pase por la malla #200 luego retiramos y el material obtenido en el plato se procede a pesar y posteriormente registrar a la ficha técnica.



Figura 4. Peso de agregado fino para realizar el análisis granulométrico.



Figura 5. Proceso de tamizado del agregado fino.

Contenido de humedad

Instrumentos: Tara, balanza, horno, lapicero y ficha técnica.

Materiales: Agregado fino.

Procedimiento: Para realizar este estudio, como primer paso se pesó las taras a utilizar (1, 2) registrando un peso de (105.0, 114.37) gr. Luego se incluyó el material húmedo a las taras registrando un peso total de (938.65, 951.49) gr. Para finalizar se metió las muestras al horno con una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, al pasar el tiempo requerido se pasó a retirar las muestras del horno para luego ser pesadas nuevamente y ser registradas en la ficha técnica del laboratorio, a continuación, mostramos las fotografías.



Figura 6. Pesamos el agregado fino para calcular el contenido de humedad.



Figura 7. Metemos el agregado fino al horno por 24 horas.



Figura 8. Sacamos del horno y pesamos el agregado fino.

Gravedad específica y absorción de agregados finos

Instrumentos: Frasco (probeta), balanza, cono y pisón, dispositivo que genere aire caliente, bandeja metálica, cuchara de albañilería y cono.

Materiales: Agregado fino y agua.

Procedimiento: El material obtenido del horno pasamos cubrirlo completamente con agua por 24 horas, luego se vota el agua cuidadosamente, al finalizar extendemos el material en la bandeja metálica para hacer el proceso de secado con ayuda de un dispositivo que genere aire caliente, una vez verificado que el material este completamente seco pasamos a llenar el molde cónico en capas, para ser apisonado con 25 golpes cada capa, al finalizar se retira el molde cónico cuidadosamente, el material deberá expandirse, luego pesamos el agregado fino seco 500.00 gr. Posteriormente pesamos el frasco con agua que viene a ser 685.32 gr. Agregamos el material por capas, en cada capa se tiene que girar de manera circular para eliminar el aire, al finalizar pesamos y nos da 994.80 gr. Todos los datos son registrados en la ficha técnica del laboratorio.



Figura 9. Cubrimos el agregado fino con agua.



Figura 10. Secamos el agregado fino.



Figura 11. Llenado del molde cónico y apisonado.



Figura 12. Pesado del molde y eliminación de aire del agregado.

Peso unitario suelto del agregado fino.

Instrumentos: Balanza, molde metálico, cuchara de albañilería, lapicero y ficha técnica.

Materiales: Agregado fino.

Procedimiento: como primer punto se pesa el molde y se anota en la ficha del laboratorio, luego realizamos el llenado del agregado fino con caída libre al molde, luego enrazamos y finalmente pesamos el molde juntamente con el agregado fino.



Figura 13. Llenado de agregado fino en el molde.

Peso unitario compactado agregado fino

Instrumentos: Balanza, molde metálico, pisón, lapicero y ficha técnica.

Materiales: Agregado fino

Procedimiento: Como primer punto se pesa el molde y se anota en la ficha del laboratorio, luego realizamos el llenado del agregado fino por capaz generalmente se realiza en 3 capas cada capa será 25 chuseadas, finalmente llenado pasamos a pesar el molde con el agregado fino.



Figura 14. Llenado y compactado del agregado fino.

Agregado grueso

Análisis granulométrico

Instrumentos: Taras, balanza, juego de tamices, lapicero y ficha técnica.

Materiales: Agregado grueso.

Procedimiento: El peso inicial del material que se considero fue de 2829.43 gr, donde paso por los tamices #2" hasta la #4 según normativa ASTM y NTP 400.37. Dando como resultado en el material que pasa en la malla #4 un peso de 0.01 gr. Como también el tamaño máximo 1" y un tamaño máximo nominal de 3/4".



Figura 15. Peso de agregado grueso para realizar el análisis granulométrico.



Figura 16. Proceso de tamizado del agregado grueso.

Contenido de humedad

Instrumentos: Tara, balanza, horno, lapicero y ficha técnica.

Materiales: Agregado grueso.

Procedimiento: Para realizar este estudio, como primer paso se pesó las taras a utilizar (1, 2) registrando un peso de (114.30, 112.80) gr. Luego se incluyó el material húmedo a las taras registrando un peso total de (1434.50, 1491.80) gr. Para finalizar se metió las muestras al horno con una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, al pasar el tiempo requerido se pasó a retirar las muestras del horno para luego ser pesadas nuevamente y ser registradas en la ficha técnica del laboratorio, se adjuntan las siguientes fotografías en el informe.



Figura 17. Pesamos el agregado grueso para calcular el contenido de humedad.



Figura 18. Metemos el agregado grueso al horno por 24 horas.



Figura 19. Sacamos del horno y pesamos el agregado grueso.

Gravedad específica y absorción de agregados gruesos

Instrumentos: Balanza, contenedor metálico, tanque de agua, tamiz #4 y horno.

Materiales: Agregado grueso y agua.

Procedimiento: El material obtenido del horno se almacena en un recipiente en donde se tiene que sumergir en el agua por un periodo de 24 horas, una vez pasado el tiempo se retira y se procede a secar con pañuelos hasta que el agregado tome un color de tono opaco, luego pasamos a pesar la muestra secada y luego de ayuda de una cuchara de albañilería pasamos a colocar el agregado al contenedor de agua donde se va determinar su masa a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, luego pasamos a sacar la muestra del contenedor para luego ser secada y puesta al horno con una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, dentro de 24 horas sacamos la muestra del horno para luego ser pesada, todo este procedimiento fue registrado en la ficha técnica del laboratorio, se detalla los procedimientos las siguientes fotografías.



Figura 20. Se sumerge el agregado grueso por 24 horas



Figura 21. Proceso de secado del agregado grueso.



Figura 22. Colocación del agregado grueso al contenedor.



Figura 23. Colocación del agregado grueso al horno.



Figura 24. Sacamos del horno y pesamos el agregado grueso.

Peso unitario suelto del agregado grueso

Instrumentos: Balanza, molde metálico, cuchara de albañilería, lapicero y ficha técnica.

Materiales: Agregado grueso.

Procedimiento: Como primer punto se pesa el molde y se anota en la ficha del laboratorio, luego realizamos el llenado del agregado grueso con caída libre al molde, luego enrazamos y finalmente pesamos el molde juntamente con el agregado grueso.



Figura 25. Llenado de agregado grueso en el molde.

Peso unitario compactado agregado grueso

Instrumentos: Balanza, molde metálico, pisón, cuchara de albañilería, lapicero y ficha técnica.

Materiales: Agregado grueso.

Procedimiento: Como primer punto se pesa el molde y se anota en la ficha del laboratorio, luego realizamos el llenado del agregado grueso por capas generalmente se realiza en 3 capas cada capa será 25 chuseadas, finalmente llenado pasamos a pesar el molde con el agregado grueso.



Figura 26. Llenado y compactado del agregado grueso.

Elaboración de probetas para realizar la prueba de compresión.

Se prepara los moldes a utilizar, se frota con gasolina la parte interior para evitar que la mezcla se pegue al molde en el momento de desencofrar, luego pasamos a realizar la mezcla con ayuda de un trompo, las mezclas son realizadas en 3 tiempos, primero con la proporción de aserrín y polvo de carbón a 1% luego a 3% y finalmente a 5%, una vez mezcladas pasamos al proceso de llenado, este proceso se realiza en 3 capas cada capa consta con 25 chuseadas para evitar las cangrejas, una vez llenada todas las probetas requeridas se guardan en un lugar cómodo para su reposo de 24 horas, luego pasamos a desencofrar y finalmente a ser curadas en un recipiente lleno de agua, las probetas estarán sumergidas al agua por 7, 14 y 28 días según normativa.



Figura 27. Realizando la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.



Figura 28. Preparando los moldes para realizar el vaciado.



Figura 29. Llenado de probetas en 3 capas y chuseado.



Figura 30. Proceso de roseado de probetas.



Figura 31. Probetas completamente llenas de concreto.



Figura 32. Curado de probetas.

Prueba de compresión de las muestras

Herramientas: Prensa, lapicero y ficha de laboratorio

Procedimiento: Al cumplir los primeros 7 días se retira las probetas del recipiente almacenado, se deja secar por unos minutos para luego ser sometidas a cargas de presión, se realiza el mismo procedimiento para el de 14 días y finalmente para el de 28 días, se muestran las fotografías adjuntas.



Figura 33. Retiro de probetas del recipiente.



Figura 34. Colocación de probeta a la prensa.



Figura 35. Rotura de probetas.

Elaboración de probetas para realizar la prueba de flexión.

Se realiza los mismos procedimientos que en el caso anterior, con la diferencia que en esta oportunidad los moldes son prismáticos, primero preparamos los moldes a utilizar, se frota con gasolina la parte interior para evitar que la mezcla se pegue al molde en el momento de desencofrar, luego pasamos a realizar la mezcla con ayuda de un trompo, las mezclas son realizadas en 3 tiempos, primero con la proporción de aserrín y polvo de carbón a 1% luego a 3% y finalmente a 5%, una vez mezcladas pasamos al proceso de llenado, este proceso se realiza en 3 capas cada capa consta con 25 chuseadas para evitar las cangrejas, una vez llenada todas las probetas requeridas se guardan en un lugar cómodo para su reposo de 24 horas, luego pasamos a desencofrar y finalmente a ser curadas en un recipiente lleno de agua, las probetas estarán sumergidas al agua por 7, 14 y 28 días según normativa. Se detallan las fotos a continuación.



Figura 36. Realizando la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.



Figura 37. Incluimos carbón a la mezcla.



Figura 38. Incluimos aserrín a la mezcla.



Figura 39. Llenado de probetas en los moldes y luego pasar a curar.

Prueba de flexión de las muestras

Herramientas: Prensa, lapicero y ficha de laboratorio

Procedimiento: Al cumplir los primeros 7 días se retira las probetas del recipiente almacenado, se deja secar por unos minutos para luego ser sometidas a cargas de presión, se realiza el mismo procedimiento para el de 14 días y finalmente para el de 28 días, se muestran las fotografías adjuntadas.



Figura 40. Probeta prismática lista para ser sometida a cargas.



Figura 41. Manipulación de prensa y rotura de probeta.

Para concluir con el procedimiento, los resultados obtenidos en el laboratorio, se procesaron en tablas para una mejor interpretación, cabe resaltar que los resultados ya sea de análisis granulométrico y entre otros figuraran en los anexos.

3.6. Método de análisis de datos

Se extrajeron los datos obtenidos del laboratorio, posteriormente se insertaron en una hoja Excel donde fueron procesados, se anotaron los resultados obtenidos de los ensayos a compresión y flexión, para poder generar gráficos, cuadros de comparación y curvas. Según los resultados obtenidos se analizaron para luego determinar si al unir el polvo de carbón mineral y el aserrín mejora la resistencia a la compresión y flexión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3.7. Aspectos éticos

Para el desarrollo de esta presente investigación, se tomó en cuenta distintos artículos de investigación como también libros que estén relacionados al tema, estos autores fueron citados según las normas ISO. Como último punto se estaría cumpliendo el reglamento interno de la universidad (guía 2020) como también se estaría cumpliendo el sílabo.

IV. RESULTADOS

Resultados de los agregados a utilizar.

Tabla 3. Datos obtenidos de los agregados.

AGREGADOS		FINO	GRUESO
Pso. unitario compactado	(kg/m ³)	1787.00	1603.00
Pso. unitario suelto	(kg/m ³)	1664.00	1357.00
Pso. específico de masa	(kg/m ³)	2561.00	2612.00
Contenido de humedad	%	1.34	0.22
Contenido de absorción	%	2.43	0.96
T. máximo nominal	pulg.	---	3/4
Módulo de fineza		2.85	---

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla

Para realizar el diseño de mezcla se utilizó el método del ACI, de los datos obtenidos en el análisis de los agregados se diseñó una mezcla donde garantizara que las propiedades mecánicas como físicas tiendan a reaccionar de manera positiva. Como principal objetivo del diseño de mezcla fue elaborar un concreto de resistencia 210 kg/cm².

A. Concreto patrón

Tabla 4. Diseño de mezcla de concreto patrón.

Dosificación		
Cemento	(kg/m³)	382.48
Agua	(L)	220.00
Agregado fino	(kg/m³)	716.70
Agregado grueso	(kg/m³)	988.01
Proporción en peso		1/1.69/2.86/24.4

Fuente: elaboración propia

B. Concreto adicionando el 1% polvo de carbón mineral y aserrín.

Tabla 5. Diseño de mezcla de concreto adicionando 1% de polvo de carbón mineral y aserrín.

Dosificación		
Cemento	(kg/m³)	378.66
Agua	(L)	220.00
Agregado fino	(kg/m³)	709.53
Agregado grueso	(kg/m³)	988.01
Polvo de carbón mineral	(kg/m³)	3.82
Aserrín	(kg/m³)	7.17
Proporción en peso		1/1.71/2.86/24.4

Fuente: elaboración propia

C. Concreto adicionando el 3% polvo de carbón mineral y aserrín.

Tabla 6. Diseño de mezcla de concreto adicionando 3% de polvo de carbón mineral y aserrín.

Dosificación		
Cemento	(kg/m³)	371.01
Agua	(L)	220.00
Agregado fino	(kg/m³)	695.20
Agregado grueso	(kg/m³)	988.01
Polvo de carbón mineral	(kg/m³)	11.47
Aserrín	(kg/m³)	21.50
Proporción en peso		1/1.74/2.86/24.4

Fuente: elaboración propia

D. Concreto adicionando el 5% polvo de carbón mineral y aserrín.

Tabla 7. Diseño de mezcla de concreto adicionando 5% de polvo de carbón mineral y aserrín.

Dosificación		
Cemento	(kg/m³)	363.36
Agua	(L)	220.00
Agregado fino	(kg/m³)	680.86
Agregado grueso	(kg/m³)	988.01
Polvo de carbón mineral	(kg/m³)	19.12
Aserrín	(kg/m³)	35.84
Proporción en peso		1/1.77/2.86/24.4

Fuente: elaboración propia

Interpretación: De las tablas mostradas anteriormente, se pueden apreciar las cantidades de los materiales a utilizar como son: Cemento, agua, agregado fino y agregado grueso, estos materiales serán empleados para la muestra patrón, como también se aprecia las cantidades de los materiales que remplazan proporcionalmente al cemento y al agregado fino como son: Polvo de carbón mineral y aserrín estos serán incluidos para elaborar el concreto experimental.

E. Resistencia a la compresión.

Tabla 8. Comparación de resultados obtenido de la prueba a compresión.

Fecha de curado	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)			
	0%	1%	3%	5%
7	210.67	211.80	229.18	211.41
14	239.44	241.88	279.05	240.91
28	254.66	269.30	285.11	261.30

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: De la tabla anteriormente mostrada se puede observar la resistencia alcanzada del concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el cual para un tiempo de curado de 28 días alcanzo una resistencia a la compresión de $f'c = 254.66 \text{ kg/cm}^2$. Sin embargo, al ser adicionado el 3% de polvo de carbón mineral y aserrín, se observa a los 28 días de curado una resistencia a la compresión de $f'c = 285.11 \text{ kg/cm}^2$, entonces afirmamos que la resistencia aumento en comparación al concreto patrón.

F. Resistencia a la flexión.

Tabla 9. Comparación de resultados obtenido de la prueba a flexion.

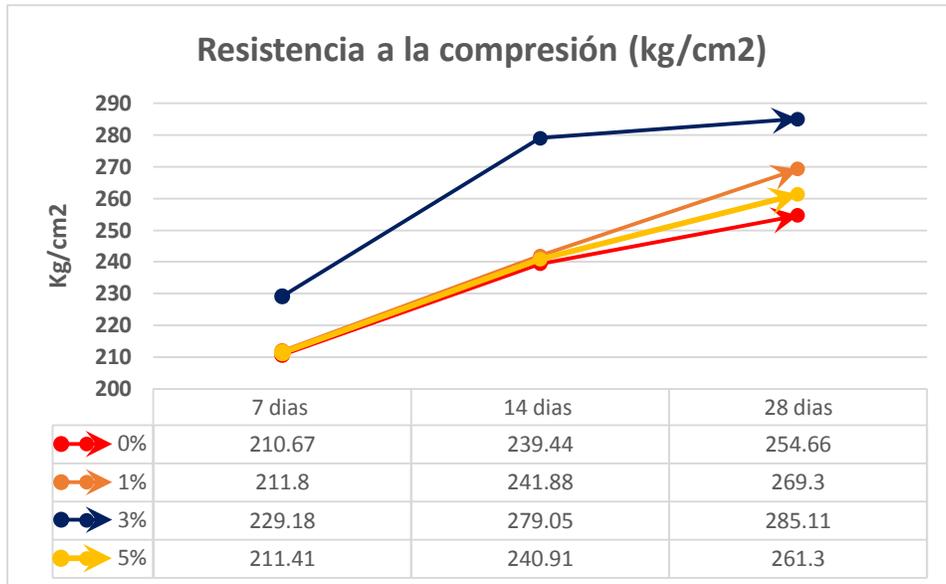
Fecha de curado	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)			
	0%	1%	3%	5%
7	20.72	22.25	23.11	23.35
14	26.67	28.60	29.92	29.97
28	32.89	34.44	36.00	36.75

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: De la tabla anteriormente mostrada se aprecia que a los 28 días de curado el concreto patrón muestra una resistencia de $M_r = 32.89 \text{ kg/cm}^2$, mientras que al adicionar polvo de carbón mineral y aserrín a un 5%, a los 28 días de curado, la resistencia tiende a aumenta de marea positiva obteniendo un $M_r = 36.75 \text{ kg/cm}^2$. Entonces afirmamos que la resistencia aumento en comparación al concreto patrón.

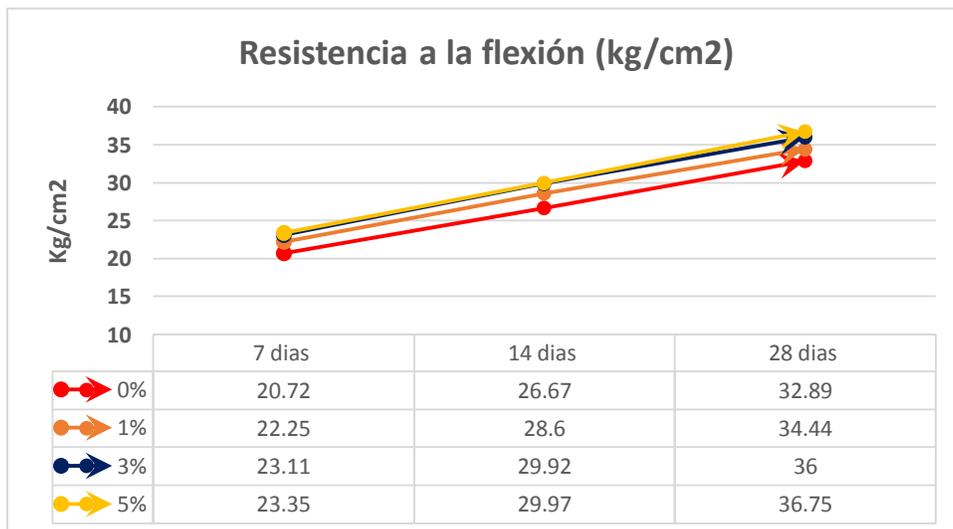
G. Rango optimo

Figura 42. Rango optimo, resistencia a la compresión.



Interpretación: De la figura 42 se muestra, que el rango más óptimo para el remplazo proporcional de los agregados finos y el cemento es de 3%, que a sus 28 días de curado alcanza una resistencia máxima de $f'c = 285 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 43. Rango optimo, resistencia a la flexión.



Interpretación: De la figura 43 se muestra, que el rango más óptimo para el remplazo proporcional de los agregados finos y el cemento es de 5%, que a sus 28 días de curado alcanza una resistencia máxima de $M_r = 36.75 \text{ kg/cm}^2$.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al primer objetivo específico “Realizar mezclas de concreto 210 kg/cm² adicionando polvo de carbón mineral y aserrín en porcentajes 1%, 3% y 5%” encontramos a Nadoury que nos mencionan en su artículo de investigación titulada “Producción de hormigón sostenible mediante aserrín”, en el cual su finalidad es buscar la variación más óptima en la resistencia del concreto cuando se incorpora el aserrín, por tal motivo se realizó esta investigación empleando distintos porcentajes de aserrín como: 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, y 30%. Cabe resaltar que el aserrín se sustituyó con el agregado fino, se estudió la resistencia a la compresión y flexión, en donde se aprecia que a medida de los días de curado las propiedades mejoran y por ende se confirma que el remplazo más óptimo es de 15% con 28 días de curado, con respecto a nuestra investigación el remplazo más óptimo es de 3% que alcanza una resistencia a la compresión de $f'_c = 285.11$ kg/cm², con 28 días de curado, mientras que para el estudio de resistencia a la flexión el rango más óptimo es de 5%.

Por otro lado tenemos a Ullah en su artículo de investigación denominada “Sensibilidad al desconchado y respuesta mecánica de un aserrín ecológico de hormigón de alta resistencia a temperaturas elevadas”, empleo un remplazo parcial del agregado fino con respecto al aserrín con los porcentajes de 5%, 10% y 15%, realizo una forma de curado distinta a lo convencional, en este caso las probetas elaboradas fueron sometidas a fuertes temperaturas elevadas de 1°C hasta 800°C, al someterlos a fuerzas de compresión se observó que al curar en una temperatura de 600°C las fisuras tienden a ser menos notorias en cuanto a los tres porcentajes empleados, por lo tanto se afirmó que el aserrín se suma a la mejora de las propiedades mecánicas de un concreto residual.

Como segundo objetivo específico “Realizar una comparación de los resultados de resistencia a la compresión y flexión para cada porcentaje agregado al concreto de polvo de carbón mineral y aserrín” tenemos a Rodríguez en su artículo de investigación titulada “Internally cured high performance concrete with magnesium based expansive agent using coal bottom ash particles as

water reservoirs” diseño un concreto que sobre pasa la resistencia convencional, en la investigación se estudiaron tres estrategias diferentes, se integraron cenizas volantes como material cementoso suplementario de baja reactividad, se realizó un curado interno con cenizas de fondo de carbón como reservorios de agua y el uso de un agente expansivo a base de óxido de magnesio. Esta investigación realizó una combinación por estos tres agentes, cabe mencionar que el curado interno mejora la expansión del óxido de magnesio debido a la falta de agua en este tipo de concreto. Teniendo en cuenta los efectos de cada estrategia de reducción de la contracción y condición de curado, se ha concluido que se recomienda el uso de cenizas volantes como material cementante suplementario. De los resultados obtenidos anteriormente mostrada se puede apreciar la resistencia promedio alcanzada del concreto tradicional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el cual para un tiempo de curado de 28 días alcanzó una resistencia a la compresión de $f'c = 254.66 \text{ kg/cm}^2$. Sin embargo, al ser adicionado el 3% de polvo de carbón mineral y aserrín, se observa a los 28 días de curado una resistencia a la compresión de $f'c = 285.11 \text{ kg/cm}^2$, entonces afirmamos que la resistencia aumentó en comparación al concreto patrón. Mientras que en la resistencia a la flexión a los 28 días de curado el concreto patrón muestra una resistencia de $M_r = 32.89 \text{ kg/cm}^2$, mientras que al adicionar polvo de carbón mineral y aserrín a un 5%, a los 28 días de curado, la resistencia tiende a aumentar de manera positiva obteniendo un $M_r = 36.75 \text{ kg/cm}^2$. Entonces afirmamos que la resistencia aumentó en comparación al concreto patrón.

Como también tenemos a Khongpermgoon en su artículo de investigación, sostuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del hormigón utilizando cenizas de fondo de carbón molida y residuos de carburo de calcio molidos. Para ello empleó los siguientes materiales, como aglutinante, se utilizó la ceniza de fondo de carbón, para la aplicación, el carbón se secó en horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 24 h. posteriormente se molió el carbón para aumentar la finura luego se pasó por el tamiz N° 325, cemento portland ordinario. Como agregados se empleó; piedra caliza triturada como agregado grueso, pasando por el tamiz N° 4, arena de río para el “agregado fino”. Se realizaron las pruebas

de laboratorio para ello se hizo 10 pruebas de concreto, con diferentes proporciones de carbón molido, dando como resultado la resistencia a la compresión del concreto, nos dice que al llegar los 28 días de curado este concreto alcanza a un 29,7MPa con un 10% más de carbón molido llega a ser un 44,3MPa.

Como tercer objetivo específico “Identificar un rango óptimo del uso de polvo de carbón mineral y aserrín en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ” donde tenemos a Wang, en su artículo de investigación titulada “Chloride binding capacity of green concrete mixed with fly ash or coal gangue in the marine environment”, incluyo en una mezcla de concreto cenizas volantes y la ganga de carbón para favorecer las propiedades mecánicas de esta. Para este estudio se empleó los materiales como aglutinantes, los cementos de este estudio fueron cemento portland ordinario, cenizas volantes y ganga de carbón, cabe resaltar que se seleccionaron cinco finuras distintas de ganga de carbón, de mallas de tamiz; N° 200, 325, 500, 1500 Y 2000, respectivamente. En agregados se empleó, arena de río y piedra natural triturada. El resultado de laboratorio según los gráficos mostrados, concluyeron que, al remplazar el cemento con desechos industriales puede ayudar a reducir el consumo de cemento, ahorrar energía y proteger el medio ambiente. En comparación con la ganga de carbón de malla 1250, 500, 325, 200, el concreto que contiene la ganga de carbón de malla 2000 tiene mayor resistencia en cuanto a la compresión, mayor resistencia a los iones de cloruro y mayor grado de resistencia a las heladas. Por lo tanto, se recomienda seleccionar malla 2000, el tamaño de partícula más pequeño de ganga de carbón, para preparar el hormigón.

Mientras que en nuestra investigación los rangos más óptimos son de 3% en caso del análisis de resistencia a la compresión y 5% en caso de la resistencia a la flexión, estas proporciones fueron consideradas para realizar es estudio, comparando con el concreto patrón se aprecia un diagnostico positivo ya que mejora las propiedades del concreto.

Como último tenemos al objetico general “Determinar el efecto del polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del

concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$." Tenemos a Haliza , en su artículo de investigación titulada "Propiedades mecánicas de compresión de los compuestos de aserrín / polietileno de alta densidad bajo diversas cargas de velocidad de deformación" remplazo parcialmente al agregado fino con el aserrín de madera, con la finalidad de mejorar "las propiedades mecánicas del concreto", para su estudio sustituyo en porcentajes al agregado fino, como materiales para el estudio aplico, aserrín de madera, cemento portland ordinario, agregado arena de rio y piedra triturada como agregado grueso, al realizar las mezclas en moldes cilíndricas, se hizo los respetivos estudios de laboratorio, dando como resultado que el aserrín húmedo de su composición es de 37% da su densidad mínima del concreto es de (449,6 kg/m³), mientras que en la densidad máxima del concreto es de (582.8 kg/m³) esto se logra cuando el aserrín húmedo en la composición es de 17%. Por lo tanto, la resistencia mínima del concreto empleando aserrín a la composición propuesta es de 1.2MPA. La investigación concluyó que los resultados obtenidos por el estudio de resistencia a la compresión, cumplen los parámetros según el ACI para la aplicación de estructuras. Mientras que en nuestro estudio al remplazar proporcionalmente los agregados obtenemos que el 3% con 28 días de curado se obtiene una resistencia a la compresión de $f'c = 285.11 \text{ kg/cm}^2$, haciendo una comparación con respecto a la muestra patrón se afirma una mejoría, por otro lado al adicionar el 5% de nuestros productos a la mezcla de concreto obtenemos una resistencia a la flexión de $M_r = 36.75 \text{ kg/cm}^2$, haciendo una comparación con la muestra patrón se observa una reacción positiva, entonces es recomendable adicionar estos productos, siguiendo las normas técnicas de diseño de mezcla de concreto.

VI. CONCLUSIONES

- De los resultados que se han presentado en el capítulo de IV, se determinó el efecto del polvo de carbón mineral y el aserrín de madera, con respecto a las resistencias mecánicas estudiadas, en el caso de la resistencia a la compresión se observó que el porcentaje empleado más favorable viene a ser el de 3% que a los 28 días de curado nos da una máxima resistencia de $f'c=285.11 \text{ kg/cm}^2$, por otro lado, tenemos a la resistencia a la flexión que el porcentaje más favorable viene a ser el 5%, que a los 28 días de curado, nos da una máxima resistencia de $M_r= 36.75 \text{ kg/cm}^2$, y por ultimo tenemos al remplazo de 1%, donde se muestra unos resultados favorables con 28 días de curado, se obtiene una resistencia de $f'c= 269.30 \text{ kg/cm}^2$, entonces confirmamos que se observó una mejoría a las propiedades mecánicas del concreto aplicando nuestros agregados industriales, como tal, la hipótesis planteada es positiva ya que los resultados obtenidos son favorables.
- Se realizó las mezclas para un concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, confirmando que los porcentajes que se deben de utilizar para la elaboración de probetas, en el caso de la resistencia a la compresión es de 3% de nuestros productos, mientras que para la resistencia a la flexión es de 5% del remplazo parcial del polvo de carbón mineral y aserrín de madera.
- Se realizó las respectivas comparaciones de los resultados obtenidos donde se puede observar la resistencia alcanzada del concreto tradicional $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, el cual para un tiempo de curado de 28 días alcanzo una resistencia a la compresión de $f'c= 254.66 \text{ kg/cm}^2$. Sin embargo, al ser adicionado el 3% de polvo de carbón mineral y aserrín de madera, se observa a los 28 días de curado una resistencia a la compresión de $f'c= 285.11 \text{ kg/cm}^2$, entonces afirmamos que la resistencia aumento en comparación al concreto patrón, mientras que en la resistencia a la flexión al adicionar polvo de carbón mineral y aserrín a un 5%, a los 28 días de curado, la resistencia tiende a aumenta de marea positiva obteniendo un $M_r= 36.75 \text{ kg/cm}^2$. Entonces afirmamos que la resistencia

aumento en comparación al concreto patrón.

- Se identificó el rango óptimo en cuanto a la resistencia a la compresión su mayor resistencia es cuando se reemplaza a un 3% de polvo de carbón mineral y aserrín, mientras que en la resistencia a la flexión su mayor resistencia es cuando se reemplaza un 5% de polvo de carbón mineral y aserrín.

VII. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los estudios realizado en esta investigación, es recomendable seguir con las dosificaciones de 3% en del estudio de resistencia a la compresión y 5% en estudios de resistencia a la flexión, ya que al ser empleado de manera errónea las propiedades mecánicas el concreto tenderán a disminuir.
- Es recomendable, realizar estudios relacionados al polvo de carbón mineral y aserrín, para así de esa manera poder mitigar el cemento y el agregado fino ya que estos agregados según estudios internacionales en un futuro su producción será disminuida, para ello es necesario tener un remplazo.
- Se recomienda seguir las normas técnicas de concreto para su elaboración, de esa manera estaremos evitando posible fallas o deficiencias del concreto.
- Se recomienda utilizar el aserrín en otros tipos de investigaciones de construcción ya que es un producto netamente común que son desechadas.
- De acuerdo al cuidado del medio ambiente, es recomendable utilizar los desperdicios de aserrín y el polvo de carbón mineral para optimizar y prevenir la contaminación de este.

REFERENCIAS

- AHMED, Wisal. et al. Effective use of sawdust for the production of eco-friendly and thermal-energy efficient normal weight and lightweight concretes with tailored fracture properties [en línea]. Marzo 2018. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85045240045&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&sid=b853fd6be6930ec7db2828ade3a8f4da&sot=b&sdt=b&sl=46&s=TITLE-ABS-KEY%28sawdust+application+to+concrete%29>

ISSN: 1016-1027

- ALABDULJABBAR, Hisham, et al. Propiedades de ingeniería del hormigón liviano activado por álcali a base de aserrín de desecho: evaluación experimental y predicción numérica [en línea]. Octubre del 2020. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: <https://www.proquest.com/docview/2467704083/fulltext/EFB58B72D07949A1PQ/2?accountid=37408>

ISSN: 19961944

- AYALA, Helcias. et al. Diagnóstico de la información ambiental y social respecto a la actividad minera y la extracción ilícita de minerales en el país [en línea]. Mayo del 2019. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/2-diagnostico-actividad-minera-y-explotacin-ilicita-expertos.pdf>

- BLOGGERU. Resistencia de materiales [en línea] 2015. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: <http://rdemateriales.blogspot.com/p/ensayo-de-flexion.html>

- CASTAÑEDA, Hugo y ESCALANTE, Mark. Aprovechamiento del aserrín para la fabricación de ladrillos ecológicos, y lograr su próxima aplicación en el Perú. Trabajo de investigación (Bachiller en ingeniería civil).
Lima: Universidad tecnológica del Perú, 2020.
Disponible: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3336/Hugo%20Casta%c3%b1eda_Mark%20Escalante_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CAPRISTAN, Garmi y IGLESIAS, César. Efecto del vidrio y viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto F'c 280 kg/cm². Tesis (ingeniero civil).
Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2021.
Disponible: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/88712/Capristan_AGA-Iglesias_ACL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CEMEX, Perú. Hablando de Cementos Portland [en línea]. Junio del 2019 [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].
Disponible: <https://www.cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland>
- CEMEX, Perú. ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? [en línea]. Abril del 2019 [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].
Disponible: <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->
- CHAVARRY, Guido. Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén. Tesis (Ingeniero Ambiental).
Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, 2018.
Disponible: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1340/1/TL_Chavar

[ryBoyGuido.pdf.pdf](#)

- CHEN, Tung.Tsan. et al. Mechanical properties and ultrasonic velocity of lightweight aggregate concrete containing mineral powder materials [en línea]. Octubre del 2020. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].
Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820315555>
ISSN: 119550
- DOLMATOV. et al. La resistencia del hormigón de aserrín, producido sin agregados minerales [en línea] 2019. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].
Disponible: <https://eds.s.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=f90ec090-42d6-436e-a64e-7472904e2cb7%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=137160379&db=edb>
- GAMBO, et al. Tipos de aserrín efectivos como reemplazos parciales de agregado fino en concreto [en línea] 2018. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].
Disponible: <https://eds.p.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=7ec0e430-e5a7-440a-b1c2-df70472b101d%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=edsair.78975075580c..00accd03ed9b0a41df4fe40050621e07&db=edsair>
- HALIZA et al. Propiedades mecánicas de compresión de los compuestos de aserrín / polietileno de alta densidad bajo diversas cargas de velocidad de deformación [en línea] 2018. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].
Disponible: <https://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=94ceadb2->

[58ac-45e6-8141-ad6872157c60%40sdc-v-
sessmgr02&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=1294
92527&db=teh](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820312447)

- KHONGPERMGOSON, Penpichcha. et al. The mechanical properties and heat development behavior of high strength concrete containing high fineness coal bottom ash as a pozzolanic binder [en línea] agosto del 2020. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820312447>

ISSN: 119239

- MUTHUSAMY, Kharunisa. et al. Coal bottom ash as sand replacement in concrete [en línea]. Marzo del 2020. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061819329599>

ISSN: 117507

- NADOURY. Producción de hormigón sostenible mediante aserrín [en línea]. Mayo del 2021. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: [https://eds.p.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=4bb088c5-48b7-4438-9f6f-](https://eds.p.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=4bb088c5-48b7-4438-9f6f-7ab0be03bea9%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=153075291&db=iih)

[7ab0be03bea9%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=153075291&db=iih](https://eds.p.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=4bb088c5-48b7-4438-9f6f-7ab0be03bea9%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=153075291&db=iih)

ISSN: 2712-8172

- N.T.P. 339.078:2012. CONCRETO

Disponible: https://kupdf.net/download/ntp-339078-ensayo-de-flexionpdf_5bc7cd13e2b6f5c848d97b35_pdf

- NURUL, Huda. et al. Hormigón utilizando aserrín como reemplazo parcial de arena: ¿Es fuerte y no pone en peligro la salud? [en línea] enero del 2019. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: <https://www.proquest.com/docview/2276908594/abstract/EFB58B72D07949A1PQ/3?accountid=37408>

ISSN: 22747214
- LEON, castilla. Carbón. [en línea] 2017. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: <https://energia.jcyl.es/web/es/biblioteca/carbon.html>
- OPISO, Einstine. et al. Efectos de las cenizas volantes de carbón y el aserrín fino sobre el rendimiento del hormigón permeable [en línea] noviembre del 2020. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844019364436>

ISSN: e02783
- OSORIO, Jesús. Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión. [en línea] enero, 2021. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion/>
- PÉREZ, Julián. Definición de aserrín [en línea] 2021. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: <https://definicion.de/aserrin/>

- PLOTNIKOV, Nikolay y BUROVA, Olga. Parámetros óptimos de propiedades físicas y mecánicas del hormigón de aserrín [en línea]. Febrero del 2021. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].
 Disponible: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85103464214&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=9c12ee4b052948e82db6397f0a3d7885&sot=b&sdt=b&sl=31&s=TITLE-ABS-KEY%28sawdust+concrete%29&relpos=3&citeCnt=0&searchTerm>
 ISSN: 04007
- QIN, Yinghong, et al. Evaluación del desempeño del concreto permeable con biocarbón pulverizado como reemplazo del cemento [en línea]. Mayo 2021. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].
 Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946521000913>
 ISSN: 104022
- RODRÍGUEZ, Roberto, et al. Internally cured high performance concrete with magnesium based expansive agent using coal bottom ash particles as water reservoirs [en línea]. Agosto 2020. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].
 Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006182030982X>
 ISSN: 118977
- REVISTA, Granulometría de la arena. Mexico, 11(5) enero 2018.
 ISSN: 260155
- SEUNGWON, Kim. et al. Durabilidad y características mecánicas del hormigón capturado de carbón activado a base de escoria de alto horno con respecto al

contenido de cemento [en línea]. Marzo del 2020. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: <https://www.proquest.com/docview/2382230793/622E0F3E1894143PQ/15?accountid=37408>

ISSN: 20763417

- SINGH, Navdeep. et al. Influence of coal bottom ash as fine aggregates replacement on various properties of concretes [en línea]. Noviembre del 2018. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344918302763>

ISSN: 257271

- SUPARNA, Dugal, et al. Estudio y análisis de la variación en el comportamiento de las propiedades mecánicas del hormigón armado con polvo de carbono frente al hormigón convencional [en línea]. Marzo del 2020. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: <https://www.proquest.com/docview/2431086911/622E0F3E1894143PQ/1?accountid=37408>

ISSN: 112277

- SUPERMIX s.a. Agregados para la construcción y minería [en línea] 2021 [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible:

<https://www.supermix.com.pe/agregado/#:~:text=1.,la%20desintegraci%C3%B3n%20de%20las%20rocas.>

- UMACON, s.a. ¿Cuál es la diferencia entre cemento, concreto, hormigón y hormigón armado? [en línea] julio, 2021 [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].

Disponible: <http://www.umacon.com/noticia.php/es/diferencias-entre-cemento-concreto-hormigon-y-hormigon-armado/430>

- ULLAH, Ehsan, et al. Sensibilidad al desconchado y respuesta mecánica de un aserrín ecológico de hormigón de alta resistencia a temperaturas elevadas [en línea]. Octubre del 2020. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820316615>
ISSN: 119656
- WANG, Yuanzhan. et al. Chloride binding capacity of green concrete mixed with fly ash or coal gangue in the marine environment [en línea]. Mayo del 2020. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].
Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820300118>
ISSN: 118006
- WANG, Yuanzhan. et al. Mechanical properties and chloride permeability of green concrete mixed with fly ash and coal gangue [en línea] febrero del 2020. [fecha de consulta: 08 de noviembre del 2021].
Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061819326182>
ISSN: 117166

ANEXOS

ANEXO 01: GUIA DE MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 10. Matriz de operacionalización.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	
VARIABLE INDEPENDIENTE	Polvo de carbón mineral	El carbón según estudios se conoce que es una masa estratificada compactada de materia vegetal, su descomposición fue un proceso que llevo miles años. (León, c. 2017)	Determina la dosificación de polvo de carbón mineral, para el remplazo proporcional del cemento.	% de remplazo parcial de carbón mineral.	1% 3% 5%	Intervalo
	Aserrín	El aserrín se conforma por unas partículas que se origina cuando la madera es aserrada, (Pérez, J. 2021)	Determinar la dosificación del aserrín, para de esa manera ser remplazado proporcional al agregado fino del concreto.	% de remplazo parcial de aserrín fino de madera	1% 3% 5%	Intervalo
VARIABLE DEPENDIENTE	Resistencia a la comprensión	Se conoce que es una de las características mecánicas más principales del concreto. Como también es la capacidad de soportar una carga axial. (Cemex, 2019)	Los ensayos serán ejecutaran en el laboratorio, la rotura de probetas nos brindara resistencia a la compresión.	MPa Kg/cm2	7 días 14 días 28 días	Intervalo
	Resistencia a la flexión	Una estructura al soportar una carga con unos tercios de luz de una viga, hasta una posible falla, se estaría hablando resistencia a la flexión. (N.T.P. 339.078:2012. CONCRETO)	Los ensayos serán ejecutaran en el laboratorio, la rotura de probetas nos brindara resistencia a la flexión.	MPa Kg/cm2	7 días 14 días 28 días	Intervalo

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 02: FICHAS DE VALIDACION

VALIDACIÓN INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Informe de opinión sobre instrumento de **VALIDACIÓN** de investigación científica

1. Datos generales

Apellido y nombre del experto: SEVILLANO OTINIANO, MARCO ANTONIO

Institución donde labora: MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO DE CHALLAS

Especialidad: INGENIERO CIVIL

Instrumento de evaluación: Ensayos de resistencia a la compresión y flexión, ensayo de contenido de humedad, ensayo granulométrico, ensayo de peso unitario de los agregados, ensayo de porcentaje de absorción, ensayo de peso específico.

2. Aspectos de validación

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Los instrumentos y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, en todas sus dimensiones en indicadores de conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el reconocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la variable: polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivo de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENSIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable:					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL		48				

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valida ni aplicable)

3. Opinión de aplicabilidad

Está presente investigación puede generar un impacto positivo en la búsqueda de optimizar el uso de cemento y agregado fino, si los resultados a obtener no son favorables para el uso estructural, se le puede aplicar para pavimento rígido.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

FIRMA DEL EXPERTO



VALIDACIÓN INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Informe de opinión sobre instrumento de **VALIDACIÓN** de investigación científica

1. Datos generales

Apellido y nombre del experto: DÍAZ VILCA, LUIS ALBERTO

Institución donde labora: INVERSIONES MORENO E.I.R.L

Especialidad: INGENIERO CIVIL

Instrumento de evaluación: Ensayos de resistencia a la compresión y flexión, ensayo de contenido de humedad, ensayo granulométrico, ensayo de peso unitario de los agregados, ensayo de porcentaje de absorción, ensayo de peso específico.

2. Aspectos de validación

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Los instrumentos y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, en todas sus dimensiones en indicadores de conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el reconocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la variable: polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivo de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENSIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable:					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL		49				

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valida ni aplicable)

3. Opinión de aplicabilidad

Se conoce que esta investigación esta netamente enfocado en el uso estructural, caso contrario se obtienen resultados negativos, se le puede emplear en como un concreto simple, como solados y entre otros.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

49

FIRMA DEL EXPERTO



Luis Alberto Diaz Villalón
ING. CIVIL
CIP 04509

VALIDACIÓN INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Informe de opinión sobre instrumento de **VALIDACIÓN** de investigación científica

1. Datos generales

Apellido y nombre del experto: MENDOZA PLASENCIA, JESÚS ALBERTO

Institución donde labora: MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO DE CHALLAS

Especialidad: INGENIERO CIVIL

Instrumento de evaluación: Ensayos de resistencia a la compresión y flexión, ensayo de contenido de humedad, ensayo granulométrico, ensayo de peso unitario de los agregados, ensayo de porcentaje de absorción, ensayo de peso específico.

2. Aspectos de validación

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Los instrumentos y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en todas sus dimensiones en indicadores de conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el reconocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la variable: polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivo de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENSIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable:					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		47				

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valida ni aplicable)

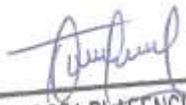
3. Opinión de aplicabilidad

Está presente investigación puede generar un impacto positivo en la búsqueda de optimizar el uso de cemento y agregado fino, si los resultados a obtener no son favorables para el uso estructural, se le puede aplicar para pavimento rígido.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

FIRMA DEL EXPERTO



MENDOZA PLASENCIA JESUS ALBERTO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 259060

ANEXO 03: TECNICAS Y RECOLECCION DE DATOS

Formatos de laboratorio



Objetivo general en la presente investigación se tiene que determinar el efecto del polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

1. Análisis granulométrico de agregados NTP 400.12/MCT E-204

- **PROYECTO**
- **SOLICITANTE**
- **UBICACIÓN**
- **FECHA**

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :

MATERIAL : PROFUNDIDAD : COORDENADAS UTM: E: N:

PROGRESIVA :

Tamices	Abertura	Peso	% Retenido	% Retenido	%Que	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	En mm.	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	NTP 400.037	
1/2"	12.500					100	Peso de inicial seco : gr
3/8"	9.500					100	Peso lavado seco: gr
N° 4	4.750					95 – 100	Peso material que paso #200 : gr
8	2.360					80 – 100	
16	1.180					50 - 85	TAMAÑO MAXIMO:
30	0,600					25 – 60	MODULO DE FINEZA
50	0,300					10 – 30	:
100	0,150					2 – 10	
200	0,075						Observación:
FONDO							
Total							



Objetivo general en la presente investigación se tiene que determinar el efecto del polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

2. Ensayos de agregados, humedad y gravedad específica

- PROYECTO
- SOLICITANTE
- UBICACIÓN
- FECHA

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :

MATERIAL : PROFUNDIDAD : COORDENADAS UTM: E: N:

PROGRESIVA :

CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185

TARA	1	2	3
Peso tara (gr)			
Peso tara + material húmedo (gr)			
Peso tara + material seco (gr)			
Peso del agua (gr)			
Peso de muestra seco (gr)			
Humedad %			

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS – GRUESOS

(NORMA MTC-250, NTP 400.022: AASHTO T-84)

Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)
(gr)

Peso frasco + agua
(gr)

Peso frasco + agua + A
(gr)

Peso de Mat + agua en el frasco
(gr)

Vol. De masa + vol. De vacío
(gr)

Pe. De mat. Seco en (105°C)
(gr)

Vol. Masa (gr)

Base seca

Base saturada

Pe. Ap. Base seca

Porcentaje de absorción

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

Pe bulk (base seca) %
Pe bulk (base saturada)
Pe aparente (base seca)
Porcentaje de absorción



Objetivo general en la presente investigación se tiene que determinar el efecto del polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3. Peso unitario suelto y compactado agregado fino y grueso.

- PROYECTO
- SOLICITANTE
- UBICACIÓN
- FECHA

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :

MATERIAL : PROFUNDIDAD : COORDENADAS UTM: E: N:
PROGRESIVA :

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO (ASTM D2216, MTC E 203, NTP 400.017)

	Peso molde :		
	Volumen molde :		
Muestra	1	2	3
Peso de molde + muestra (gr)			
Peso de molde (gr)			
Peso de la muestra (gr)			
Volumen (cm ³)			
Peso unitario del suelo (gr/cm ³)			

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP)

	Peso molde :		
	Volumen molde :		
Muestra	1	2	3
Peso de molde + muestra (gr)			
Peso de molde (gr)			
Peso de la muestra (gr)			
Volumen (cm ³)			
Peso unitario del suelo (gr/cm ³)			

PESO UNITARIO AGREGADO FINO

Peso unitario suelto
Peso unitario compactado



Objetivo general en la presente investigación se tiene que determinar el efecto del polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

4. Ensayo de resistencia a la compresión.

- PROYECTO
- SOLICITANTE
- UBICACIÓN
- FECHA

Procedencia: _____

N° de orden y código de la probeta	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad en días	Carga kg	Resistencia máxima $f'c(\text{kg/cm}^2)$	Porcentaje obtenido (%)
N° Descripción						

CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	M1	M2	M3	M4	-
LARGO :					-
ANCHO :					-
ALTO :					-
AREA BRUTA PROMEDIO					-
	-	-	-	-	-



Objetivo general en la presente investigación se tiene que determinar el efecto del polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

5. Ensayo de resistencia de la flexión.

- PROYECTO
- SOLICITANTE
- UBICACIÓN
- FECHA

Procedencia: _____

N° de orden y código de la probeta	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad en días	Carga kg	Resistencia máxima $f'c(\text{kg/cm}^2)$	Porcentaje obtenido (%)
N° Descripción						

CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

MUESTRA	M1	M2	M3	M4	-
LARGO :					-
ANCHO :					-
ALTO :					-
AREA BRUTA PROMEDIO					-
	-	-	-	-	-

ANEXO 04: CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1463-2021
Pág. 1 de 3

INSTRUMENTO	: PRENSA CONCRETO
MARCA	: PYS EQUIPOS
MODELO	: STYE-2000
N° SERIE	: 2002021
RANGO DE MEDICION	: 0 – 100.000 kgf
SOLICITANTE	: JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
DIRECCION	: JR. LOS DIAMANTES NRO. 365 URB. SANTA INES LA LIBERTAD – TRUJILLO.
CLASE DE PRECISION	: 1
FECHA DE CALIBRACION	: 2021-11-23
METODO DE CALIBRACION	: Comparación Directa
LUGAR DE CALIBRACION	: LAB. DE MECANICA, DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS, Y MATERIALES.



- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no es responsable de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

EIP

Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. Metrología

Angel Perez B

Calibrado por:
Angel Perez B
Dpto. Metrología

Carlos Javier Ramirez Muñoz

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1463-2021

Pág. 2 de 3

TRAZABILIDAD : CELDA DE CARGA
Marca : KELI
Serie N° : 91
Capacidad : 2000KN (nominal)

INDICADOR DIGITAL
Marca : HIGH-WEIGH
Modelo : 315-X5
Serie N° : 0332565



La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 238-21 A

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Error de Exactitud : 0.07 %
Error de repetibilidad : 0.20 %
Resolución : 0.100 %


Carlos Javier Ramirez Muruz
Ingeniero Civil
CIP 140874

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma Internacional ISO 7500-1 la máquina de ensayos se encuentra clasificada

La MAQUINA descrita CUMPLE con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma ASTM E74-06 y se procedió a aplicar valores de carga indicados en la página 4. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga de celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario implementar un programa de comprobación continua de la MAQUINA con patrones adecuados.
2. Se debe implementar un programa de aseo permanente para la MAQUINA. Esto con el fin de tratar de garantizar un correcto funcionamiento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1463-2021

Pág. 3 de 3

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Lectura Máquina (Fi)			Lectura del patrón			
			1(ASC)	2(ASC)	3(ASC)	PROMEDIO LECTURAS
%	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	10197	100.00	99.93	100.03	99.83	99.93
20	20395	200.00	199.86	199.96	199.86	199.86
30	30592	300.00	300.08	300.18	299.99	300.08
40	40789	400.00	400.01	400.01	399.92	400.01
50	50987	500.00	500.24	500.14	500.14	500.14
60	61184	600.00	600.27	600.17	600.17	600.17
70	71381	700.00	700.39	700.49	700.19	700.39
80	81579	800.00	800.22	800.42	800.12	800.22
90	91776	900.00	900.25	900.35	900.15	900.25
100	101973	1000.00	1000.38	1000.47	1000.47	1000.47
Lectura máquina después de la fuerza			0	0	0	—



Lectura Máquina (Fi)			Cálculo de errores relativos		Resolución	Incertidumbre
			Exactitud	Repetibilidad		
%	kgf	kN	a(%)	b(%)	a(%)	U(%)
10	10197	100.00	0.07	0.20	0.100	0.272
20	20395	200.00	0.07	0.05	0.050	0.245
30	30592	300.00	-0.03	0.07	0.033	0.244
40	40789	400.00	0.00	0.02	0.025	0.241
50	50987	500.00	-0.03	0.02	0.020	0.241
60	61184	600.00	-0.03	0.02	0.017	0.241
70	71381	700.00	-0.06	0.04	0.014	0.241
80	81579	800.00	-0.03	0.04	0.012	0.241
90	91776	900.00	-0.03	0.02	0.011	0.240
100	101973	1000.00	-0.05	0.01	0.010	0.240
Error de cero fo (%)			0	0	No aplica	Error máx. cero(fo)=0.00

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CP 140574



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

I.F-1183-2021

Pág. 1 de 3

INSTRUMENTO : PRENSA C.B.R.
FABRICANTE : PYS EQUIPOS
MODELO : PYS145
NÚMERO DE SERIE : 207
PROCEDENCIA : NACIONAL
RANGO DE MEDICION : 0 - 5000 kgf
SOLICITANTE : JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
CLASE DE PRECISION : 1
FECHA DE CALIBRACION : 2021-11-23
METODO DE CALIBRACION : Comparación Directa
LUGAR DE CALIBRACION : Laboratorio PYS EQUIPOS



- Este certificado expresa solamente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite es responsable de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.

EIP
Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. Metrología

Angel Perez B
Calibrado por:
Angel Perez B
Dpto. Metrología

Carlos Javier Ríos Muñoz
Carlos Javier Ríos Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140874



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1183-2021

Pág. 2 de 3

TRAZABILIDAD:

PATRÓN DE CALIBRACIÓN	Celda de carga	KELJ
	Número de Serie	5V51168
	Capacidad	10000 kg
	Indicador Digital	HRWEIGH
	Modelo	315-X5
	Número de serie	0215533
	Resolución	0.1kg



La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 238-21 B

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Error de Exactitud	: 0.200 %
Error de repetibilidad	: 0.060 %
Resolución	: 0.020 %



Carlos Javier Palacios Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional ISO 7500-1 la máquina de ensayos se encuentra clasificada

La MAQUINA descrita CUMPLE con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma ASTM E74-06 y se procedió a aplicar valores de carga indicadas en la página 4. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga de celda mediante una gate hidráulica en serie con la celda patrón.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario implementar un programa de comprobación continua de la MAQUINA con patrones adecuados.
2. Se debe implementar un programa de aseo permanente para la MAQUINA. Esto con el fin de tratar de garantizar un correcto funcionamiento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1183-2021

Pág. 3 de 3

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Lectura Máquina (Fi)			Lectura del patrón			PROMEDIO LECTURAS
%	kgf	kN	1(ASC) Kgf	2(ASC) Kgf	3(ASC) Kgf	
10	500	4.9	498.80	499.10	499.00	499.00
20	1000	9.8	999.80	1000.10	999.90	999.90
30	1500	14.7	1500.30	1500.60	1500.10	1500.30
40	2000	19.6	2000.50	2000.90	2000.30	2000.50
50	2500	24.5	2500.80	2501.30	2500.50	2500.80
60	3000	29.4	3001.30	3001.70	3000.90	3001.30
70	3500	34.3	3501.70	3502.30	3501.40	3501.70
80	4000	39.2	4002.50	4002.80	4002.30	4002.50
90	4500	44.1	4503.70	4503.90	4503.50	4503.70
100	5000	49.0	5004.30	5004.70	5004.10	5004.30
Lectura máquina después de la fuerza			0	0	0	—



Lectura Máquina (Fi)			Cálculo de errores relativos		Resolución a(%)	Incertidumbre U(%)
%	Kgf	kN	Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)		
10	500	4.9	0.200	0.080	0.020	0.243
20	1000	9.8	0.010	0.030	0.010	0.241
30	1500	14.7	-0.020	0.033	0.007	0.241
40	2000	19.6	-0.025	0.030	0.005	0.241
50	2500	24.5	-0.032	0.032	0.004	0.241
60	3000	29.4	-0.043	0.027	0.003	0.241
70	3500	34.3	-0.049	0.026	0.003	0.241
80	4000	39.2	-0.062	0.012	0.002	0.240
90	4500	44.1	-0.082	0.009	0.002	0.240
100	5000	49.0	-0.086	0.012	0.002	0.240
Error de cero lo (%)			0	0	No aplica	Error más de cero(±)0.00



Carlos Javier Ramirez Muño
Ingeniero Civil
CP: 140814



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1734-2021

DESTINATARIO : JVC CONSULTORIA Y GEOTECNIA S.A.C.
 DIRECCIÓN : LAS LOS DIAMANTES R.R.O: 365 URB. SANTA INES LA LIBERTAD - TRUJILLO
 FECHA : 2021-11-23
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LAB. DE MECÁNICA, DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS, Y MATERIALES

MARCA : NI CAPACIDAD MÁXIMA : 200 g
 N° DE SERIE : 204 DIV. DE ESCALA (d) : 0.01 g
 MODELO : MH-200 DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 0.01 g
 TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO : NO INDICA
 CLASE : II CAPACIDAD MÍNIMA : 0.1 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 316 - CM - M - 2020

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-011



INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	22.6	22.6		70	70

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140874

Medición N°	Carga L1 = 100.00g			Carga L2 = 200.00g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	100.00	0.005	0.000	200.00	0.005	0.000
2	100.00	0.005	0.000	200.00	0.005	0.000
3	100.00	0.006	-0.001	200.00	0.005	0.000
4	100.00	0.006	-0.001	200.00	0.006	-0.001
5	100.00	0.005	0.000	200.00	0.005	-0.001
6	100.00	0.006	-0.001	200.01	0.006	0.009
7	100.00	0.005	0.000	200.00	0.005	0.000
8	100.01	0.006	0.009	200.00	0.007	-0.002
9	100.00	0.006	-0.001	200.00	0.006	-0.001
10	100.00	0.005	0.000	200.00	0.006	-0.001

$E = I + \Delta I - AL - L$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
100.00	0.010	0.03
200.00	0.011	0.03

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS SRL.
- El usuario es responsable de la calibración de las instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración un intervalo de 06 meses dependiendo del uso y utilización de la misma.



Calle 4, Mz P1 Lt 09 Urb. Virgen del Rosario - Lima 21
 Telf. 485 3873 Cel. 945 183 033 / 945 101 311 / 970 055 980
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	22.6	22.6

	Inicial	Final
H.R. (%)	70	70

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀			Determinación del Error Corregido E _c				E. M. P. ± (g)		
	Carga Mínima* (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)		E (g)	E _c (g)
1	0.10	0.10	0.005	0.000	60.00	60.00	0.005	0.000	0.000	0.02
2		0.10	0.005	0.000		60.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
3		0.10	0.005	0.000		60.01	0.007	0.006	0.006	0.02
4		0.10	0.005	0.000		60.00	0.005	0.000	0.000	0.02
5		0.10	0.005	0.000		59.99	0.004	-0.009	-0.009	0.02

* Valor entre 0 y 10g

$$E = l + \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_0$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	22.7	22.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	70	70

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0.10	0.10	0.005	0.000						
0.50	0.50	0.005	0.000	0.000	0.50	0.005	0.000	0.000	0.01
1.00	1.00	0.006	-0.001	-0.001	1.00	0.005	0.000	0.000	0.01
10.00	10.00	0.006	-0.001	-0.001	10.00	0.005	0.000	0.000	0.01
20.00	20.00	0.005	0.000	0.000	20.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
50.00	50.00	0.006	-0.001	-0.001	50.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
80.00	80.00	0.006	-0.001	-0.001	80.00	0.005	0.000	0.000	0.02
110.00	110.00	0.006	-0.001	-0.001	110.00	0.005	0.000	0.000	0.03
140.00	140.00	0.005	0.000	0.000	140.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03
170.00	170.00	0.006	-0.001	-0.001	170.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03
200.00	200.01	0.007	0.006	0.006	200.01	0.007	0.006	0.006	0.03

$$E = l + \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_0$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura $K = 2$, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$$U = 6 \text{ mg} \cdot (1,3 \times 10^{-6})$$

EPP
Revisado por:
Elaí Pozo S
Dpto. Metrología

Angel Perez Barroso
Calibrado por:
Angel Perez Barroso
Dpto. Metrología

Carlos Javier Hernandez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 142674



**ANEXO 05: RESULTADOS DE
GRANULOMETRÍA PARA
AGREGADOS GRUESO Y FINO
PESO UNITARIO
PESO ESPECÍFICO**

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
NTP 400.012 / MTC E 204

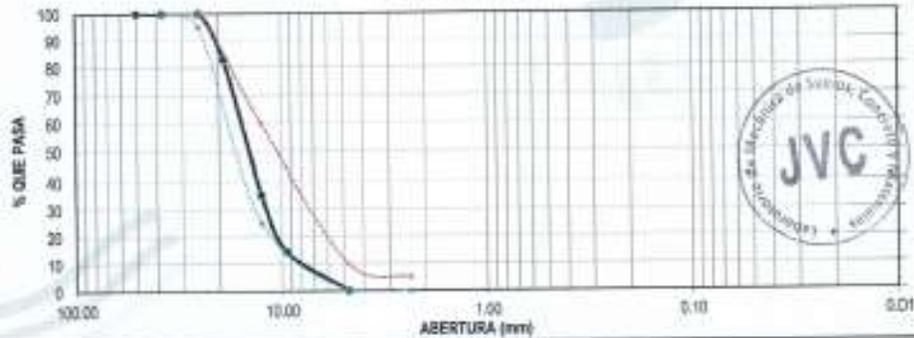
PROYECTO : EFECTO DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL ASERRIN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO (f_{cd} = 210 kg/cm²)
SOLICITANTE : SEGUNDO RICHAIR VÁSQUEZ TANTAS
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA : CANTERA LEÑERSA
MATERIAL : PIEDRA PROFUNDIDAD : ---- m COORDENADA UTM : E: ---- N: ----
PROGRESIVA : ----

Tamizos ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de inicial seco : 2829.43 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	TAMAÑO MÁXIMO : 1"
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL : 3/4"
3/4"	19.00	496.30	17.19	17.19	82.81	-	MUSO 57 ASTM 33
1/2"	12.50	1347.90	47.64	64.83	35.17	25 - 60	
3/8"	9.50	565.31	20.89	85.51	14.49	0 - 10	
Nº 4	4.75	409.70	14.48	99.99	0.01	0 - 0	
FONDO		0.22	0.01	100.00	0.00		
Total		2829.43	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO				
PROYECTO :	EFECTO DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL ASERRIN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$			
SOLICITANTE :	SEGUNDO RICAR VÁSQUEZ TANTAS			
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD			
FECHA :	MAYO DEL 2022			
DAIOS DEL ENSAYO				
MUESTRA :	CANTERA :	LEONISA		
MATERIAL :	PIEDRA :	PROFUNDIDAD :	COORDENADA UTM :	E : N :
PROGRESIVA :	----			
PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)				
			Peso Molde :	5362.40 gr
			Volumen Molde :	9500.65 cm ³
Muestra		1	2	3
Peso de molde + muestra (gr)		18279.00	18315.00	18248.00
Peso de molde (gr)		5362.40	5362.40	5362.40
Peso de la muestra (gr)		12916.60	12952.60	12885.60
Volumen (cm ³)		9500.65	9500.65	9500.65
Peso unitario suelto (gr/cm ³)		1.36	1.36	1.36
PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)				
			Peso Molde :	5381.46 gr
			Volumen Molde :	9500.65 cm ³
Muestra		1	2	3
Peso de molde + muestra (gr)		20918.00	20900.00	20837.00
Peso de molde (gr)		5362.40	5362.40	5362.40
Peso de la muestra (gr)		15555.60	15537.60	15474.60
Volumen (cm ³)		9500.65	9500.65	9500.65
Peso unitario compactado (gr/cm ³)		1.63	1.63	1.63
PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO	1.36 gr/cm ³	1367 Kg/m ³		
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.63 gr/cm ³	1603 Kg/m ³		
*** Muestra e identificación realizada por el solicitante				



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Nicovito de los Angeles Aguirre Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

ENSAYOS DE AGREGADOS: CONTENIDO DE HUMEDAD Y GAVEDAD ESPECIFICA

PROYECTO : EFECTO DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL ASERRÍN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO f_{ck} 210 kg/cm²
SOLICITANTE : SEGUNDO RICAR VÁSQUEZ TANTAS
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	CAJONERA	LETERA	
MATERIAL	PIEDRA	PROFUNDIDAD	COORDENADA UTM: E: N:
PROGRESIVA			

CONTENIDO DE HUMEDAD
MTP 308.185

TARA	1	2	3
Peso tara (gr)	114.30	112.60	
Peso tara + Material húmedo (gr)	1434.50	1491.80	
Peso tara + Material seco (gr)	1431.37	1489.30	
Peso del agua (gr)	3.13	2.70	
Peso de material seco (gr)	1317.07	1376.30	
Humedad %	0.24%	0.20%	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESO
(NORMA MTC E-204, MTP 400.021; AASHTO T-85)

Peso Mat.Sat. Sep. Seco (En Aire) (gr)	2520.00	2520.00
Peso Mat.Sat. Sep. Seco (En Agua) (gr)	1552.88	1560.75
Vol. de masa + vol de vacíos (gr)	947.11	940.21
Peso material seco en estufa (135 °C) (gr)	2475.76	2476.96
Vol de masa (gr)	922.81	925.81
P _s bulk (Base seca)	2.614	2.626
P _s bulk (Base saturada)	2.640	2.634
P _a aparente (Base Seca)	2.683	2.675
Porcentaje de absorción	0.98%	0.94%

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.22%
P _s bulk (Base seca)	2.612
P _s bulk (Base saturada)	2.637
P _a aparente (Base Seca)	2.679
Porcentaje de absorción	0.96%

*** Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

[Firma]
Ing. Victoria Iv. Angeles Aguirre Diaz
GERENTE GENERAL

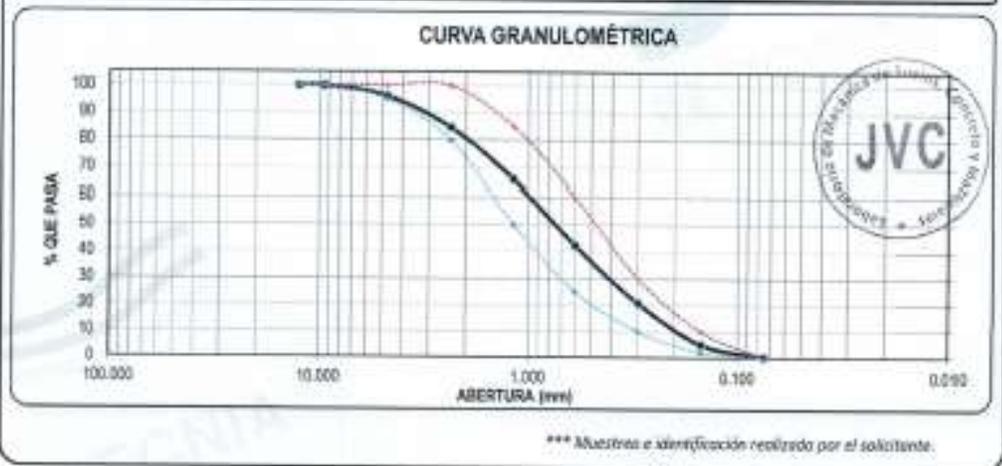
[Firma]
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 146574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 385 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971482979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 / MTC E 204							
PROYECTO :	EFECTO DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL ASERRÍN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO f'or 210 kg/cm ²						
SOLICITANTE :	SEGUNDO RICAR VÁSQUEZ TANTAS						
UBICACIÓN :	TRUJILLO - LA LIBERTAD						
FECHA :	MAYO DEL 2022						
DATOS DEL ENSAYO							
MUESTRA :	CANTERA	LEXERSA					
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD :	----	m	COORDENADA UTM: E:	----	
PROGRESIVA :	----						
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación NTP 400.037	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
10"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de Inicial seco : 1191.74 gr
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso lavado seco : ----- gr
No#1	4.750	46.75	3.92	3.92	96.08	95 - 100	Peso Material que pasa #200 : 2.57 gr
8	2.360	136.75	11.47	15.40	84.50	80 - 100	
16	1.180	223.04	18.72	34.11	65.89	50 - 85	TAMAÑO MÁXIMO : 3/8"
30	0.800	281.85	23.65	57.76	42.24	25 - 60	MÓDULO DE FINEZA : 2.85
50	0.300	296.72	25.54	79.31	20.69	10 - 30	Observación :
100	0.150	186.37	15.64	94.94	5.06	2 - 10	
200	0.075	57.89	4.84	99.78	0.22		
FONDO		2.57	0.22	100.00	0.00		
Total		1191.74	100.0				



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Ricardo de los Angeles Aparicio Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



ENSAYOS DE AGREGADOS HUMEDAD Y GAVEDAD ESPECIFICA

PROYECTO : EFECTO DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL ASERRÍN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc= 210 kg/cm²
 SOLICITANTE : SEGUNDO RICAR VÁSQUEZ TANTAS
 UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	CANTERA	LENERIA	
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD : IS COORDENADA UTM: E: N:
PROGRESIVA :		

CONTENIDO DE HUMEDAD
MTP 339.185.2015

TARA		1	2
Peso tara	(gr)	105.80	114.37
Peso tara + Material húmedo	(gr)	538.05	551.46
Peso tara + Material seco	(gr)	527.74	540.38
Peso del agua	(gr)	10.31	11.11
Peso de material seco	(gr)	421.94	429.27
Humedad %		1.33%	1.35%

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS
(NORMA MTC 8-205, NTP 490.632: AASHTO T-84)

Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	(gr)	500.00	500.00	500.00
Peso Frasco + agua	(gr)	685.32	685.32	685.32
Peso Frasco + agua + A	(gr)	1185.32	1185.32	1185.32
Peso del Mat. + agua en el frasco	(gr)	684.80	684.80	684.70
Vol de masa + vol de vacío	(gr)	190.52	190.72	190.62
Pc. De Mat. Seco en estado (105°C)	(gr)	487.55	487.88	488.18
Vol de masa	(gr)	176.03	176.40	176.79
Pc bulk (Base seca)		2.568	2.527	2.566
Pc bulk (Base saturado)		2.624	2.622	2.625
Pc aparente (Base Seca)		2.738	2.734	2.721
Porcentaje de absorción		2.66%	2.83%	2.22%

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.34%
Pc bulk (Base seca)		2.561
Pc bulk (Base saturado)		2.62
Pc aparente (Base Seca)		2.73
Porcentaje de absorción		2.43%

*** Muestra e identificación realizada por el solicitante



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Ricardo Rojas Aguirre Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 142874



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO FINO

PROYECTO : EFECTO DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL ASERRÍN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO $f'_{c} > 210 \text{ kg/cm}^2$
 SOLICITANTE : SEGUNDO RICHAR VÁSQUEZ TANTAS
 UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA : MAYO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	CANTERA	LETERA			
MATERIAL	ARENA	PROFUNDIDAD	----	#	COORDENADA UTM : E: ---- M: ----
PROGRESIVA	----				

**PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO
(ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)**

Muestra	Peso Molde		Volumen Molde	
	1	2	3	
Peso de molde + muestra (gr)	7322.90	7294.00	7115.00	2558.60 gr
Peso de molde (gr)	2908.90	2908.90	2908.90	2848.950 cm ³
Peso de la muestra (gr)	4753.40	4725.40	4186.40	
Volumen (cm ³)	2849.90	2849.90	2849.90	
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1.67	1.66	1.67	

**PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO
(ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)**

Muestra	Peso Molde		Volumen Molde	
	1	2	3	
Peso de molde + muestra (gr)	7579.00	7553.00	7647.00	2568.60 gr
Peso de molde (gr)	2933.00	2933.00	2933.00	2848.950 cm ³
Peso de la muestra (gr)	5110.40	5080.40	5679.40	
Volumen (cm ³)	2849.90	2849.90	2849.90	
Peso unitario compactado (gr/cm ³)	1.79	1.78	1.78	

PESO UNITARIO AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO	1.68 gr/cm ³	1664 Kg/cm ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.79 gr/cm ³	1787 Kg/cm ³

*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Ricardo de los Angeles Aguirre Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

**ANEXO 06: DISEÑO DE MEZCLA
PARA
CONCRETO F'C= 210 KG/CM2**

DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO (REFERENCIA COMITÉ 211 DEL AG)	
PROYECTO	EFECTO DEL POLVO DE CARBÓN NEGRO Y EL AEROSO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLUJÓN DEL CONCRETO Fm 70 kg/cm ²
ELABORANTE	INGENIERO ROYAL VÁSQUEZ TORRES
RESPONSABLE	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	TRUJILLO - LA UNIDAD
FECHA	MAYO DEL 2022

DATOS DE CÁMERA
RESISTENCIA DE DISEÑO 210 KG/CM² - CEMENTO III/VI
 CÁMERA AGRIGADO FINO : LEÑERSA
 CÁMERA AGRIGADO GRUESO : LEÑERSA

RESISTENCIA DISEÑO	f _d =	210	kg/cm ²	
RESISTENCIA DE CÁLCULO	f _u =	307	kg/cm ²	FORMULA 3.3.2
A) INFORMACION DE MATERIALES				
A. AGRIGADO GRUESO				
01.- Peso Unitario compactado seco	1022.00	kg/m ³		
02.- Peso Unitario suelto seco	1267.00	kg/m ³		
03.- Peso específico de masa	3012.00	kg/m ³		
04.- Contenido de humedad	1.20	%		
05.- Contenido de abolladura	1.00	%		
06.- Tamaño máximo nominal	30	mm		
B. AGRIGADO FINO				
07.- Peso Unitario compactado seco	1107.00	kg/m ³		
08.- Peso Unitario suelto seco	1364.00	kg/m ³		
09.- Peso específico de masa	2881.00	kg/m ³		
10.- Contenido de humedad	1.30	%		
11.- Contenido de abolladura	1.40	%		
12.- Módulo de finura	2.85			
C. CEMENTO				
13.- Pórtland Tipo	1	kg/m ³		
14.- Porcentaje de finura	3.10	kg/m ³		
15.- Peso específico	1500	kg/m ³		
D. AGUA				
16.- Fuente	Platina			
17.- Tipo	ATP 250.00			
17.- peso específico	1000	kg/m ³		
E) DISEÑO				
1.- BUNP				
Coeficiente	Factor			
Absorción	2 a 4	kg/agua		
2.- CONTENIDO DE AREA ASAFADO				
Tamaño máximo nominal	30	mm		
Areá	2.2	%		
3.- CONTENIDO DE AGUA				
contenido de agua	30	kg		
4.- PESO DE AGRIGADO GRUESO				
Módulo de finura apropiado (m)	1.80			
Volumen de agregado grueso	0.127 m ³			
Peso de agregado grueso	96.36 kg			
5.- RELACIÓN AGUA CEMENTO (Porcentaje)				
Resistencia de cálculo	207	kg/cm ²		
Resistencia AC	1.50			
6.- CONTENIDO DE CEMENTO				
Contenido cemento	30	kg		
Factor cemento	1.50	kg/agua		
7.- VOLUMEN DE AGRIGADO FINO				
Cemento	0.127	m ³		
Agua	0.256	m ³		
Areá	0.200	m ³		
Agregado grueso	0.171	m ³		
Volumen de agregado fino	0.270	m ³		
Peso de agregado fino	102.22 kg			

Página 1 de 2

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Placencia de los Angeles Aponte Diaz
 GERENTE GENERAL

Ing. Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 C# 142514

DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO
(REFERENCIA COMITÉ 211 DEL AGI)

PROYECTO	EFFECTO DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL ASERRÍN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fm 216 kg/cm ²
SOLICITANTE	REDUNDO RICAR VÁSQUEZ TAYAS
RESPONSABLE	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	08/10/2027

I.- DISEÑO EN ESTADO SECO	
Cemento	382.48 kg
Agregado fino	776.70 kg
Agregado grueso	886.01 kg
Agua	270.08 L
8.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	
Agregado fino	776.087 kg
Agregado grueso	886.014 kg
10.- APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA	
Agregado fino	-7.708 L
Agregado grueso	-7.260 L
Agua en agregados	-15.004 L
11.- AGUA EFECTIVA	
Cantidad de agua	225.054 L
II) DOSIFICACIÓN DE MEZCLA	
12.- DOSIFICACIÓN EN PESO	
Cemento	382.48 kg
Agregado fino	776.70 kg
Agregado grueso	886.01 kg
Agua	270.08 L
13.- DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	
Cemento	0.88 m ³
Agregado fino	0.421 m ³
Agregado grueso	0.728 m ³
Agua	0.220 m ³
14.- RELACIÓN A/C DE OBRA	
	0.58



EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
1	1.01	2.30	0.88

FOR M³

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
1	1.00	2.80	24.4

Ultimilla

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- * Prohíbese la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, condiciones por humedad y absorción, la humedad de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de áridos.

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Aguilar Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 07: ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



**CERTIFICADO DE COMPRESIÓN
 NTP 339.034**

OBRA : EFECTO DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL ASERRIN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fc= 210 Kg/cm²
SOLICITANTE : SEGUNDO RICHAR VÁSQUEZ TRINTE
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
EMISIÓN DE INFORME : MAYO DEL 2022

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

N°	Elemento	Resist. diseño Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (Días)	Diámetro cm	Longitud cm	Relación L/D	Factor de corrección	Carga		Sección cm ²	Resistencia Fc Kg/cm ²	Tipo de falla
			Elaboración	Rotura						KN	Kgs.			
01	CONCRETO PATRÓN	210 Kg/cm ²	14/03/2022	21/03/2022	7	14.30	30.00	2	0.999	360.70	30775.36	174.27	293.67	5
02	CONCRETO PATRÓN	210 Kg/cm ²	14/03/2022	21/03/2022	7	16.20	30.00	2	0.999	345.56	30230.73	181.46	150.09	5
03	CONCRETO PATRÓN	210 Kg/cm ²	14/03/2022	29/03/2022	14	15.20	30.00	2	0.999	426.91	43461.22	191.46	238.94	5
04	CONCRETO PATRÓN	210 Kg/cm ²	14/03/2022	29/03/2022	14	14.90	30.00	2	0.999	499.23	41729.18	174.31	230.06	5
05	CONCRETO PATRÓN	210 Kg/cm ²	14/03/2022	11/04/2022	28	14.80	30.00	2	0.999	435.90	44446.72	174.37	254.00	5
06	CONCRETO PATRÓN	210 Kg/cm ²	14/03/2022	11/04/2022	28	16.20	30.00	2	0.999	462.66	46116.72	181.46	254.11	5



Observaciones: Las probetas se realizaron con diámetros de ensayo (Densad Dens A = 60) en la parte superior e inferior.
 Las Pruebas de resistencia fueron elaboradas por el laboratorio, el Laboratorio solo realizó el ensayo de la compresión.

ESQUEMA MAGNA DE ESTUPE

MARKA JVC (SOLICITANTE) Nº MARCA: 2000033
 CAPACIDAD: 100.000 kg
 COMERCIO DE CALIBRACIÓN: (A 0489-2611-008-11-0001)
 LABORATORIO AUTORIZADO POR OSINORMIT



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Víctor Los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL


Carlos Jivier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CP 140574



CERTIFICADO DE COMPRESION NTP 339.034														
OBRA		EFECTO DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL AGRIERIN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO f _{cc} = 210 kg/cm ²												
SOLICITANTE		SEGUNDO RICAR VASQUEZ SANTAS												
UBICACION		TRUJILLO - LA LIBERTAD												
FECHA DE INFORME		18/03/2022												
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO														
N°	PROBETA CLASIFICA Elemento	Resistencia kg/cm ²	Fecha de Retiro		Edad (días)	Diámetro cm	Longitud cm	Relación L/D	Factor de corrección	Carga		Sección cm ²	Resistencia f _c kg/cm ²	Tipo de falla
			Elaboración	Retiro						KN	Kpa			
01	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBÓN MINERAL Y AGRIERIN	210 kg/cm ²	15/03/2022	23/03/2022	7	15.15	30.00	2	0.989	361.55	3626.48	179.08	222.26	5
02	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBÓN MINERAL Y AGRIERIN	210 kg/cm ²	15/03/2022	23/03/2022	7	15.10	30.00	2	0.989	372.24	3767.31	179.08	211.82	5
03	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBÓN MINERAL Y AGRIERIN	210 kg/cm ²	15/03/2022	30/03/2022	14	15.20	30.00	2	0.996	418.55	4289.74	181.45	228.02	5
04	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBÓN MINERAL Y AGRIERIN	210 kg/cm ²	16/03/2022	30/03/2022	14	15.20	30.00	2	0.990	430.87	4328.01	181.45	241.26	5
05	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBÓN MINERAL Y AGRIERIN	210 kg/cm ²	15/03/2022	13/04/2022	28	15.20	30.00	2	0.989	489.52	4975.28	181.45	267.41	5
06	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBÓN MINERAL Y AGRIERIN	210 kg/cm ²	15/03/2022	13/04/2022	28	15.20	30.00	2	0.988	479.72	4875.01	181.45	269.30	5
Observaciones:		<p>Las pruebas se realizaron con alfileres de resistencia (blanco grado A - 482) en la parte superior e inferior.</p> <p>Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.</p>												
TIPO DE FALLA DE RESISTENCIA														
<small> MARCA PROTEGIDA DE DISEÑO 2003/002 CERTIFICADO DE CALIFICACION - 17-2003-002 (24-12-2002) LABORATORIO NACIONAL DE ENSAYOS </small>														

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Gerente General
 Ing. Víctor de los Angeles Aguilar Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier
 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP: 140574





CERTIFICADO DE COMPRESIÓN
NTP 339.034

OBRA : EFECTO DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL ASERRÍN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO Fm= 210 kg/cm²

SOLICITANTE : SEGUNDO RICHAR VÁSQUEZ TANTAS

UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD

EMISIÓN DE INFORME : MAYO DEL 2022

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

N°	ELEMENTO	Resist. característica kg/cm ²	Fecha de Retiro		Edad (días)	Diámetro cm	Longitud cm	Relación L/D	Factor de corrección	Carga		Resistencia f _c kg/cm ²	Tipo de Lata	
			Elaboración	Retiro						KN	Kgs			
01	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	19/03/2022	23/03/2022	7	15.18	30.00	2	0.989	432.89	41261.97	179.09	226.16	5
02	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	18/03/2022	23/03/2022	7	15.20	30.00	2	0.989	406.70	41471.20	181.46	228.52	5
03	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	16/03/2022	30/03/2022	14	15.20	30.00	2	0.989	497.08	50087.25	191.40	279.05	5
04	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	16/03/2022	30/03/2022	14	15.20	30.00	2	0.989	498.10	50771.08	191.46	274.01	5
05	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	16/03/2022	13/04/2022	28	15.18	30.00	2	0.989	550.37	51022.75	179.06	294.83	5
06	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	16/03/2022	13/04/2022	28	15.20	30.00	2	0.989	507.68	51798.40	181.46	285.11	5

Observaciones : Las probetas se realizaron con estereotipos de resaca (Dureza Dureza A = 65) en la parte superior e inferior.
Las probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

UNIDAD DE MEDIDA DE RESISTENCIA
MARCA: PVS EQUIPOS S/ R SERIE: 0003031
CAPACIDAD: 300 000 kg
CERTIFICACION DE CALIBRACION: U-0445-2011-03-01-0102
GARANTIA: 0500 METROS CUBICOS PVS 000303100

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Ricardo de los Angeles Aguilar Diaz
GERENTE GENERAL

JVC
Carlos Enrique Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



ANEXO 08: ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN



CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
MTP 395.979 / MTC E 709

OBJA : EFECTO DEL POLVO DE CARBON MINERAL Y EL ASERRIN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DEL CONCRETO $f_{cm} = 210 \text{ Kg/cm}^2$
SOLICITANTE : EDUARDO RICHMI VASQUEZ TANTAS
DIRECCION : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA DE INFORME : MAYO DEL 2022

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE PROBETAS PRISMATICAS DE CONCRETO

N°	Elemento	Carga R. Compresion kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Longitud cm	Ancho cm	Altura cm	Lit. lbs entre apoyos cm	Carga			Resistencia M Kg/cm ²
			Elaboración	Rotura						KN	Kgs.	Lbs.	
01	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBON MINERAL Y ASERRIN	210 Kg/cm ²	17/03/2022	24/03/2022	7	50.84	15.24	15.24	45.00	15.78	3711.06	3712.23	21.75
02	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBON MINERAL Y ASERRIN	210 Kg/cm ²	17/03/2022	24/03/2022	7	50.84	15.24	15.24	45.00	17.15	1748.81	3887.98	22.25
03	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBON MINERAL Y ASERRIN	210 Kg/cm ²	17/03/2022	21/03/2022	14	50.84	15.24	15.24	45.00	21.78	2221.03	4986.51	28.20
04	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBON MINERAL Y ASERRIN	210 Kg/cm ²	17/03/2022	21/03/2022	14	50.84	15.24	15.24	45.00	22.00	2360.42	4986.21	28.50
05	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBON MINERAL Y ASERRIN	210 Kg/cm ²	17/03/2022	14/04/2022	28	50.84	15.24	15.24	45.00	25.23	2874.07	6396.04	34.00
06	CONCRETO PATRON + 1% DE CARBON MINERAL Y ASERRIN	210 Kg/cm ²	17/03/2022	14/04/2022	28	50.84	15.24	15.24	45.00	25.57	2709.34	6075.08	34.44

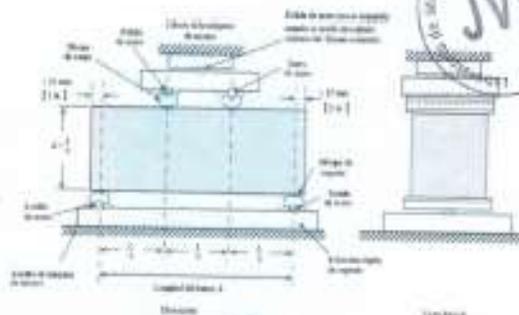
Observaciones: Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el laboratorio solo realizó el ensayo a la flexión.
 El laboratorio se portó en la elaboración, a lo largo de los especímenes de ensayo.

Calculo el módulo de rotura

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

En donde:

- M_r : es el módulo de rotura, en Kg/cm².
- P : Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en Kg.
- L : Es la luz libre entre apoyos, en cm.
- b : Es el ancho promedio de la viga, en cm.
- h : Es la altura promedio de la viga, en cm.
- NOTA 2: El peso de la agua no está incluido en los cálculos antes detallados.



IMPRESION DEL INFORME
 MARCA PRODUCCION BY SDR 200002
 CAPACIDAD 500000 kg.
 CERTIFICADO CALIFICADO - LF 444-001 - 08-10-2002
 LABORATORIO METEOROLOGICO Y GEOTECNICO

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. *[Firma]*
 Ing. *[Firma]* y *[Firma]* **Agustin Diaz**
GERENTE GENERAL

[Firma]
Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 142874





CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCOS DEL TRAMO
NTP 336.078 / NTC 6 708

OBJETO: EFECTO DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL AUMENTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO (F_{cd} 278 kg/cm²)
SOLICITANTE: SEBASTIÁN RICHAR VÁSQUEZ SANTAS
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD
EMISIÓN DE INFORME: MAYO DEL 2022

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PROBETAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO

PROBETA PRISMÁTICA	Diseño N.º	Fecha de Rotura		Edad (días)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Las fibras entre apoyos (cm)	Carga			Resistencia (kg/cm ²)	
		Comprobación (kg/cm ²)	Elaboración						Rotura	EN	Kgs		Lbs
01	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	17/03/2022	24/03/2022	7	50.84	15.24	15.24	45.00	17.83	1918.13	4208.28	22.11
02	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	17/03/2022	24/03/2022	7	50.84	15.24	15.24	45.00	17.46	1780.40	3925.10	22.09
03	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	17/03/2022	31/03/2022	14	50.84	15.24	15.24	45.00	23.08	2353.47	5188.91	26.92
04	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	17/03/2022	31/03/2022	14	50.84	15.24	15.24	45.00	22.91	2305.54	5082.85	26.31
05	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	17/03/2022	14/04/2022	28	50.84	15.24	15.24	45.00	27.77	2831.71	6242.35	30.00
06	CONCRETO PATRÓN + 3% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 kg/cm ²	17/03/2022	14/04/2022	28	50.84	15.24	15.24	45.00	27.40	2800.10	6173.15	29.80

Observaciones: Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la flexión. El laboratorio no participó en la elaboración, ni en el control de los experimentos de ensayo.

Cálculo el módulo de rotura

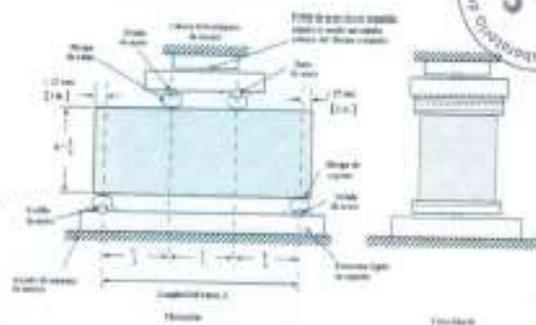
$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

En donde:

- M_r: es el módulo de rotura, en Kg/cm².
- P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en Kg.
- L: Es la luz libre entre apoyos, en cm.
- b: Es el ancho promedio de la viga, en cm.
- h: Es la altura promedio de la viga, en cm.
- NOTA 2: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados.

INFORMACIÓN DEL EQUIPO

MARKA: PRS 200000 307 0000 0000
 CAPACIDAD: 200000 kg
 CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN: LA 3000 0017 00 11 0000
 LABORATORIO CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Víctor Aguirre Díaz
 GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CEP 140574

CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
NTP 308.078 / MITC E 709

OBRA : EFECTOS DEL POLVO DE CARBÓN MINERAL Y EL ASERRÍN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO f_{ck} = 210 kg/cm²
PROYECTANTE : SEBASTIÁN FLORES VASQUEZ TAYAS
DISEÑADOR : TRUJILLO - LA LIBERTAD
EMISIÓN DE INFORME : MAYO DEL 2022

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRUEBAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO

PRUEBA PRISMÁTICA	Diseño N°	Fecha de fabrica		Edad (días)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Luz libre entre apoyos (cm)	Carga			Resistencia M _r (kg/cm ²)	
		Elaboración	Recepción						KN	Kgs.	Lbs.		
01	CONCRETO PATRÓN + 5% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 Kg/cm ²	21/03/2022	28/03/2022	7	50.84	15.24	15.24	45.00	18.01	1830.48	4048.14	23.35
02	CONCRETO PATRÓN + 5% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 Kg/cm ²	21/03/2022	28/03/2022	7	50.84	15.24	15.24	45.00	17.97	1822.40	4039.75	23.30
03	CONCRETO PATRÓN + 5% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 Kg/cm ²	21/03/2022	04/04/2022	14	50.84	15.24	15.24	45.00	23.12	2357.55	5197.50	29.97
04	CONCRETO PATRÓN + 5% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 Kg/cm ²	21/03/2022	04/04/2022	14	50.84	15.24	15.24	45.00	23.80	2344.25	5166.28	29.80
05	CONCRETO PATRÓN + 5% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 Kg/cm ²	21/03/2022	18/04/2022	28	50.84	15.24	15.24	45.00	28.38	2890.95	6373.20	36.75
06	CONCRETO PATRÓN + 5% DE CARBÓN MINERAL Y ASERRÍN	210 Kg/cm ²	21/03/2022	18/04/2022	28	50.84	15.24	15.24	45.00	28.47	2892.50	6370.28	36.70

Observaciones: Las Pruebas de ensayos fueron realizadas por el laboratorio, el laboratorio solo realizó el ensayo a la flexión.
 El Aserrín no participó en la elaboración, si en el ensayo de los especímenes de ensayo.

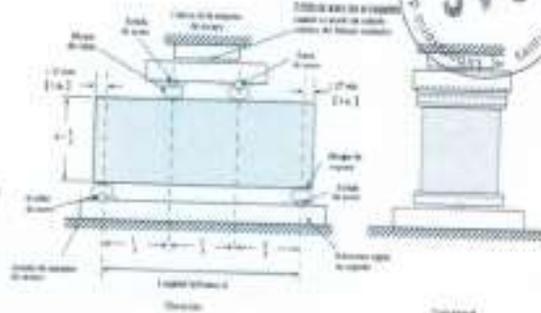
Cálculo el módulo de rotura:

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

En donde:

- M_r es el módulo de rotura, en Kg/cm²
 - P - Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en Kg
 - L - Es la luz libre entre apoyos, en mm
 - b - Es el ancho promedio de la viga, en cm
 - h - Es la altura promedio de la viga, en cm
- NOTA 2: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes mencionados.

DATOS GENERALES DE LA OBRA
 MARCA: PROYECTOS (P) (S) (S) (S) (S)
 CAPACIDAD: 100 000 kg
 FECHA DE EMISIÓN DE LA CERTIFICACIÓN: 01 - MAYO 2022 (20-11-2022)
 LABORATORIO: JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Víctor de los Angeles Aguilar Díaz
 GERENTE GENERAL

JVC
 Carlos Javier Romero Muñoz
 Ingeniero Civil

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ASCOY FLORES KEVIN ARTURO, 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 del polvo de carbón mineral y el aserrín en la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c= 210$ kg/cm²", cuyo autor es VASQUEZ TANTAS SEGUNDO RICHA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, 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, 12 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ASCOY FLORES KEVIN ARTURO DNI: 46781063 ORCID: 0000-0003-2452-4805	Firmado electrónicamente por: KASCOY el 12-11- 2022 09:16:20

Código documento Trilce: TRI - 0439022