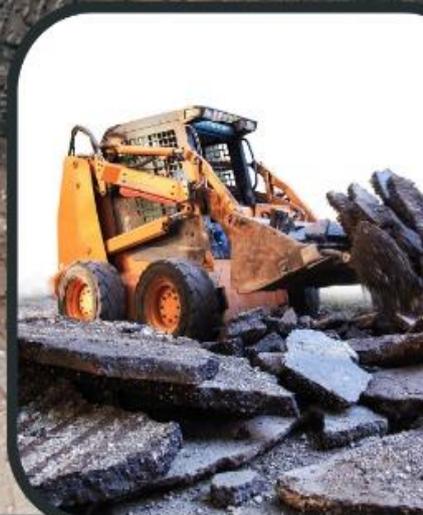


INVESTIGACIONES DE INGENIERIA CIVIL



AUTORES:
SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA
HANS MEJÍA GUERRERO
CCORI SIELLO VEGA NEYRA



INVESTIGACIONES DE INGENIERIA CIVIL

Investigaciones de ingeniería Civil



Editorial

Investigaciones de ingeniería es una publicación editada por la Universidad
Tecnocientífica del Pacífico S.C.

Calle Morelos, 377 Pte., Col. Centro, CP: 63000. Tepic, Nayarit; México

Tel. (311)373 9787

<https://www.editorial-utp.com/>

<https://libros-utp.com/index.php/editorialutp/index>

Registro RENIECYT: 1701267

Derechos Reservados © Diciembre 2022. Primera Edición digital.

ISBN:

978-607-8759-37-8

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización bajo ninguna circunstancia, salvo autorización expresa y por escrito de la Universidad Tecnocientífica del Pacífico S.C.

Libro resultado de investigación y con proceso de revisión por pares externos.

DEDICATORIA

Esta investigación es un aporte a la ingeniería civil y está dedicada a los estudiantes del taller de titulación de la UCV por su constante esfuerzo en poder aportar a la ciencia.

INDICE

DEDICATORIA	I
ÍNDICE	II
INTRODUCCIÓN	III
CAPITULO I: Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica con incorporación de fibra de caucho4
CAPITULO II: Calidad del material de base para las calles de la Provincia Sullana.....	16
CAPITULO III: Coloración natural del ladrillo artesanal utilizando limadura de hierro.....	30
CAPITULO IV: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ sometido a diferentes temperaturas de curado para pavimentos rígidos.....	.41
CAPITULO V: Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto utilizando plantas amazónicas en el Perú.....	.63

INTRODUCCIÓN

La investigación en la actualidad permite a las universidades peruanas contribuir al desarrollo y a la población, ya que con las nuevas ideas permite mejorar la calidad de vida, cierra los vacíos del conocimiento y promueve la comunicación.

La investigación en ingeniería a diferencia de las otras ramas, permite la resolución de problemas mediante soluciones que permiten la utilización de cálculos y toma de datos de manera real.

En la actualidad es muy poca la producción en investigación de las ramas de ingeniería, es por eso que este libro puede brindar los lineamientos para poder promover la publicación de artículos, capítulos de libros y libros de la rama de ingeniería civil.

CAPITULO I

Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica con incorporación de fibra de caucho

Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica con incorporación de fibra de caucho

Bautista Meneses, Junior
Universidad César Vallejo
junior_xyk_2@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6995-2227>

Guerrero Navarrete, Jean Pierre
Universidad César Vallejo
pierre16_guerrero@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3026-4616>

Resumen:

El presente trabajo tiene por objeto evaluar el comportamiento de la mezcla asfáltica con incorporación de fibra de caucho. Para esto la metodología de investigación empleada fue de tipo aplicada, diseño experimental, nivel descriptivo y bajo un enfoque cuantitativo. La muestra de estudio fueron 12 mezclas conformadas por la mezcla patrón y mezclas modificadas con 0.5%, 0.75% y 1.0% de fibra de caucho. Los resultados obtenidos en la investigación fue el valor de flujo de 12.80mm, para la muestra de mezcla con 0.50%, 0.75% y 1.00% fibra de caucho alcanzaron valores de 14.30mm, 16.00mm y 17.30mm, mientras que su valor de soporte de carga o rigidez (estabilidad/flujo) de 3878.70 kg/cm, 4012.40 kg/cm, 3125.10 kg/cm y 2709.40 kg/cm respectivamente. Finalmente, concluyeron que, la incorporación de fibra de caucho en una dosificación de 0.50% permite el mejoramiento de la mezcla, debido a que incrementa su valor de soporte (Estabilidad/Flujo) en comparación a la muestra de mezcla asfáltica patrón.

Palabras clave: fibra de caucho, mezcla asfáltica, valor de soporte de carga, estabilidad y flujo.

Abstract:

The purpose of this work is to evaluate the behavior of the asphalt mixture with the incorporation of rubber fiber. For this, the research methodology used was of an applied type, experimental design, descriptive

level and under a quantitative approach. The study sample consisted of 12 mixtures made up of the standard mixture and modified mixtures with 0.5%, 0.75% and 1.0% of rubber fiber. The results obtained in the investigation was the flow value of 12.80mm, for the mixture sample with 0.50%, 0.75% and 1.00% rubber fiber they reached values of 14.30mm, 16.00mm and 17.30mm, while their support value of load or stiffness (stability/flow) of 3878.70 kg/cm, 4012.40 kg/cm, 3125.10 kg/cm and 2709.40 kg/cm respectively. Finally, they concluded that the incorporation of rubber fiber in a dosage of 0.50% allows the improvement of the mixture, since it increases its support value (Stability/Flow) compared to the standard asphalt mixture sample.

Keywords: rubber fiber, asphalt mix, load bearing value, stability and flow.

1. Introducción

Actualmente, se buscan alternativas para impulsar infraestructuras viales mediante la construcción de asfaltos convencionales mejorados, por lo que, muchas de estas presentan propiedades y una calidad insuficiente que no alcanza a satisfacer las necesidades requeridas al tráfico vehicular.

Las mezclas asfálticas pueden ser modificadas con el fin de mejorar su calidad de estas mismas, de esta manera lograr obtener una mezcla óptima para un pavimento convencional, ya que, existen múltiples casos en el que estos pavimentos flexibles no logran a cumplir la resistencia adecuada frente a cargas producidas por el tráfico y acción del mismo clima (Abdullah *et al.* (2016)).

Según Ballena (2016), la ciudad de Chiclayo genera alrededor de 400 toneladas de basura diarias, de todo esto el sistema de limpieza solo recolecta 180 toneladas, las son transportadas a las pampas de Reque, las cuales son colocadas a la intemperie, generando así una mayor preocupación para la población. Dentro de estos residuos, se encuentran: papeles, plásticos, llantas, cartones, metales, entre otros, siendo lo más óptimo la reutilización de estos en las mezclas asfálticas modificadas y así brindar beneficios en contar con pavimentos flexibles en buenas condiciones, a la misma vez de reducir el impacto negativo ambiental en la región.

Hasan (2018) afirma que, en la ciudad de Chincha, existe un incremento descontrolado del sector automotriz, debido a este incremento, también existen materiales desechos como neumáticos las cuales son incinerados para su eliminación, teniendo como resultado de este proceso la emisión de dioxina y furano en la atmósfera, generando un índice negativo alto de contaminación ambiental. Por ello, el uso de caucho desmenuzado como modificador en la mezcla asfáltica podría lidiar con estos problemas y así podría generar grandes efectos favorables en pavimentos flexibles del país.

En razón a lo descrito anteriormente, el presente artículo tiene por objeto evaluar el comportamiento de la mezcla asfáltica con incorporación de fibra de caucho.

2. Metodología

La presente investigación es de tipo “aplicada”, al centrarse en trabajos experimentales que están basados en resultados de investigaciones básicas, por lo que depende de esta misma (Hernández *et al.* (2017)). El diseño es experimental, de nivel descriptivo y con un enfoque cuantitativo. Dado que los datos recolectados no fueron alterados ni modificados, es decir, se limitó a cumplir los objetivos planteados y describir los resultados, a través de gráficos y tablas lo que se intervino, para así identificar la variación en el comportamiento mecánico de las mezclas afáltica ante la adición de fibra de caucho.

En este caso la muestra está conformada por 12 muestras de estudio, las cuales están conformadas por 4 grupos de estudio, considerándose una totalidad de 3 muestras de mezcla patrón, 3 muestras de mezcla asfáltica con 0.5% de fibra de caucho, 3 muestras de mezcla asfáltica con 0.75% de fibra de caucho y 3 muestras de mezcla asfáltica con 1.0% de fibra de caucho, bajo un muestreo no probabilístico intencional por conveniencia, debido que el investigador eligió la muestra de estudio a juicio propio.

Como técnicas de recopilación de datos se consideró a la observación y análisis de contenido. Asimismo, como instrumentos empleados para esta

investigación fueron: Fichas de observación de laboratorio y guía bibliográfica.

En ese sentido, de acuerdo al objetivos e instrumentos se desarrolló el siguiente procedimiento de estudio:

Primero, se realizó la obtención de propiedades de los materiales que fueron utilizados para la elaboración de mezcla. Asimismo, segundo se elaboró un diseño de la mezcla para la elaboración de las muestras de estudio.

Tercero, se elaboró las muestras de estudio de la mezcla asfáltica patrón y mezcla asfáltica con fibra de caucho en porcentajes del 0.5%, 0.75% y 1.0%. Cuarto, se consideró evaluar las propiedades mecánicas de las muestras de mezcla de estudio. Quinto, se obtuvo los resultados de las muestras de estudio, y se realizará su interpretación respectiva. Finalmente, como sexto paso, se realizó el capítulo de conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

3. Resultados y discusión

3.1 Características de los materiales para mezcla asfáltica

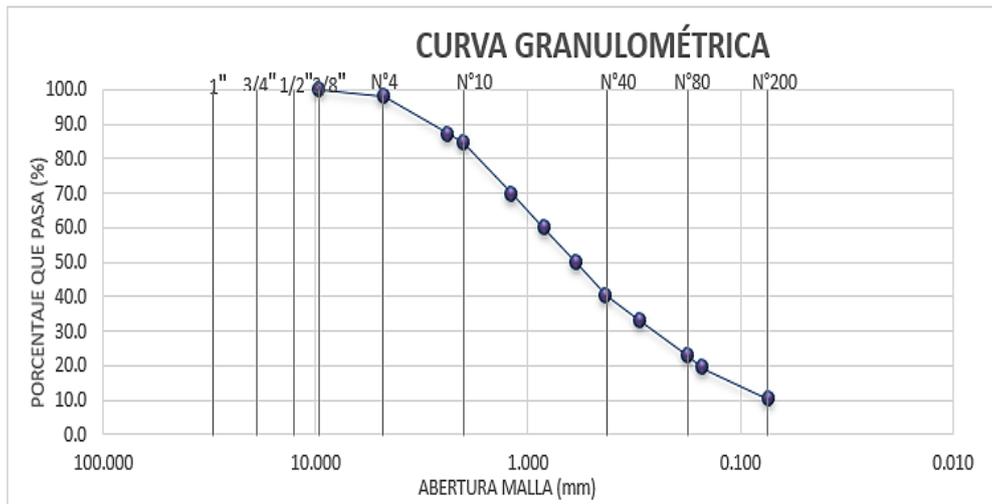
En cuanto a las características de los materiales agregados tanto como agregado fino como grueso (tabla 1), las cuales fueron utilizados para la elaboración de la mezcla asfáltica se consideró necesario el análisis granulométrico, contenido de humedad y pesos específicos (figura 1 y 2).

Tabla1. Proporción de agregado fino y grueso.

	A.F.	A.G.
Agregado grueso	2.00%	97.50%
Agregado fino	98.00%	2.50%
Fino Malla N° 200	0.00%	0.00%

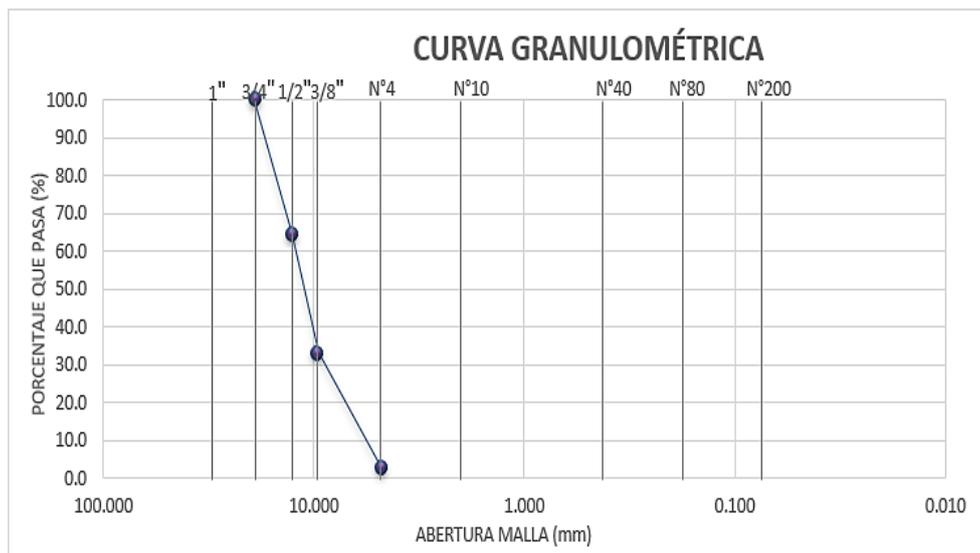
Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Curvas granulométricas del agregado fino.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Curvas granulométricas del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia.

La proporción de las muestras de agregados tanto fino como grueso considerado como M-1 y M-2, bajo su ensayo de análisis granulométrico, se obtuvo contenido de 2.00% y 97.50% de agregado grueso respectivamente, contenido de agregado fino de 98.00% y 2.50% respectivamente, finalmente, finos que pasan la malla N° 200 no se identificó contenido.

Tabla 2. Contenido de humedad de los agregados fino y grueso.

Cálculo para contenido de humedad		
	Agregado fino	Agregado grueso
Peso de tara (gr)	117.00	286.00
Tara+ muestra húmeda (gr)	1,125.00	3,557.00
Tara+ muestra seca (gr)	1,117.00	3,540.00
Contenido de humedad	0.80%	0.50%
Muestra seca (gr)	1,000.00	3,254.00

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras de estudio obtuvieron un contenido de humedad para el agregado fino de 0.80% y para el agregado grueso, se obtuvo un valor de 0.50% (tabla 2).

Tabla 1. Pesos específicos de muestras de adición de asfalto.

<i>Pesos unitarios de briquetas</i>	<i>0.5%</i>	<i>0.75%</i>	<i>1.0%</i>
1. Peso del frasco	6047.00	6047.00	6047.00
2. Peso del frasco+ agua+ vidrio	8191.00	8191.00	8191.00
3. Diferencia del peso	7714.00	7712.30	7707.30
4. Peso del frasco+ muestra+ agua	8920.00	8917.60	8914.00
5. Peso neto de la muestra	1206.00	1205.30	1206.70
6. Agua desplazada	477.00	478.70	483.70

Peso específico máximo de la muestra	2.528	2.518	2.495
Contenido % C.A	5.20	5.20	5.20

Fuente: Elaboración propia.

Los pesos específicos de la muestra de adición de fibra de caucho evaluándose como sí misma (tabla 3), se obtuvo que la muestra de 0.50% de fibra de caucho, un peso específico máximo de 2.528, para la muestra de 0.75% de fibra de caucho obtuvo un peso específico máximo de 2.518 y para la muestra de 1.0% de fibra de caucho llegó a obtener un valor de 2.495.

3.2. Deformaciones permanentes de mezcla asfáltica con fibra de caucho.

Para determinar las deformaciones permanentes o flujo de la mezcla asfáltica de estudio tanto patrón como con adición de fibra de caucho, fue necesario detallar características de la mezcla de agregados, que fue elaborada con una dosificación de:

Agregado de grava triturada TM ¾": 42.00%

Agregado de arena triturada: 57.50%

Filler: 0.50%

Gradación: MAC-2

Asimismo, se considera un ligante asfáltico con las características mostradas en la tabla 4.

Tabla 2. Características del ligante asfáltico.

Tipo de asfalto	PEN 60/ 70	PEN 60 / 70 con 0.5% fibra	PEN 60 / 70 con 0.75% fibra	PEN 60 / 70 con 1.0% fibra
% óptimo de asfalto residua006C	5.2	5.2	5.2	5.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Características Marshall de mezcla con adición de fibra de caucho.

<i>Pesos unitarios de briquetas</i>	<i>Patrón</i>	<i>Mezcla+0.5% fibra de caucho</i>	<i>Mezcla+0.75% fibra de caucho</i>	<i>Mezcla+1.0% fibra de caucho</i>
Golpes (N°)	75	75	75	75
Cemento asfáltico (%)	5.20	5.20	5.20	5.20
Peso unitario (kg/m3)	2.378	2.410	2.390	2.357
Vacíos (%)	4.10	4.70	5.10	5.50
V.M.A (%)	17.10	16.00	16.70	17.90
V.LL.C.A (%)	74.80	70.80	69.50	69.10
Polvo/Asfalto (%)	1.33	1.32	1.28	1.19
Flujo 0.012", 0.25mm	12.80	14.30	16.00	17.30

Fuente: Elaboración propia.

El flujo 0.012", 0.25mm fue obtenido mediante el ensayo de Marshall a cada muestra de estudio (tabla 5). En este caso, se realizó la evaluación de la mezcla patrón, la cual obtuvo un flujo de 12.80, para la mezcla con adición de 0.5% de fibra de caucho obtuvo un flujo de 14.30, mientras que, para la mezcla con 0.75% de fibra de caucho logró obtener un flujo de 16.00. Finalmente, para la muestra con 1.0% de fibra de caucho obtuvo un valor de flujo de 17.30, evidenciando de esta manera que, a mayor adición de fibra de caucho, las deformaciones permanentes o flujo incrementa.

3.3 Valor de soporte de carga o rigidez de mezcla asfáltica.

El valor de soporte de carga o rigidez de las muestras de estudio es el índice de estabilidad/flujo. Por lo que, para la mezcla patrón, mezcla+ 0.5% fibra, mezcla+ 0.75% fibra de caucho y mezcla+ 1.0% fibra de caucho, llegaron a alcanzar rigideces de 3878.70 kg/cm, 4012.40 kg/cm, 3125.10 kg/cm y 2709.40 kg/cm respectivamente para cada muestra de estudio. Finalmente, se puede determinar que, el valor de soporte de carga va reduciéndose al incremento de fibra de caucho a excepción de una dosificación. Ante la adición de 0.5% de fibra de caucho a la mezcla asfáltica llegó a obtener un valor de soporte mayor a la muestra patrón.

Tabla 6. Valores de soporte de carga de las muestras.

Pesos unitarios de briquetas	de Patrón	Mezcla+0.5% fibra de caucho	Mezcla+0.75% fibra de caucho	Mezcla+1.0% fibra de caucho
Flujo 0.012", 0.25mm	12.80	14.30	16.00	17.30
Estabilidad (kN)	12.40	14.40	12.50	11.70
Estabilidad/Flujo (kg/cm)	3878.70	4012.40	3125.10	2709.40
Porcentaje diferencial	100.00%	103.45%	80.57%	69.85%

Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Los materiales agregados necesarios para la mezcla asfáltica fueron caracterizados para obtener sus propiedades físicas, el agregado fino y grueso de estudio obtuvieron un contenido de humedad de 0.80% y 0.50% respectivamente, en su análisis granulométrico se obtuvo una proporción de agregados de 2.0% de gruesos y 98% de finos para el agregado fino, y para el agregado grueso obtuvo una proporción de 97.50% y 2.50% respectivamente. Asimismo, en el caso de las muestras de estudio, se obtuvieron pesos específicos de la mezcla patrón un valor de 2.513, una mezcla de 0.5%, 0.75% y 1% de fibra de caucho obtuvieron pesos específicos de 2.490, 2.470 y 2.454 respectivamente.

El flujo o deformación permanente de las muestras de estudio fue obtenido mediante el ensayo Marshall, para la muestra de mezcla asfáltica patrón alcanzó un valor de flujo de 12.80mm, para la muestra de mezcla+ 0.50%, 0.75% y 1.00% fibra de caucho alcanzaron un valor de 14.30mm, 16.00mm y 17.30mm. De esta manera, se determinó que, al incrementar mayor cantidad de fibra de caucho, incrementa proporcionalmente el flujo.

Para las muestras de estudio conformado por muestra patrón, muestra con 0.5%, 0.75% y 1% de fibra de caucho obtuvieron valores de valor de soporte de carga o rigidez (estabilidad/flujo) de 3878.70 kg/cm, 4012.40 kg/cm, 3125.10 kg/cm y 2709.40 kg/cm respectivamente.

Referencias

- Ballena, C. (2016). Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas. [Tesis de grado en Ingeniería Civil. Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/2256>
- Ramos, G. C., Rivera. A. J., Salazar. C. B. & Escobar M. F. (2019). Efecto de la adición de materiales compuestos de estireno-butadieno/plumas de pollo en la modificación de asfaltos. *Revista de Ingeniería Civil*. 3 (9), 1-6. 10.35429/JCE.2019.9.3.1.6.

- Mohd. E. A., Siti. A. A., Ramadhansyah. P. J., Haryati. Y., Norhidaya. A. H. & Che Norazman. C. W. (2017). Effect of Waste Plastic as Bitumen Modified in Asphalt Mixture. *MATEC Web Conferences*. 103. 7- 14. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201710309018>.
- Hasan, H. (2018). Sustainability of Asphalt Paving Materials Containing Different Waste Materials, *IOP Science*, 1 (1):12
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2017). Metodología de la investigación.
- Rondón, H., Molano, Y. y Tenjo, A. (2012) Influencia de la Temperatura de Compactación Sobre la Resistencia Bajo Carga Monotónica de Mezclas Asfálticas Modificadas con Grano de Caucho Reciclado de Llantas. *Tecnológicas.*, 1(1) 13-31. Caldas
- Marcozzi, R y Morea, F. (2011) Mezcla asfálticas semicalientes elaboradas con aditivos tensoactivos. Estudios comparativos del comportamiento mecánico respecto a las mezclas en calientes convencionales. *Ciencia y Tecnología de los materiales*, 1 (2):13-28

CAPITULO II

Calidad del material de base para las calles de la Provincia Sullana

Calidad del material de base para las calles de la Provincia Sullana

Vilela Torre, Jhon Bryan
Universidad César Vallejo
bryanvilela82@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8843-1168>

Nonajulca Gonzales, Nelida Narda
Universidad César Vallejo
nardanagonza@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8498-8287>

Resumen:

El objetivo de este artículo es la importancia de la calidad y elaboración de los determinados ensayos. Se llevo a cabo el estudio de agregados con fines de base para las calles de la provincia de Sullana. Se realizo en una cantera llamada Saint Thomas SAC del distrito de Sojo, para esta investigación se comparó los ensayos realizados con el manual de carretas. Para esta metodología de investigación empleada fue de tipo aplicativa-no experimental-descriptiva. Se evaluó detalladamente la importancia de los agregados y se determinó que la cantera Saint Thomas presenta un CBR al 100% = 99.4 %. En esta investigación se desarrolló los ensayos composición granulométrica, índice de plasticidad, CBR, Proctor modificado y corte directo, ya que los resultados cumplen con las normas del MTC la cual rige a cada ensayo.

Palabras clave: Evaluación de Agregado Para Base.

Abstract:

The objective of this article is the importance of the quality and preparation of certain tests. The study of aggregates was carried out with base purposes for the streets of the province of Sullana. It was carried out in a quarry called Saint Thomas in the Sojo district, for this investigation the tests carried out with the cart manual were compared. For this research

methodology used, it was of the applicative-non-experimental-descriptive type. The importance of the aggregates was evaluated in detail and it was determined that the Saint Thomas quarry has a CBR of 100% = 99.4%. In this investigation, the granulometric composition, plasticity index, CBR, modified Proctor and direct shear tests were developed, since the results comply with the MTC standards which govern each test.

Keywords: Base Aggregate Evaluation.

1. Introducción

Las infraestructuras deben estar en las mejores condiciones de funcionalidad para propiciar el desarrollo y el crecimiento económico de una ciudad. (Balaguera *et al.* (2018)). Se debe realizar ensayos de laboratorio para determinar estas propiedades físicas y mecánicas del suelo como ensayos de granulometría, límites de consistencia, corte directo, proctor modificado y el valor relativo de soporte CBR para los casos de obras viales que hacen de estos resultados indispensables en el diseño de las infraestructuras.

En Chile de los métodos de diseño de pavimentos suponen que la mayor parte de las deformaciones en las capas granulares de base y subbase, compuestas por materiales granulares no tratados soportando el esfuerzo llegando a general valores elevados de deformaciones. (Rondón *et al.* (2008)).

En Perú, actualmente se ejecutan obras de construcción empleando material de agregado de diferentes canteras, no obstante, emplean sin comprender sus propiedades del material, así no es posible saber si lograra la resistencia requerida según el diseño, debemos saber el origen y la realización de ensayos para así saber la calidad del mismo. (Zavaleta, *et al.* (2020)).

El presente artículo tiene por objetivo realizar los ensayos del agregado para base lo cual es muy importante para la estructura del pavimento, así también se busca comparar los resultados obtenidos con el

manual del MTC para determinar su cumplimiento con las características y resultados obtenidos.

2. Metodología

La presente investigación es de tipo “aplicada”, al centrarse en trabajos que están basados en resultados de investigaciones básicas, sin alterar los ensayos por lo que depende de esta misma (Hernández, *et al.* (2017)).

El diseño es no experimental ya que se han realizado sin manipular deliberadamente las variables del estudio, se limitó a cumplir los objetivos planteados y describir los resultados. (Maldonado, 2016)

En este caso la muestra se extrajo de la cantera determinada en el proyecto a través de la extracción de agregados de dos distintos puntos del área de la cantera, en nuestro caso se tomó una muestra de 150 kg de material de agregado, para todos los ensayos que se realizó en laboratorio.

Como método de análisis de datos se utilizaron técnicas visuales y descriptivas. Asimismo, como instrumentos empleados para esta investigación fueron: Fichas del laboratorio y manual de MTC.

En ese sentido, de acuerdo al objetivos e instrumentos se desarrolló el siguiente procedimiento de estudio:

Primero, Ubicamos la de la cantera en el distrito de Sojo en la Provincia de Sullana Departamento de Piura donde extraemos el afirmado para los ensayos en el laboratorio.

Segundo, Se transporto en material extraído de la cantera para los ensayos correspondientes.

Tercero, se realiza los ensayos de Ensayo de Granulometría, Índice de plasticidad, compactación Proctor, Capacidad resistente o CBR y resistencia de Corte Directo. Quinto, se obtuvo los resultados de las muestras de estudio, y se realizará su interpretación respectiva. Finalmente, como sexto paso, se realizó el capítulo de conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

3. Resultados y discusión

3.1 Ensayo Granulométrico

La evaluación de la composición granulométrica de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la elaboración de estructura base.

Tabla 3. Análisis granulométrico por tamizado de muestra.

TAMIZ (N°)	TAMIZ (mm)	% PASA	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	PESO RETENIDO (gr)	% PASA (mínimo)	% PASA (máximo)
2"	50,800					100	100
1"1/2"	38,100	100					
1"	25,400	90.80		9.20	3260.0		
3/4"	19,500	76.40	14.40	23.60	5090.0		
1/2"	19,500	59.40	17.00	40.60	6014.0		
3/8"	9,560	50.70	8.70	49.30	3062.0	30	65
4	4,760	39.20	11.50	60.80	4048.0	25	55
10	2,000	27.90	11.40	72.10	229.00	15	40
40	0,420	17.30	10.60	82.70	213.0	8	20
200	0,075	5.50	11.80	94.50	238.0	2	8
Pasa			5.50	100	110.60		

Fuente: Elaboración propia.

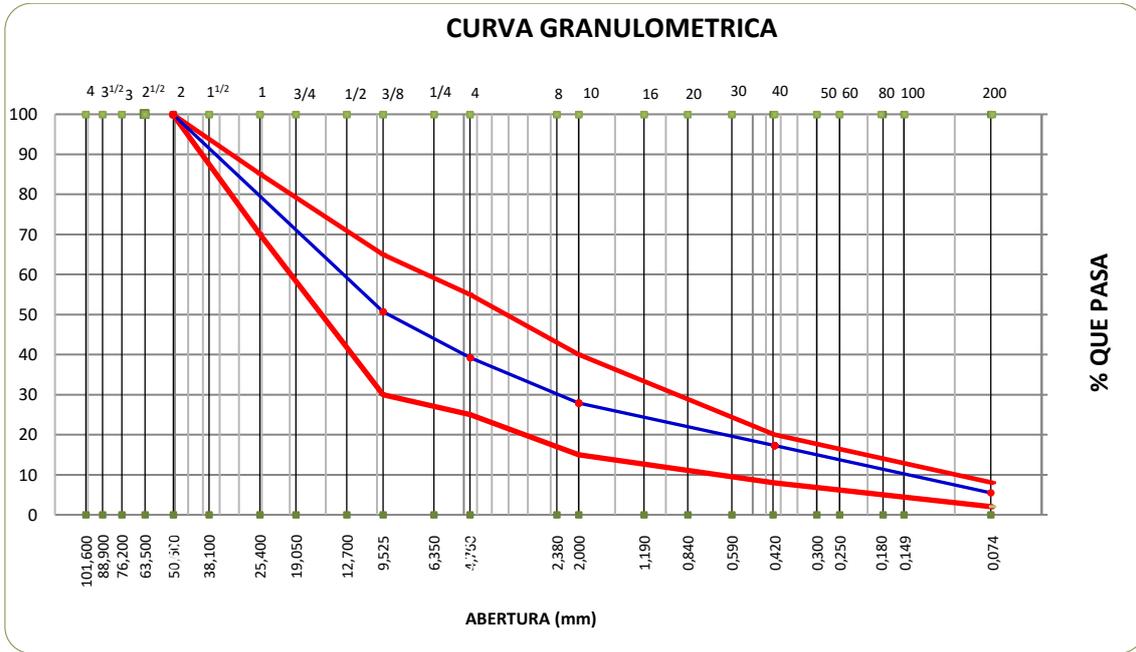
En la tabla 1 se muestra los resultados de la granulometría por tamizado de los agregados, con la cual se clasificarán el material de la muestra según los porcentajes de material que paso por cada tamiz, según el análisis el material está conformado:

Gravas = 60.80 %

Arena = 33.80 %

Finos = 5.50 %

Figura 1. Curvas granulométricas del agregado fino.



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 1 se observa que la curva presenta un agregado con una buena granulometría, las cantidades según porcentaje que pasan en peso las mallas 3/8", N° 4, N°10, N°40 y N°200 si cumplen con los rangos mínimos y máximos del tipo de gradación A, pues presentan porcentajes 50.70%, 39.20%, 27.90%, 17.30%, 5.50%. el cual cumple con los parámetros de las normas del ASTM D 1241-Manual de carreteras, EG -2013.

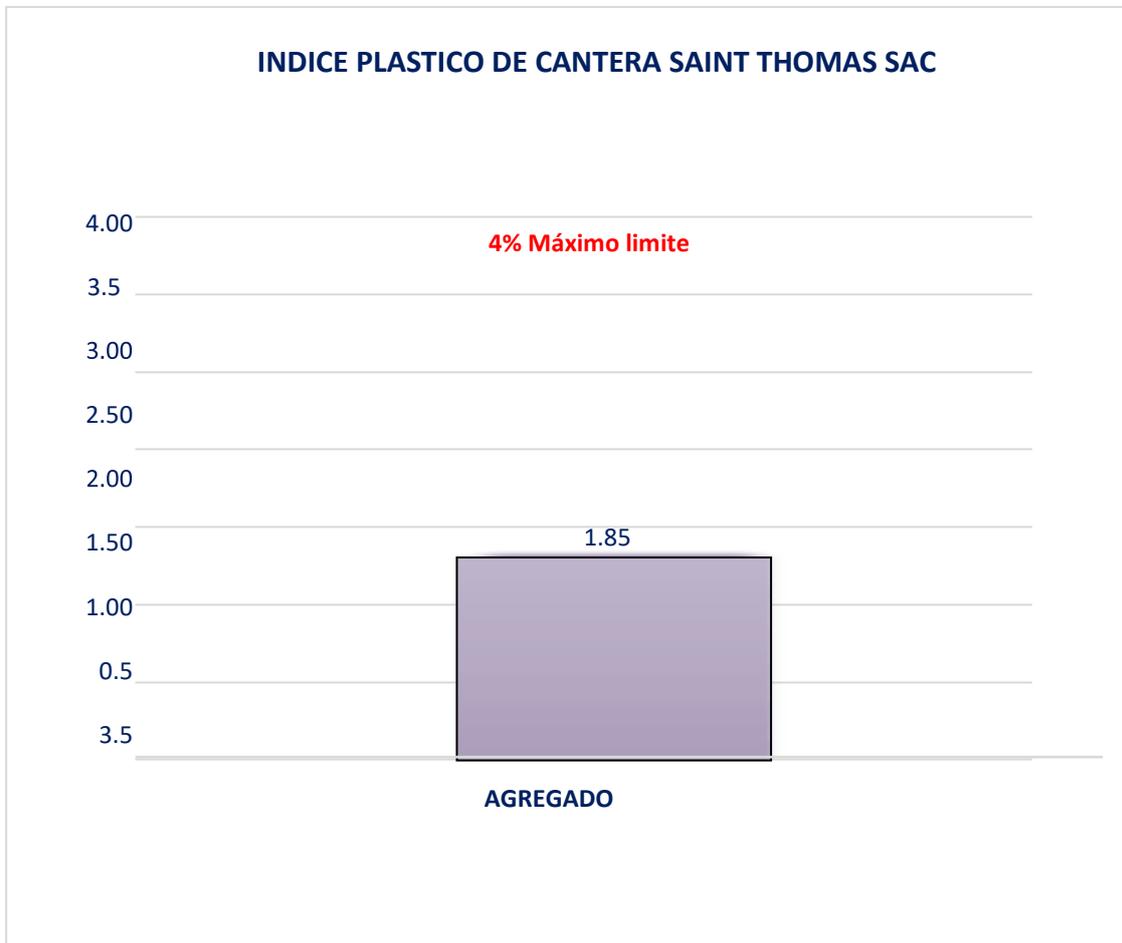
3.2 . Ensayo Índice de Plasticidad

Tabla 2. Resultado del índice de plasticidad.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	SEGÚN NORMA MTC E 111	
CANTERA	17.92	16.06	1.85	4% máximo	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Gráfico de barras de los resultados índice de plasticidad 1.85%



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2, los resultados obtenidos en el ensayo vemos que el límite líquido es de 17.92%, en el límite de plasticidad es de 16.06% obteniendo así un Índice de plasticidad de 1.85 %.

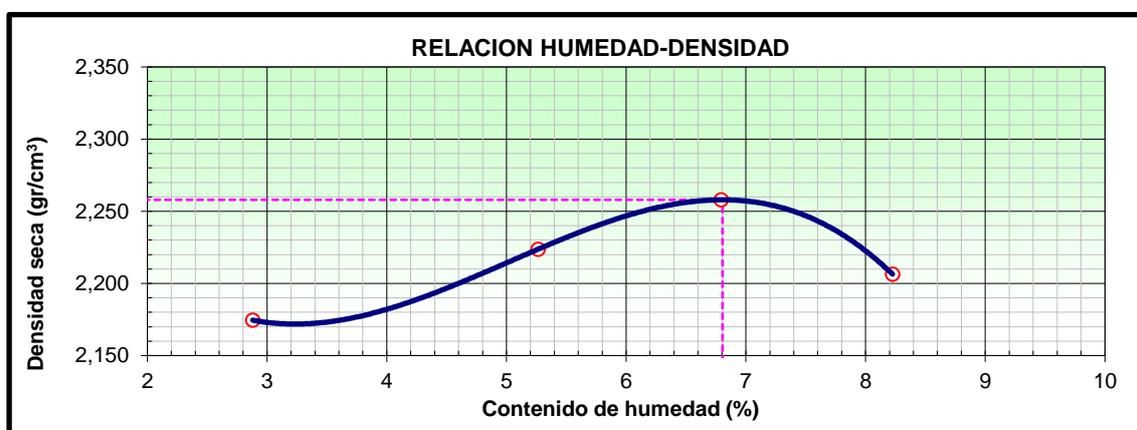
3.3 . Ensayo de Proctor modificado

Tabla 3. Datos de la muestra de proctor modificado

Peso suelo + molde	gr	11080	11300	11450	11400
Peso molde	gr	6326	6326	6326	6326
Peso suelo húmedo compactado	gr	4754.0	4974.0	5124.0	5074.0
Volumen del molde	cm ³	2125	2125	2125	2125
Peso volumétrico húmedo	gr	2.237	2.341	2.411	2.388
Recipiente N.º		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	500.0	500.0	500.0	500.0
Peso del suelo seco + tara	gr	486.0	475.0	468.2	462.0
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	gr	14.0	25.0	31.8	38.0
Peso del suelo seco	gr	486.0	475.0	468.2	462.0
Contenido de agua	%	2.88	5.26	6.79	8.23
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.175	2.224	2.258	2.206
DM (gr/cm ³)		2.258			
HO (%)		6.8			

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Gráfico curvo Proctor, optimo contenido de humedad vs máxima densidad Seca.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3, son datos obtenidos de los ensayos para determinar el Proctor donde se puede determinar la densidad seca máxima de 2.258 g/cm³ y el contenido de agua óptimo de 6,80%, lo que ayudará a determinar el índice de resistividad del suelo en la prueba CBR.

3.4 . Capacidad de Resistencia o CBR.

Tabla 4. Datos de la muestra de proctor modificado.

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 12				MOLDE N° 25				MOLDE N° 56			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		45	177.8			25	87.6			12	29.0		
1.270		97	412.2			68	281.4			43	168.8		
1.905		208	912.7			142	615.1			92	389.6		
2.540	70.5	310	1372.8	1349.7	99.9	195	854.1	836.6	62.0	120	515.9	558.1	41.3
3.170		385	1711.3			250	1102.2			153	664.7		
3.810		495	2207.9			298	1318.7			197	863.1		
5.080	105.7	578	2582.7	2570.7	126.9	488	2176.3	2021.7	99.8	265	1169.8	1127.7	55.7
7.620		770	3450.3			687	3075.2			340	1508.2		
10.160		1003	4504.1			870	3902.4			480	2140.2		

Fuente: Elaboración propia.

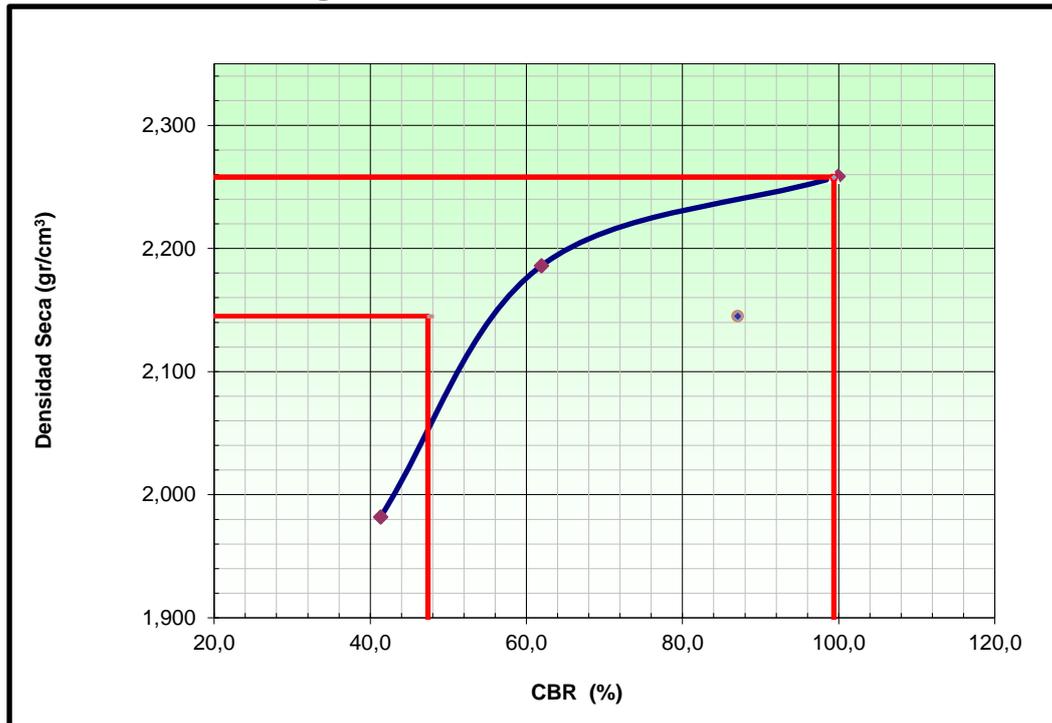
En la tabla 4, se observan los datos obtenidos de la carga ejercida en los recipientes en relación a la penetración, para los distintos moldes de compactación de los 12, 25 y 56 golpes, y los porcentajes de CBR según el número de golpes y carga ejercida.

Tabla 5. Resultados del cbr.

RESULTADOS DEL C.B.R.				
	0.1"		0.2"	
C.B.R. AL 100%	99.4	%	126.60	%
C.B.R. AL 95%	47.40	%	87.10	%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Gráfico curvo del C.B.R.



Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 5 y la figura 4, de las pruebas de CBR el material de la cantera Saint Thomas SAC obtuvo un C.B.R al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1, de 99.40% lo cual indica que cumple con lo establecido según manual de carreteras del MTC el cual define que la resistencia mínima de C.B.R en bases granulares debe ser mínimo 80%, lo que significa que nuestro diseño está dentro de los rangos permitidos de resistencia del suelo para material de base granular en carreteras, El ensayo con el 95% CBR = 47.40%, determinamos que se ubica en el rango de suelos de buena calidad y resistencia. Para lograr estas resistencias y características en la base de afirmado con el material de la cantera Sojo se debe compactar el suelo agregando el volumen de agua adecuado y si presenta exceso de humedad, por encima del nivel óptimo.

3.5 . Ensayo de Corte Directo.

Tabla 6. Resultados de esfuerzos normales y cortantes en muestra

Esfuerzo Normal (σ)	Esfuerzo Cortante (τ)	(σ)(τ)	σ^2	τ^2	
0.50	0.41	0.20	0.24833194	0.1670	
1.00	0.82	0.82	0.99332779	0.6802	
1.99	1.57	3.12	3.97331118	2.4541	
3.49	2.80	4.15	5.21497093	3.3012	
					V(σ)
Esfuerzo normal promedio		Esfuerzo cortante promedio		Cov(σ , τ)	0.3862941
1.162768034		0.93330185		0.30	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6, podemos observar que es un suelo redondeado uniforme según su ángulo de fricción, estos resultados representan a suelos de granulometría gruesa del tipo arenas limosas con una compacidad densa.

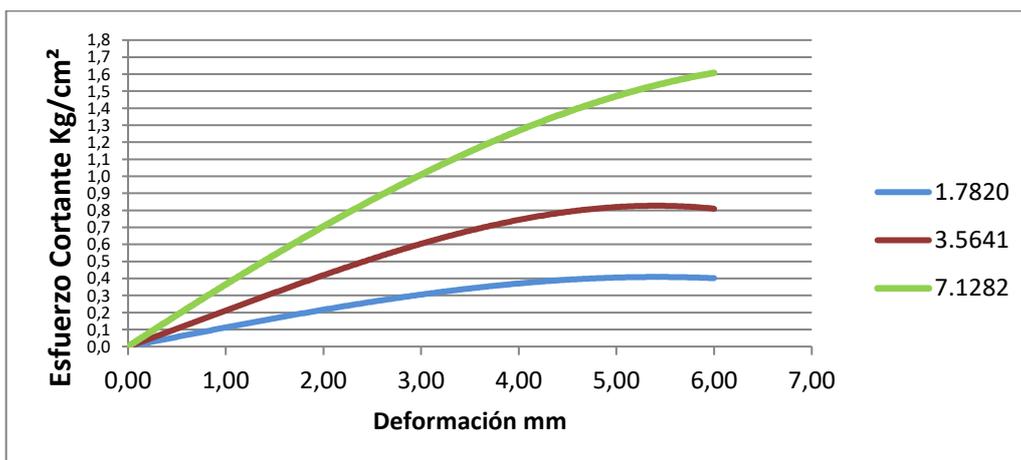
Tabla 7. Parámetros de resistencia de agregado

Parámetros de Resistencia al Corte		
Cohesión	0.04	kg/cm ²
Angulo de Fricción Interna	37.6	°

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7, según los procedimientos establecidos en la norma ASTM D-3080 se ha realizado los ensayos de corte directo al material de la cantera realizando tres esfuerzos normales diferentes de 0.5, 1, 1.50, 2 kg/cm² obteniendo una Cohesión de 0.04 kg y un ángulo de fricción de 37.60 °, su cohesión es muy baja por ser suelo granular.

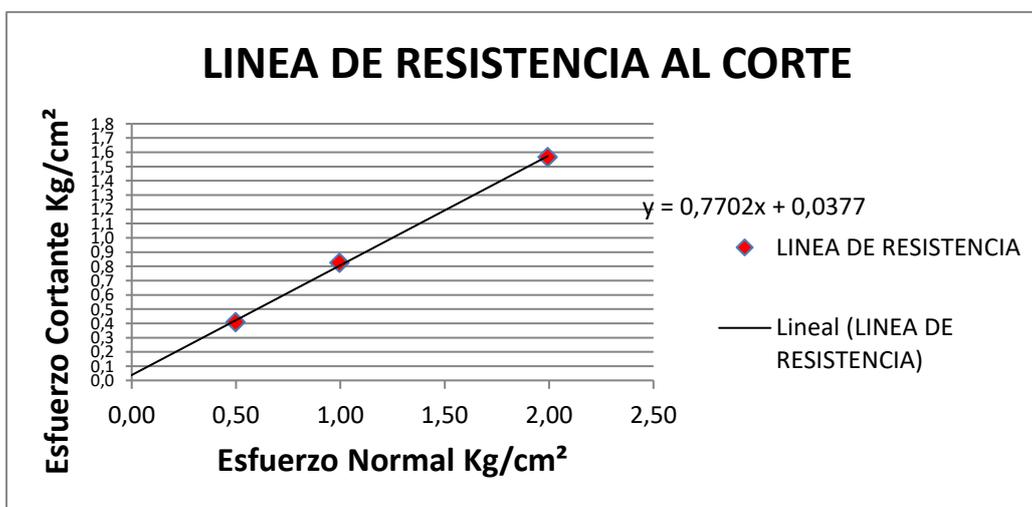
Figura 5. Gráfico esfuerzo cortante vs deformación.



Fuente: Elaboración propia.

De la figura 5 se observan tres curvas para los diferentes esfuerzos normales de 0,5, 1 y 1,99 kg/cm² resultando así las respectivas cargas normales y con una deformación tangencial al 6%, el ángulo de fricción resultó con un valor de 37,60°.

Figura 6. Gráfico esfuerzo cortante vs deformación



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 6 se observa que tiene una cohesión de 0,04 Kg/cm² también se muestran los esfuerzos máximos de corte y cada esfuerzo normal aplicado, que se obtuvo mediante un ajuste lineal de 3 puntos obtenidos, dando como resultado una pendiente del cual se obtuvo el ángulo de fricción interna con un valor de 36,7°, la ecuación de regresión obtenida ($y = 0,7702x + 0,0377$), satisface los valores de los números de golpes a través de las alturas obtenidos de Corte Directo.

4. Conclusiones

Con respecto a la evaluación al agregado de la cantera Saint Thomas SAC y según los análisis realizados, en base a nuestros objetivos específicos se concluye que el agregado cumple con los requisitos y parámetros normados por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), cumpliendo con la granulometría, el índice de plasticidad, un grado de compactación con una humedad optima obteniendo un C.B.R al 100% para 0.1" = 99.40%. y un Ángulo de fricción interno de 37.60 ° que lo califica como un material apropiado para conformar la base de un pavimento.

En el análisis de composición granulométrica del agregado de la cantera Saint Thomas SAC pertenece a la gradación de tipo A y según el sistema SUCS es un tipo de suelo GP-GM grava pobremente graduada con presencia de limos y arena, y según sistema AASHTO presenta un tipo de suelo A-1-a (0), el material de la cantera si cumple con los requerimientos de las normas establecidas del MTC y los requerimientos granulométricos para base granular.

En el índice de plasticidad de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC se concluye según el análisis el valor del límite liquido es de 17.92 % siendo menor que el máximo límite de consistencia de 25% que solicita la norma MTC E 110, asimismo; el índice de plasticidad IP =1.82% está dentro de los rangos establecidos que recomienda el manual de carreteras del MTC 111, IP máximo de 4%.

En base al tercer objetivo específico de la evaluación de compactación del Proctor de los agregados de la cantera Saint Thomas SAC se concluye que el ensayo Proctor del agregado de la cantera presenta una máxima densidad seca M.D. S=2.258 g/cm³, con óptimo contenido de humedad =6.80% con el cual se calculará su máxima resistencia.

Referencias

- Silva. B. A., Danza. L. O. & López. V. L. (2018). Gestión de pavimentos basado en sistema de información geográfica (SIG): una revisión. *Revisión Ingeniería Solidaria*, 14 (26). 1-18. ps://doi.org/10.16925/in.v14i26.2417.
- Rondón. Q. A., Wichtmann. T., Triantafyllidis, T. (2008). Comportamiento de un material granular no tratado en ensayos triaxiales cíclicos con presión de confinamiento constante y variable. *Ingeniare. Revista Chilena de ingeniería*, 16(3). 461-472. <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v16n3/art09.pdf>
- Zavaleta. V., J., Reategui G. A. & Duarte. L. E., (2020). Caracterización de agregados de cinco canteras de la provincia de Tacna y su optimación de uso en obras de construcción. *Ingeniería investiga*, 2(2). 340 - 356. <https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/ingenieria/article/view/410/345>
- Hernández R., Fernández. C. & Baptista. P. (2017). Metodología de la investigación. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Maldonado G. T. (2016). Investigación Descriptiva o no Experimental. Repositorio Universidad de Yacambu. 12. <https://es.calameo.com/read/0048329507d8ee25d9a6c>
- Beltrán. J. (2016). Tratamiento de afirmados en sectores expuestos a cizallamiento unidireccional. [Tesis de grado en Ingeniería Civil. Universidad Continental]. Repositorio Institucional-Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/9420>.

CAPITULO III

Coloración natural del ladrillo artesanal utilizando limadura de hierro

Coloración natural del ladrillo artesanal utilizando limadura de hierro

Carreño Ramírez, Keny Robert

Universidad César Vallejo

kenyrobert050119@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2443-1107>

Purizaca Fiestas, Jean Carlo

Universidad César Vallejo

carlos_purif@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2574-5204>

Resumen:

Las limaduras de hierro son residuos altamente generados por empresas de mecánica de producción, las cuales desechan este material, contaminando el medio ambiente. En esta presente investigación se muestra la evaluación de la adición de limadura de hierro en la resistencia a la compresión de los ladrillos artesanales. Ejecutando ensayos de laboratorio, mostrando que los porcentajes evaluados de limadura de hierro son de 5%, 10% y 15% obteniendo resultados de 72.62 kg/cm², 59.96 kg/cm², 61.23 kg/cm², con respecto al ladrillo patrón que obtuvo la mayor resistencia de 72.87 kg/cm², por lo que se concluye que la adición de la limadura de hierro no mejora en la resistencia a la compresión de ladrillos artesanales, propiedad mecánica importante en la clasificación de las unidades de albañilería para fines estructurales, sin embargo brinda durabilidad al ladrillo y uniformidad en su coloración rojiza.

Palabras clave: Ladrillo, Limadura de hierro, Resistencia a la compresión, color.

Abstract:

Iron filings are waste highly generated by production mechanics companies, which dispose of this material, polluting the environment. In this present investigation, the evaluation of the addition of iron filings in the compressive strength of artisanal bricks is shown. Executing laboratory tests, showing that the evaluated percentages of iron filings are 5%, 10% and 15%,

obtaining results of 72.62 kg/cm², 59.96 kg/cm², 61.23 kg/cm², with respect to the standard brick that obtained the highest resistance of 72.87 kg/cm², so it is concluded that the addition of iron filings does not improve the compressive strength of handcrafted bricks, an important mechanical property in the classification of masonry units for structural purposes, however it provides durability to brick and uniformity in its reddish coloration.

Keywords: Brick, Iron filings, Compressive strength, color.

1. Introducción

Hoy en día la industria ladrillera ha evolucionado tecnológicamente, y lo podemos verificar en los tipos de ladrillo que se producen, su alta calidad y buenos controles de la materia prima ha permitido la creación de nuevos recursos beneficiosa para el sector de la construcción.

Sin embargo, la producción de ladrillos artesanales sigue aumentando debido a la alta demanda que tienen estos ladrillos por ser lo más económicos en comparación con los industriales, cuyo proceso de elaboración carece de conocimientos científicos para ser de este material uno que cumpla con los requisitos establecidos en la norma E.070 de albañilería.

Las construcciones de albañilería confinada donde se usa este tipo de ladrillo, están sometidas a cargas verticales y horizontales que producen fisuras en la mampostería y en muros. Si su calidad es deficiente, pone en riesgo a sus ocupantes, y este fisuramiento aumenta su fragilidad, en especial por la acción sísmica. (Afanador *et al.* (2012)).

A nivel nacional, el ladrillo artesanal se ha convertido en un material importante para la construcción de edificaciones, por su valor económico y la alta demanda existente de construcciones de vivienda de albañilería confinada en el Perú.

La producción de estos ladrillos tiene el propósito de sustituir los ladrillos de arcilla comunes que se usan en construcciones de obras como en viviendas, por su valor económico bajo y además que incumplen con las normas vigentes. (Durand & Benites, 2017).

Asimismo ha cooperado a esta situación, al utilizar materiales de bajo costo en su edificación, no es necesario una supervisión calificada como se

da en el caso de las albañilerías fortalecidas con acero repartidas en el interior de los muros. (Astroza & Schmidt, 2004).

Se conoce como albañilería al conjunto de unidades de ladrillos trabados y unidos entre sí con cierto material. El confinamiento es la adherencia entre ladrillos, columnas y vigas. Cuyo sistema originado por el mismo hombre con el propósito de obtener un lugar estable y cómodo para vivir, la albañilería fue creada por ingenieros civiles. (Gonzales, 2018).

Muros estructurales: cumplen con la función de soporte de cargas verticales (muertas y vivas), soportan fuerzas horizontales provocadas por el sismo o viento que corresponden a edificación. La resistencia del muro va a depender de la calidad de los materiales empleados en elemento estructurales y la resistencia a las fuerzas que se generan. (Páez, 2006).

Esta situación se complica por razones de desconocimiento por parte de los productores sobre las propiedades que tienen que cumplir los ladrillos artesanales, por lo cual su elaboración de este ladrillo es por beneficio sin ser conscientes que una mala práctica puede generar mayores riesgos.

Los óxidos de hierro se utilizan como indicadores de medio ambiente pedogenético debido a las razones siguientes: contienen algunos minerales, tienen distintos colores y la clase de mineral creado es afectado por el medio ambiente. Los óxidos de hierro muestran colores atractivos como rojos, amarillos y pardos, que se pueden visualizar en el suelo; por otra parte, en una combinación de colores fuertes por ejemplo el rojo sangre de la hemetita opaca a los colores claros, como el amarillo de la goethita. (Acevedo *et al.* (2004)).

Porcentaje de estos óxidos son empleados en cerámica, especialmente en vidriados. Los óxidos de hierro u otros metales, proporcionan la coloración de ciertos vidrios al someterse en altas temperaturas. (Noreña, 2009).

La industria metalmecánica se ha convertido en una de las fuentes esenciales en las actividades económicas del mundo, en cierto modo, al fabricarse piezas y partes metálicas dejan como residuos virutas de hierro que al ser mezcladas con fluidos de corte se forma en desperdicios contaminantes al medio ambiente.(Torres, 2020).

Hoy en día en México, encontramos a los óxidos de hierro en todos los territorios en proporciones distintas y son usados como indicadores de métodos pedogenéticos. En Indonesia analizan el porcentaje de la estructura de los óxidos de hierro, aluminio y sílice en territorios secos, mientras tanto en Chile se analiza la mineralogía de los óxidos de hierro de suelos procedentes de ceniza volcánica.(Cerón *et al.* (2021)).

2. Metodología

La metodología de investigación fue de tipo aplicada con un diseño experimental. La investigación se enfoca en las proporciones de limadura para el mejoramiento de resistencia a la compresión. Para lo cual se realizó estudios de composición química a las muestras de limadura de hierro, ensayos de coeficiente de saturación y resistencia a la compresión.

En esta investigación, la población estará constituida por 100 ladrillos, producidos en la ladrillera del propietario Cesar Augusto Yarleque Burgos, ubicada en el centro poblado la Quinta, con una muestra de 40 unidades las cuales 10 serán ladrillos patrones, 10 con el 5% de limadura, 10 con el 10% de limadura y 10 con el 15% de limadura de hierro. El muestreo será probabilístico por conveniencia.

Como técnica utilizada en la recopilación de datos fue mediante la observación participante, ya que hubo intervención por parte de los investigadores en la elaboración de las unidades de ladrillos artesanales. Además, como instrumentos utilizados en dicha investigación son: Guías de información de laboratorio y referencias bibliográficas.

En relación, de acorde a los objetivos e instrumentos se realizó el siguiente sistema de estudio:

Primero se llevó a cabo la obtención de los materiales a emplear (limadura de hierro, materia prima) para la elaboración de las unidades de albañilería, igualmente, segundo se analizaron las limaduras de hierro recolectadas en laboratorio para determinar su composición química.

Tercero, se elaboró las unidades de ladrillos artesanales comunes siguiendo su proceso de producción (arcilla + ceniza + cascara de arroz + agua), además, se elaboraron unidades de ladrillo con incorporación de

limaduras de hierro con los porcentajes de 5%, 10% Y 15% de adición. (arcilla + ceniza + cascara de arroz + limadura de hierro + agua). cuarto, se evaluaron las unidades de estudio en laboratorio. Quinto, se obtuvieron los resultados de las unidades en estudio: tradicionales y con adición de limadura de hierro, para ser interpretados. Y por último como sexto paso, se llevó a cabo el capítulo de conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

3. Resultados y discusión

3.1 Composición química de la limadura de hierro

Tabla 4. Componentes de la limadura de hierro.

Componentes				
Muestra	Hierro (Fe)	Carbono (C)	Aluminio (Al)	Otros
Limadura de hierro	98.31 %	0.81 %	0.86 %	0.02 %

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 1 nos detalla los componentes encontrados en la limadura hierro, los cuales son los siguientes elementos químicos: El Hierro está presente en un 98.31%, el Aluminio en un 0.81%, el carbono en 0.86% y otros elementos en un 0.02%.

3.2 Coeficientes de Saturación.

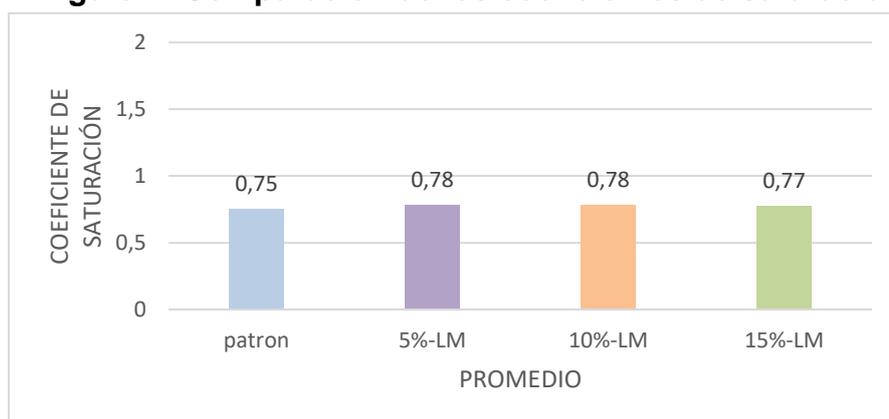
Tabla 5. Comparación de los coeficientes de saturación del ladrillo patrón y con adiciones de limadura de hierro

Muestras	Coeficiente de saturación	NORMA ITINTEC 331.017
Ladrillo de Patrón arcilla artesanal	0.75	Si cumple
Ladrillo de 5% arcilla	0.78	Si cumple

artesanal	10%	0.78	Si cumple
adicionado % de limadura de hierro	15%	0.77	Si cumple

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Comparación de los coeficientes de saturación



Fuente: Elaboración propia.

En tabla N°2 y la figura N°1, se muestra una mínima variación entre los coeficientes de saturación, sin embargo el ladrillo con 0.75 de coeficiente es el que presenta mejores cualidades y utilidad de acuerdo a la norma ITINTEC 331.017.

3.3 Resistencia a la Compresión

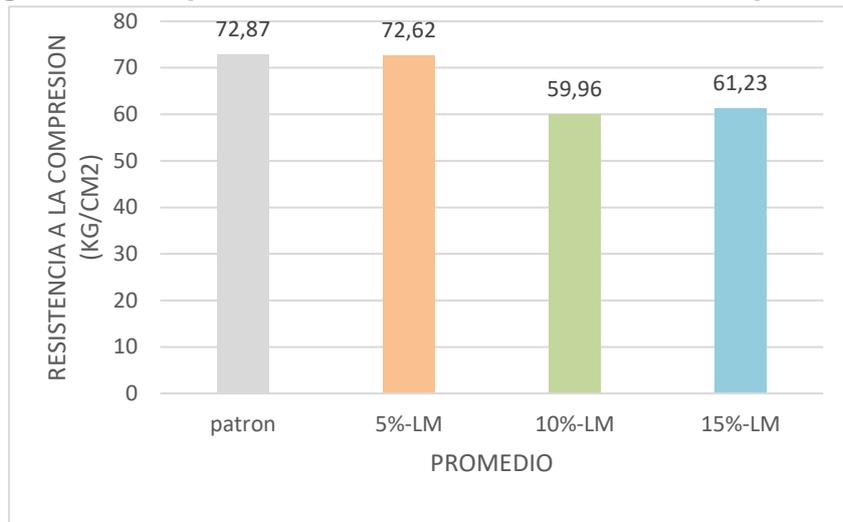
Tabla 6. Comparación de las resistencias del ladrillo patrón y con adiciones de limadura de hierro.

Muestra	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo
Patrón	72.87	
Ladrillo de arcilla artesanal		II
Ladrillo de 5% arcilla artesanal	72.62	II

adicionado	10%	59.96	
% de			
limadura de			
hierro	15%	61.23	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Comparación de las resistencias a la compresión.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 3 se comparó la resistencia a la compresión entre el ladrillo patrón y su incorporación del 5%, 10% y 15% de limadura de hierro, verificando que el ladrillo convencional tiene una resistencia de 72.87 kg/cm² seguido del ladrillo con adición de 5% con 72.62 kg/cm², según la norma E.070 ambos ladrillos clasifican como tipo II.

Figura 3. Ladrillo patrón



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Ladrillo con 15% de limadura de hierro



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a las figuras 3 y 4 se puede diferenciar la tonalidad de la coloración que las limaduras de hierro producen a los ladrillos haciéndolos más arquitectónicos de color rojizo.

4. Conclusiones

Las proporciones evaluadas en 5%, 10% y 15% de adición de limadura de hierro en la elaboración del ladrillo, no mejoran la resistencia a la compresión, obteniendo resultados por debajo ladrillo convencional, pero aun así cumpliendo con los requerimientos mínimos de la norma E.070 y la Norma ITINTEC 331.019. También se ha concluido que los ladrillos con

adición de limadura de hierro en porcentajes de 5%, 10% y especialmente el de 15% obtuvieron un coloramiento rojizo después del proceso de cocción, producto de la oxidación de la limadura de hierro, este óxido de hierro cumple con la función de mejorar la impermeabilidad y durabilidad del ladrillo, además de darle valor estético con carácter arquitectónico.

Los componentes que se encontraron dentro de la limadura de hierro fueron: Hierro en 98.31%, Aluminio en 0.81%, carbono en 0.86% y otros elementos en un 0.02%. Teniendo al hierro en porcentajes mayores dentro de la composición.

Los coeficientes de saturación obtenidos son: (patrón 0.75), con (5% de limadura de hierro 0.78), con (10% de limadura de hierro 0.78) y con (15% de adición de limadura de hierro 0.77), siendo estos ladrillos beneficiosos ya que la norma ITINTEC 331.017 nos dice si los coeficientes son menores de 0.8 los ladrillos serán durables y aptos para climas lluviosos.

Las resistencias resultantes son: El ladrillo patrón con 72.87 kg/cm², con el 5% de limadura resultó 72.62 kg/cm², con el 10% de limadura de hierro 59.96 kg/cm² y con el 15% de limadura de hierro 61.23%. Por lo tanto, estas adiciones no son óptimas para el incremento de las resistencias de los ladrillos artesanales producidos en el centro poblado La Quinta.

Referencias

- Afanador. G. N., Guerrer. G. G. & Monroy. S. R. (2012). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 22 (1). 43-58.
<https://www.redalyc.org/pdf/911/91125275003.pdf>
- Astroza, M. & Schmidt, A. (2004). Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño. *Revista de Ingeniería Sísmica*. (70). 59-75.
<https://www.redalyc.org/pdf/618/61807003.pdf>
- Durand. O. R. & Benites. G. L. (2017). Unidades de albañilería fabricadas con suelo-cemento como alternativa para la construcción sostenible. *Revista*

ciencia y tecnología, 13 (1). 21- 32.
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1843>.

Acevedo. S. O., Ortiz. H. E., Cruz. S. M. & Cruz. C. E. (2004). El papel de óxidos de hierro en suelos. *Terra Latinoamericana*, 22 (4). 485-497.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311096013>.

Gonzales, G. (2018). Estudio del comportamiento de la albañilería confinada en el análisis estático y dinámico para la ciudad de Potosí, Bolivia. *Ingeniería y sus alcances*. 2 (3). 77- 84.
<https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v2i3.17>.

Cerón, M., Urcía, F., Montoya, J., Trujillo, A. & Bravo, J. (2021). Identificación de arcillas de óxidos de hierro en las plantaciones de caña de azúcar en el distrito de Pomalca. *Revista de Investigación de Física*. 24 (1): 30-39.
https://fisica.unmsm.edu.pe/rif/previo_files/2021-1/05ceron.pdf

Noreña. V. A. (2006). *Uso de óxido de hierro y colorantes minerales para la coloración de ladrillos de arcilla*. [Tesis para grado de Ingeniería Civil. Universidad libre seccional Pereira]. Repositorio Institucional Unilibre.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/18568/USO%20DE%20OXIDO%20DE%20HIERRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Páez, D. F. (2006). Comportamiento de la mampostería bajo esfuerzos cortantes debido a efectos sísmicos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5 (8): 91-104. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75050808>.

Torres. E. J. (2020). Obtención de nanoparticulas de óxido de hierro procedente de viruta con tecnología BOTTOM – UP. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*. 18 (21):11- 25.
<http://www.scielo.org.bo/pdf/rcti/v18n21/v18n21a02.pdf>

CAPITULO IV

Coloración natural del ladrillo artesanal utilizando limadura de hierro

Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ sometido a diferentes temperaturas de curado para pavimentos rígidos

Tito Apaza, Hawat
Universidad César Vallejo
ingjhuat@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9646-3381>

Resumen:

En la presente investigación tiene por objetivo que consiste en evaluar de las diferentes temperaturas en el curado del concreto $f'c$ 280 kg/cm² para pavimentos rígidos. La metodología usada de tipo y diseño de investigación es aplicada – experimental, además es de enfoque cuantitativo, el estudio es correlacional entre la temperatura y el comportamiento del concreto. Los resultados obtenidos en el diseño de mezclas los materiales tienen proporciones adecuadas debido al resultado óptimo de resistencia a compresión del concreto a los 28 días superan el diseño establecido de $f'c$ 280 kg/cm², el control de temperatura de curado en los comportamientos físicos y mecánicos del concreto afectó a la temperatura de 0°C en las pruebas de densidad, absorción, volumen de vacíos y resistencia a la compresión y en la temperatura de 38°C se obtuvo mejores resultados.

Palabras clave: Comportamiento, concreto, curado, resistencia, temperatura.

Abstract:

The objective of this research is to evaluate the different temperatures in the curing of concrete $f'c$ 280 kg/cm² for rigid pavements. The methodology used of type and research design is applied – experimental, it is also a quantitative approach, the study is correlational between the temperature and the behavior of the concrete. The results obtained in the design of mixtures, the materials have adequate proportions due to the optimal result of compressive strength of the concrete at 28 days, they

exceed the established design of $f'c$ 280 kg/cm², the curing temperature control in the behaviors. The physical and mechanical properties of the concrete affected the temperature of 0°C in the tests of density, absorption, void volume and compressive strength and at the temperature of 38°C better results were obtained.

Keywords: rubber fiber, asphalt mix, load bearing value, stability and flow.

1. Introducción

Varias de las teorías a nivel internacional afirman que el concreto es afectado por la variación de la temperatura, disminuyendo la resistencia del concreto. Los pavimentos rígidos necesitan alcanzar una alta resistencia, debido a que deben soportar o recibir diferentes cargas vehiculares por lo tanto dependerá mucho del proceso de curado y también el factor clima influirá ya que estas pueden ser cálidas o frías.

El concreto puede presentar diferentes daños a causa de la variabilidad de temperatura como fisuras o incluso fracturas lo cual afecta en su resistencia. El cambio del clima influye la temperatura del agua e incluso afecta el curado del concreto.

Según el SENAMHI en la región de Puno durante el año se presentan diferentes climas donde se puede apreciar que las temperaturas tienden a variar demasiado en un promedio en el mes de noviembre se eleva hasta 16.8°C y tiende a bajar hasta -1.3°C.

La temperatura es un factor que influye en el agua ya que puede modificar su estado, en temperaturas bajas el agua cambia a un estado sólido, a temperaturas altas pasa a ser un estado líquido, incluso el agua puede ser gaseoso en altas temperaturas y este proceso es conocido como hielo y deshielo. El concreto necesita la hidratación y estos cambios de la temperatura del agua puede afectar en el periodo de curado del concreto alterando sus propiedades.

Teniendo conocimiento de las propiedades del concreto y la importancia en la ciudad de Juliaca en épocas de invierno la temperatura llega a variar considerablemente se registra bajo 0°C donde afectaría directamente en la resistencia mecánica del concreto, en el proceso de

alcanzar su máxima resistencia depende más en el control de la temperatura del curado, ya que en obras de infraestructura vial el factor clima varía durante los 24 horas y puede que su comportamiento sea diferente, además la temperatura ambiente no debe ser menor a 5°C o mayor a 35°C lo que establece la norma ACI en el procesos de curado. Por otra parte, en las épocas de verano la temperatura se eleva hasta los 18°C en la ciudad de Juliaca, las temperaturas varían en cada época que se presenta.

Teniendo conocimiento de la realidad problemática para la presente investigación se establece las temperaturas que se emplearán en el curado del concreto, considerando las temperaturas que se presentan en diversas épocas del año en la región Puno y también considerando los rangos que establece la norma. Se desea realizar el curado en temperaturas de 0°C, 10°C, 25°C y 38°C para evaluar el comportamiento del concreto.

2. Metodología

El tipo de investigación es aplicada, debido a que el estudio trata con las diferentes temperaturas del agua de curado el cual busca evaluar el comportamiento de las propiedades del concreto, para mejorar y establecer una temperatura de curado en la que el concreto pueda llegar a su optima resistencia.

Las investigaciones aplicadas son aquellas que se basan en investigaciones básicas, fundamentales y puras las cuales formulan los problemas e hipótesis para solucionarlos, toman el camino de poder mejorar, optimizar y perfeccionar los sistemas de funcionamiento.

El diseño de investigación es denominada experimental ya que se manipula intencionalmente las variables, en este caso se realiza una manipulación de la temperatura del agua para el curado del concreto para alcanzar su resistencia óptima, de esta forma es evaluada las variables. Según Hernández (2018) se utiliza por el investigador cuando tiene que manipular intencionalmente las variables donde se identifica o se define los efectos de las causas. El presente estudio tiene el enfoque cuantitativo, debido a que el estudio se trabaja con datos numéricos que se obtienen de las mediciones de la resistencia del concreto y análisis de las pruebas estadísticas utilizando métodos que logran cumplir los objetivos del

estudio. Según Sánchez (2019) el enfoque cuantitativo son todas aquellas variables de un estudio en las que se puede dimensionar mediante técnicas de estadística para verificar los valores recopilados, lo más relevante es describir , explicar, predecir y controlar para llegar a los objetivos y resultados esperados partiendo desde la dirección de la investigación y concluyendo con fundamentos usando estrictamente la cuantificación, en la recopilación de resultados, el procesamiento, análisis e interpretaciones mediante el método hipotético o deductivo.

La población en la presente investigación está conformada por todas las probetas de concreto que se puedan elaborar con el diseño de mezcla para $f'c$ 280 kg/cm² diseñados para pavimentos rígidos. Según Ventura (2017) es un grupo general representados por sujetos o materias con diversas características en la cual se puede investigar, la población está constituida por un universo o conjunto de elementos.

La muestra está representada por 72 unidades de especímenes de concreto las cuales serán distribuidas a diferentes pruebas y en diferentes periodos, serán realizadas a 7, 14 y 28 días y sometidas a las pruebas de resistencia diseñadas para pavimentos rígidos. Serán evaluadas a diferentes temperaturas, 36 unidades de concreto fueron destinadas para el curado en temperaturas permanentes del agua de curado que se realizarán a 0°C, 10°C, 25°C y 38°C para realizar la prueba de resistencia a compresión, además 36 unidades fueron destinadas para realizar los ensayos de densidad, absorción y volumen de poros permeables según corresponda a cada temperatura mencionado. Según Arias *et al.* (2016) el número específico de participantes que será necesario incluir a fin de lograr los objetivos planteados desde un principio. Este número se conoce como tamaño de muestra, que se estima o calcula mediante fórmulas matemáticas o paquetes estadísticos.

El procedimiento que se realizó en la etapa preliminar, se buscó información acerca de estudios referentes a la investigación que servirá para establecer y definir los problemas, hipótesis, objetivos, conceptos, teorías y procedimientos utilizados.

En la etapa de campo, se realizó una exploración en la cantera Isla y la cantera Surupana del distrito de Juliaca, provincia de San Román, región

Puno, donde se extraerá los materiales necesarios como agregados finos y gruesos y luego ser trasladados al laboratorio, el cual se utilizará para la elaboración del diseño de mezcla del concreto.

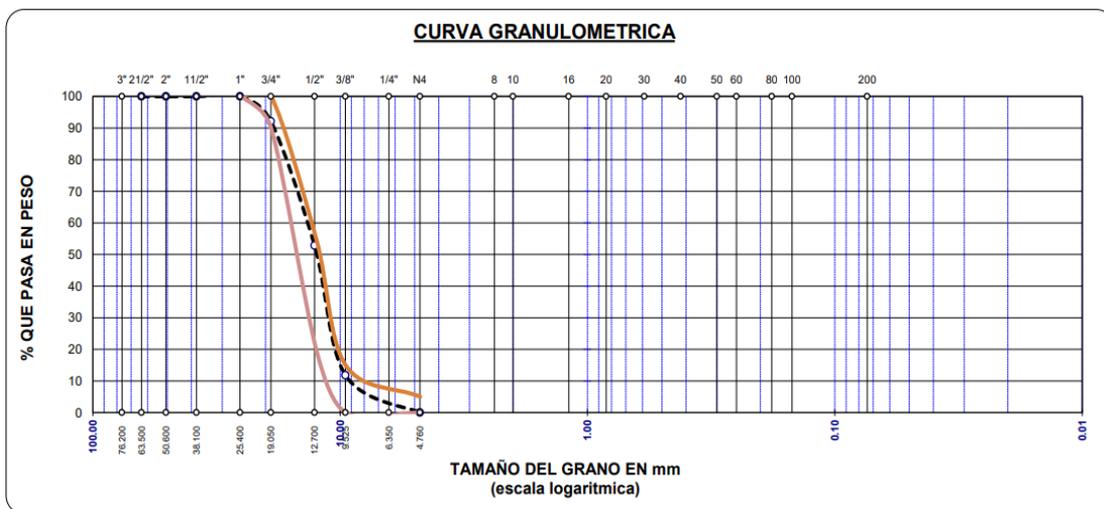
En la etapa de laboratorio, se realiza el control de calidad de los materiales mediante un proceso de ensayos según recomienda las normas NTP y ASTM dirigidos tanto del agregado grueso y fino los cuales deben cumplir los requerimientos mínimos para el diseño de mezcla, y estas son: Granulometría, Contenido de agua, Absorción de áridos y peso específico, Peso unitario compactado, Peso suelto de los áridos, etc.

3. Resultados y discusión.

3.1 Diseño de Mezclas del Concreto

Primero se realizaron el análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos según la norma NTP 400.037, ASTM C33/C33M-18 y se muestran en las siguientes figuras.

Figura 5. Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 1 se presentó el análisis de la curva granulométrica del agregado grueso según la norma ASTM C 33 que se empleó la granulometría de HUSO 6 y esta con el cumplimiento con los parámetros y el tamaño

Tabla 8. Datos de diseño para el concreto de F'c: 280 kg/cm2.

Valores de Diseño		
Tipo de hormigón de diseño F'C:	280	Kg/cm2
Tamaño máximo	1"	pulg.
Tamaño máximo nominal	3/4"	pulg.
Asentamiento	3" - 4"	pulg.
Relación agua cemento	0.47	a/c
Total de aire atrapado	2.00	%
Módulo de fineza	2.90	...
Agua de diseño reducido	205.00	(l)
Factor cemento	439.91	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se dieron a conocer los datos necesarios para realizar la dosificación y el diseño de mezcla del concreto para F'c: 280 kg/cm2 mediante la metodología ACI-211.

Tabla 9. Dosificación de materiales para el concreto de F'c: 280 kg/cm2.

Material	Cantidad de materiales corregidos			
	Por Peso (m3)		Por bolsa de cemento	
Agua	193.27	[lts/m ³]	18.7	[lts/bolsa]
Cemento	439.91	[Kg/m ³]	42.5	[kg/bolsa]
Grava	942.80	[Kg/m ³]	91.1	[kg/bolsa]
Arena	678.96	[Kg/m ³]	65.6	[kg/bolsa]
Peso de mezcla	2220.150	[Kg/m ³]	217.900	[kg/bolsa]

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se muestran la cantidad de materiales para realizar la mezcla del concreto, a partir del análisis de diseño usando datos que se presentaron en las tablas 1 y 2.

Tabla 10. Proporciones para el diseño de mezcla del concreto F'c: 280 kg/cm².

	Proporción de materiales		
	En peso	En volumen	En volumen unitario (P3)
Cemento	1.00 kg	0.29 m ³	1.00 m ³
Arena	1.00 kg	0.42 m ³	1.44 m ³
Grava	2.14 kg	0.71 m ³	2.43 m ³

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 se conocen las proporciones por peso, volumen y en volumen unitario para los materiales de cemento, arena y grava que fueron tomados para elaborar el concreto de F'c 280 kg/cm².

3.2 Control de Temperaturas del Curado

Tabla 11. Control de temperatura del curado a los 7 días

Control de temperatura a los 7 días				
Hora	0°	10°	25°	38°
04:00	0	9.8	25.2	37.2
05:00	0.2	9.7	25.3	35.3
06:00	0	9.9	22.9	37
07:00	0	10.1	23.4	36.5
08:00	0	10	22.8	35.7
09:00	0.2	9.8	23.5	37.8
10:00	0.2	9.9	24.6	36.6
11:00	0.1	10	24.2	38.2
12:00	0.2	9.6	25.1	37.9
13:00	0	9.8	23.5	36.5
14:00	0.1	9.1	22.8	37.2
15:00	0	9.5	23.8	36.9
16:00	0.2	10.2	24.5	37.6
17:00	0.1	10	25.3	38.3
18:00	0.1	9.8	24.6	38
19:00	0.2	10.5	23.9	38.9
20:00	0	9.8	22.8	37.6
21:00	0.1	10	24.3	36.7
22:00	0	10.5	25.2	37.3
Promedio	0.09	9.89	24.09	37.22

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N 5 se controla la temperatura de curado a la edad de 7 días en la temperatura de 0°, 10°, 25° y 38°C; el promedio de las temperaturas oscila +/- 3° ya que se utiliza un termostato programable.

Tabla 12. Control de temperatura del curado a los 14 días.

Control de temperatura a los 14 días				
Hora	0°	10°	25°	38°
03:30	0.1	8.9	25.6	38.3
04:00	0.3	8.8	25.8	37.5
05:00	0.2	10	23.8	38.2
06:00	0.0	10.2	25.0	36.5
07:00	0.1	9.8	24.6	35.6
08:00	0.3	10	25.6	38.5
09:00	0.2	9.9	23.8	38.6
10:00	0	8.9	25.6	38.2
11:00	0.3	9.7	25.1	38.5
12:00	0.5	9.8	23.5	38.4
13:00	0.1	9.5	23.8	38.5
14:00	0.3	9.3	24.5	35.8
15:00	0.2	10.3	25.6	36.5
16:00	0.1	10.5	25.3	38.3
17:00	0.3	10.8	24.6	35.6
18:00	0.2	10.5	23.6	38.6
19:00	0.2	9.8	25.6	38.5
20:00	0.1	10	25.8	36.7
21:00	0.1	10.6	25.6	37.3
Promedio	0.19	9.86	24.88	37.58

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N 6 se controla la temperatura de curado a la edad de 14 días en la temperatura de 0°, 10°, 25° y 38°C; el promedio de las temperaturas oscila +/- 3° ya que se utiliza un termostato programable.

Tabla 13. Control de temperatura del curado a los 28 días.

Control de temperatura a los 28 días				
Hora	0°	10°	25°	38°
04:00	0.2	10.2	25.3	38.2
05:00	0.3	10.5	25.6	37.5
06:00	0.2	11	24.5	37.0
07:00	0.1	10.1	23.4	35.8
08:00	0.0	10	23.5	36.9
09:00	0.1	9.9	23.4	37.8
10:00	0.3	8.9	24.6	35.8
11:00	0.0	10	24.2	38.2
12:00	0.2	10.2	26.4	38.6
13:00	0.3	9.8	24.5	36.5
14:00	0.1	9.1	22.8	37.2
15:00	0.1	10.3	22.9	36.8
16:00	0.0	10.2	24.5	37.6
17:00	0.0	10	25.3	38.3
18:00	0.1	8.9	25.6	38.0
19:00	0.2	10.4	23.9	38.9
20:00	0.1	8.8	25.4	37.6
21:00	0.0	10.2	25.3	38.6
22:00	0.0	10.3	25.2	37.3
Promedio	0.12	9.94	24.54	37.51

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se controla la temperatura de curado a la edad de 28 días en la temperatura de 0°, 10°, 25° y 38°C; el promedio de las temperaturas oscila +/- 3° ya que se utiliza un termostato programable.

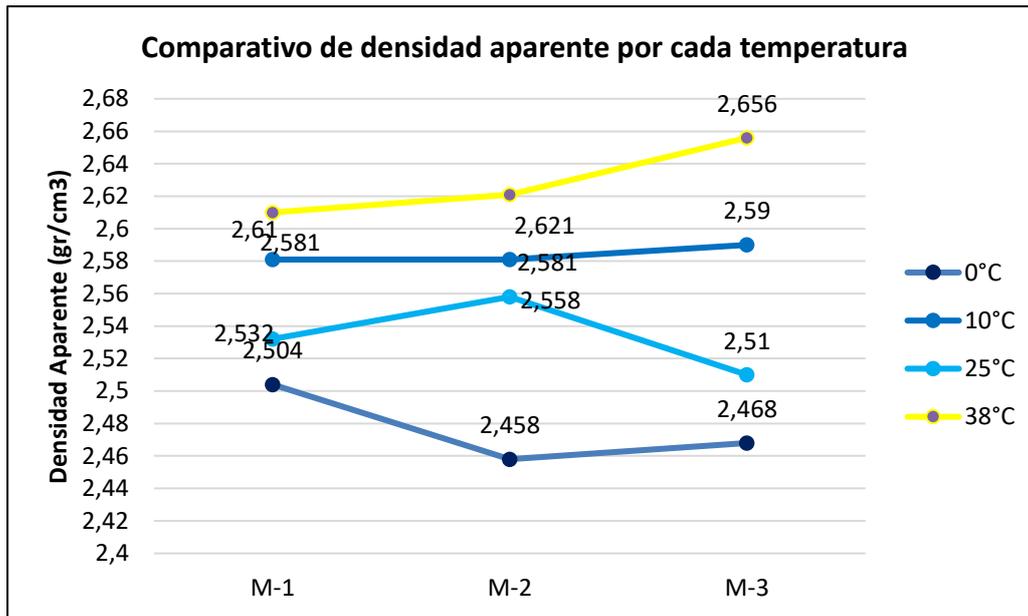
3.3 Densidad del concreto endurecido

Tabla 14. Resultados de la densidad aparente del concreto endurecido.

Ensayo de densidad aparente	Temperatura de curado			
	0°C	10°C	25°C	38°C
	g/cm3	g/cm3	g/cm3	g/cm3
M-1	2.504	2.581	2.532	2.61
M-2	2.458	2.581	2.558	2.621
M-3	2.468	2.59	2.51	2.656
Promedio	2.477	2.584	2.533	2.629

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Comparación de las densidades aparentes curado en diferentes temperaturas.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 y figura 3 se dieron a conocer los resultados de la densidad aparente donde se muestra la comparación de las temperaturas de curado, los valores altos de densidad que presentaron fueron de 38°C, y la densidad baja que presentaron fueron de 0°C.

3.4 Absorción del concreto endurecido

En las tablas 9, 10, 11 y 12 se presentan los resultados de la absorción después de la inmersión y absorción después de la inmersión y ebullición del concreto endurecido que fueron curados en las temperaturas de 0°C, 10°C, 25°C y 38°C, realizados según la norma ASTM C 642.

Tabla 15. Resultados de la absorción del concreto endurecido a 0°C.

Ensayos	Absorción en concreto endurecido			Promedio
	Temperatura de curado en 0°C			
	M-1	M-2	M-3	
Absorción después de inmersión (%)	9.78	9.89	9.36	9.68
Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.24	10.23	9.70	10.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Resultados de la absorción del concreto endurecido a 10°C

Absorción en concreto endurecido				
Ensayos	Temperatura de curado en 10°C			Promedio
	M-1	M-2	M-3	
Absorción después de inmersión (%)	8.45	8.31	8.43	8.40
Absorción después de inmersión y ebullición (%)	8.97	9.25	9.49	9.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Resultados de la absorción del concreto endurecido a 25°C.

Absorción en concreto endurecido				
Ensayos	Temperatura de curado en 25°C			Promedio
	M-1	M-2	M-3	
Absorción después de inmersión (%)	8.40	8.64	8.13	8.39
Absorción después de inmersión y ebullición (%)	8.66	8.64	8.65	8.65

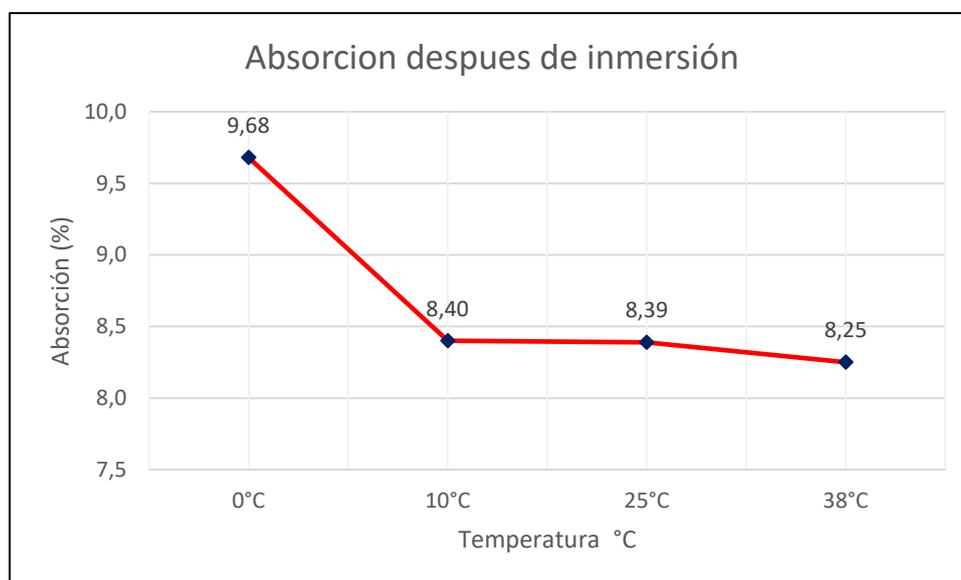
Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Resultados de la absorción del concreto endurecido a 38°C

Absorción en concreto endurecido				
Ensayos	Temperatura de curado en 38°C			Promedio
	M-1	M-2	M-3	
Absorción después de inmersión (%)	8.27	8.16	8.32	8.25
Absorción después de inmersión y ebullición (%)	8.27	8.03	8.06	8.12

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Comparación de absorción del concreto en función a la temperatura.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se muestran la absorción del concreto endurecido en las diferentes temperaturas de curado, la absorción más representativa del concreto ocurrió a 0°C que en promedio del porcentaje de absorción fue 9.68%, la absorción más reducida del concreto se obtuvo a 38°C el cual significa que a mayor temperatura de curado se obtiene menor porcentaje de absorción.

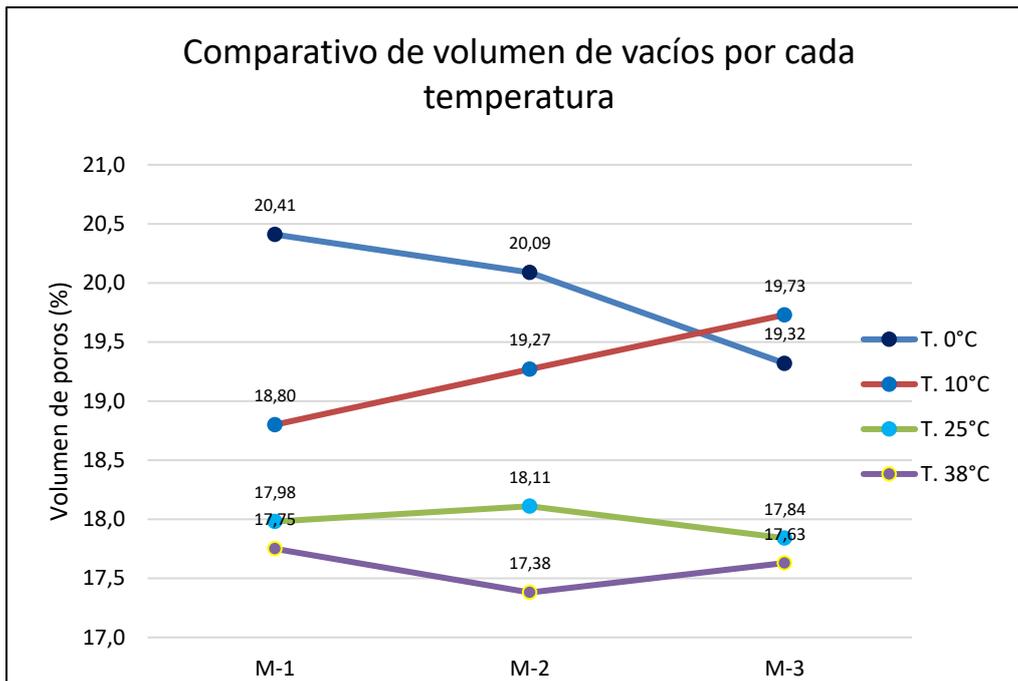
3.5 Volumen de poros permeables del concreto endurecido

Tabla 19. Resultados de volumen de vacíos del concreto endurecido

Volumen de vacíos (espacio de poros permeables)				
Muestras	T. 0°C	T. 10°C	T. 25°C	T. 38°C
	%	%	%	%
M-1	20.41	18.80	17.98	17.75
M-2	20.09	19.27	18.11	17.38
M-3	19.32	19.73	17.84	17.63
Promedio	19.94	19.27	17.98	17.59

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Comparación de volumen de vacíos en diferentes temperaturas



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5 se muestra una representación comparativa de los resultados del volumen de vacíos o espacios de poros permeables, el mayor porcentaje de poros permeables que presentó fue en las temperaturas de curado a 0°C y 10°C por lo que reducen su resistencia, los menores porcentajes de poros permeables que se presentó fue en las temperaturas de curado a 25°C y 38°C por lo que desarrollaron mejor las capacidades de resistencia.

3.6 Resistencia a compresión del concreto endurecido

La prueba resistencia se realizó bajo la norma ASTM – C39 cumpliendo cada especificación y métodos

Tabla 20. Resultados de resistencia a la compresión a una temperatura de 0°C.

N° Testigos	Resistencia Diseño kg/cm ²	Edad (días)	Carga Máxima (kgf)	Área (cm ²)	Resistencia		Resisten. Promedio kg/cm ²
					kg/cm ²	%	
M-1	280	7	25831.88	183.85	140.51	50.18	
M-2	280	7	25549.33	183.97	138.88	49.60	146.42
M-3	280	7	29338.6	183.49	159.89	57.10	
M-4	280	14	39610.33	182.06	217.57	77.70	
M-5	280	14	42541.01	181.70	234.13	83.62	227.66
M-6	280	14	41800.19	180.74	231.27	82.60	
M-7	280	28	44126.51	181.82	242.69	86.68	
M-8	280	28	46325.02	182.30	254.11	90.76	247.93
M-9	280	28	45110.2	182.65	246.98	88.21	

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 14, se dieron a conocer los resultados de la resistencia a compresión de los testigos que fueron curados a una temperatura de 0°C, el promedio a las edades de 7, 14 y 28 se obtuvo una resistencia de f'_c 146.42kg/cm², 227.66kg/cm² y 247.93kg/cm² aproximado al diseño de resistencia de 280kg/cm².

Tabla 21. Resultados de resistencia a la compresión a una temperatura de 10°C

N° Testigos	Resistencia Diseño kg/cm ²	Edad (días)	Carga Máxima (kgf)	Área (cm ²)	Resistencia		Resisten. Promedio kg/cm ²
					kg/cm ²	%	
M-1	280	7	39711.89	183.49	216.43	77.29	
M-2	280	7	39107.28	182.77	213.97	76.42	218.61
M-3	280	7	41120.21	182.41	225.43	80.51	
M-4	280	14	45181.45	183.49	246.23	87.94	
M-5	280	14	42881.29	181.34	236.47	84.45	247.20
M-6	280	14	46981.99	181.46	258.91	92.47	
M-7	280	28	50785.41	183.37	276.96	98.91	
M-8	280	28	51776.49	181.34	285.52	101.97	281.71
M-9	280	28	51360.48	181.70	282.67	100.95	

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 15, se dieron a conocer los resultados de la resistencia a compresión de los testigos que fueron curados a una temperatura de 10°C, el promedio a las edades de 7, 14 y 28 se obtuvo una resistencia de $f'c$ 218.61kg/cm², 247.20kg/cm² y 281.71kg/cm² aproximado al diseño de resistencia de 280kg/cm².

Tabla 22. Resultados de resistencia a la compresión a una temperatura de 25°C

N° Testigos	Resistencia Diseño kg/cm ²	Edad (días)	Carga Maxima (kgf)	Área (cm ²)	Resistencia		Resisten. Promedio kg/cm ²
					kg/cm ²	%	
M-1	280	7	44343.05	184.33	240.56	85.92	
M-2	280	7	43984.26	183.61	239.55	85.55	241.55
M-3	280	7	44603.02	182.41	244.52	87.33	
M-4	280	14	47737.58	183.73	259.82	92.79	
M-5	280	14	49933.59	184.09	271.25	96.87	266.49
M-6	280	14	48830.93	181.94	268.39	95.85	
M-7	280	28	53263.43	182.89	291.23	104.01	
M-8	280	28	54937.92	183.25	299.80	107.07	295.99
M-9	280	28	53740.65	180.98	296.94	106.05	

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 16, se dieron a conocer los resultados de la resistencia a compresión de los testigos que fueron curados a una temperatura de 25°C, el promedio a las edades de 7, 14 y 28 se obtuvo una resistencia de $f'c$ 241.55kg/cm², 266.49kg/cm² y 295.99kg/cm² aproximado al diseño de resistencia de 280kg/cm².

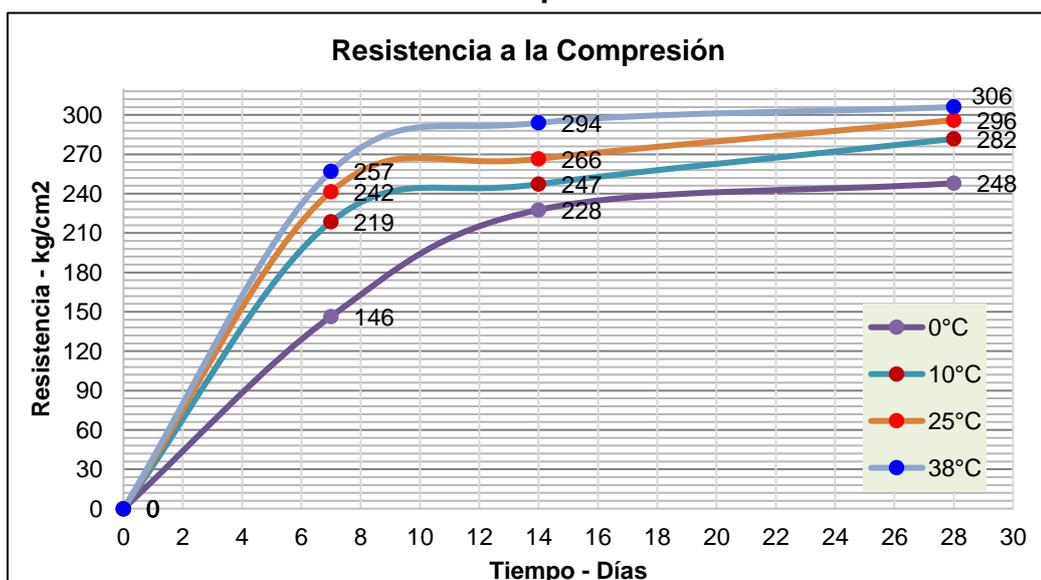
Tabla 23. Resultados de resistencia a la compresión a una temperatura de 38°C

N° Testigos	Resistencia Diseño kg/cm ²	Edad (días)	Carga Maxima (kgf)	Área (cm ²)	Resistencia		Resisten. Promedio kg/cm ²
					kg/cm ²	%	
M-1	280	7	45430.57	182.89	248.40	88.72	256.97
M-2	280	7	48657.30	183.25	265.52	94.83	
M-3	280	7	47120.49	183.37	256.97	91.77	
M-4	280	14	54664.14	184.09	296.94	106.05	293.90
M-5	280	14	52845.67	182.89	288.95	103.20	
M-6	280	14	53817.92	181.94	295.80	105.64	
M-7	280	28	55471.28	183.37	302.51	108.04	306.03
M-8	280	28	56895.93	183.49	310.08	110.74	
M-9	280	28	55764.40	182.53	305.51	109.11	

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 18, se dieron a conocer los resultados de la resistencia a compresión de los testigos que fueron curados a una temperatura de 38°C, el promedio a las edades de 7, 14 y 28 días se obtuvo una resistencia de f'c 256.97kg/cm², 293.90kg/cm² y 306.03kg/cm² aproximado al diseño de resistencia de 280kg/cm².

Figura 10. Comparación de resistencia a la compresión de diferentes temperaturas



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6, se presentó una comparación de resistencia a la compresión curados en diferentes temperaturas para las edades de 7, 14 y 28 días demostrando su desarrollo.

3.7 Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación lo más relevante que se evaluó es la resistencia a la compresión curado en diferentes temperaturas, y se realizó el curado a 0°C donde se obtuvo la resistencia a la compresión en promedio a los 7 días resultó 146.42 kg/cm², a los 14 días 227.66 kg/cm² y a los 28 días 247.93 kg/cm². Para el curado a 10°C la resistencia a la compresión en promedio a los 7 días resultó 218.61 kg/cm², a los 14 días 247.20 kg/cm² y a los 28 días 281.71 kg/cm². Para el curado a 25°C la resistencia a la compresión en promedio a los 7 días resultó 241.55 kg/cm², a los 14 días 266.49 kg/cm² y a los 28 días 295.99 kg/cm². Por último para el curado a 38°C la resistencia a la compresión en promedio a los 7 días resultó 256.97 kg/cm², a los 14 días 293.90 kg/cm² y a los 28 días 306.03 kg/cm²

Los resultados obtenidos tienen relación con el estudio de Gálvez (2019) que fue evaluada en las diferentes temperaturas para un concreto de f'c 210 kg/cm², en temperaturas de 5°C la resistencia a la compresión en promedio a la edad de 7 días resultó 92.2 kg/cm², a los 14 días se obtuvo 107.6 kg/cm² y a los 28 días 148.0 kg/cm². Para 20°C la resistencia a la compresión en promedio a la edad de 7 días resultó 151.6 kg/cm², a los 14 días se obtuvo 180.2 kg/cm² y a los 28 días 215.0 kg/cm². Para 35°C la resistencia a la compresión en promedio a la edad de 7 días resultó 176.8 kg/cm², a los 14 días se obtuvo 183.2 kg/cm² y a los 28 días 190.0 kg/cm².

También tiene relación con la investigación de Chavez y Inquilla evaluó la resistencia del concreto de f'c 210 kg/cm² a las diferentes temperaturas de curado, la resistencia a compresión en promedio a los 28 días de curado en temperatura de -5°C resultó 130.10 kg/cm², en 0°C resultó 133.38 kg/cm², en 5°C resultó 110.77 kg/cm², en 10°C resultó 231.38 kg/cm², en 15°C resultó 232.28 kg/cm², por últimos en 20°C resultó 237.12 kg/cm².

D1: Los resultados con el primer autor, usó las temperaturas de 5°C, 20°C y 35°C para el curado del concreto, existe la relación entre la temperatura y la resistencia a compresión, es decir a medida que la temperatura se acrecienta la resistencia también se acrecienta, al igual que la presente investigación obtuvo similar correlación entre la temperatura de curado y la resistencia a compresión con las temperaturas de 0°C, 10°C, 25°C y 38°C.

D2: Los resultados con el segundo autor, realizó las pruebas con las temperaturas de -5°C, 0°C, 5°C, 10°C, 15°C y 20°C para el curado del concreto, también existe la relación entre la temperatura y la resistencia a la compresión, es decir a medida que la temperatura se acrecienta la resistencia también se acrecienta, así mismo lleva una relación con la presente investigación al tener secuencias similares de temperatura de 0°C, 10°C, 25°C y 38°C, además de que las temperaturas elevadas el comportamiento de la resistencia sigue incrementando.

4. Conclusiones

Correspondiendo al objetivo general, el curado del concreto en diferentes temperaturas si influye en el concreto, debido a que existe una diferencia significativa por lo que la resistencia mejor desarrollada ocurre en temperaturas altas ya que las temperaturas bajas acortan la resistencia del concreto.

En la evaluación del diseño de mezcla del concreto para una resistencia de 280 kg/cm², los materiales usados fueron adecuados para elaborar el concreto como el módulo de fineza resultó 2.90 en las que se obtuvo 193.27 lts/m³ de agua, 439.91 kg/m³ de cemento, 942.80 kg/m³ de grava y 678.96 kg/m³ de arena en las que se distribuyeron los materiales conforme a la dosificación y la relación agua-cemento es 0.47, y se llegó una máxima resistencia a compresión que se obtuvo en promedio a los 28 días es 306.03 kg/cm² y supera el diseño establecido por lo que está conforme con el diseño de mezcla.

Al verificar el control de curado en diferentes temperaturas del concreto, se obtuvo comportamientos que afectaron a las capacidades

físicos y mecánicos, las bajas temperaturas en (0°C) influyen en la densidad, absorción, volumen de vacíos, en la resistencia y durabilidad, en temperaturas elevadas de 38°C mejoraron significativamente las propiedades resistentes, la densidad, absorción y reduciendo los poros permeables.

En la resistencia a la compresión curado a diferentes temperaturas, los resultados en temperaturas bajas como en 0°C la resistencia desarrollada del concreto a los 28 días en promedio fue 247 kg/cm² y no llegó al diseño establecido por lo tanto es afectado por la temperatura baja, en cuanto a las temperaturas de 10°C y 25°C la resistencia desarrollada a los 28 días en promedio alcanzó 281.71 kg/cm² y 295.99 kg/cm² los cuales cumplieron con el diseño establecido por lo tanto estas temperaturas son adecuadas en el curado obteniendo una buena resistencia, por ultimo a una temperatura de 38°C la resistencia que desarrolló a los 28 días en promedio fue 306.03 kg/cm² si está en cumplimiento con el diseño establecido además significa que alteró la resistencia que las demás temperaturas por lo que la temperatura de curado está relacionada con la resistencia de curado.

Referencias

- Arias, J., Villasís, M. Á., & Miranda, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Alergia México*, 63(2), 201-206.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>.
- Gálvez, E. L. (2019). *Influencia de la temperatura en la resistencia del concreto a la compresión*. [Tesis de grado en Ingeniería civil. Universidad Particular de Chiclayo]. Repositorio Institucional Universidad Particular de Chiclayo. <http://repositorio.udch.edu.pe/handle/UDCH/450>
- Hernández, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGRAW-HILL.
- Sánchez, F. A. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria* 13(1). 103-122.
<http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Ventura, J. L. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública*, 43(4), 648-649.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014

CAPITULO V

Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto utilizando plantas amazónicas en el Perú.

Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto utilizando plantas amazónicas en el Perú.

**Physical and mechanical properties of concrete pavers using Amazonian
plants in Peru.**

Culqui Bueno, Mayly Lizeth

Universidad Cesar Vallejo

Buenolizeth5@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1929-4160>

Resumen:

El estudio analizo las propiedades mecánicas y físicas de adoquines de concreto con adición de cenizas de capirona como agregado, se determinó la composición química mediante Florencia de rayos x de adoquines de concreto con la ceniza de capirona; en el análisis según la Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersa se halló que la muestra tiene 64,476% de calcio, silicio 20,503%, Aluminio 6.073%, Hierro 4,767% Potasio 2,108 Azufre 1,273% titanio 0,0401, manganeso 0,161. Estroncio 0,0117, Circonio 0,072 y cobre 0,047%. Este análisis se obtuvo altos porcentajes de Calcio y silicio. Se determinar la dosificación del adoquín de concreto con la adición de la ceniza de capirona, (norma MTC E204). Siendo la dosificación en volumen: cemento: 1.0 bolsa (42,5 kilos) agregado fino: 1.4 pie cubico agregado grueso: 2.2 pie cubico agua: 16.7 litros 4.3 galones dosificación en volumen (cemento - hormigón): cemento hormigón cemento 1.0 y hormigón 3,6. En la resistencia a la compresión se ha obtenido porcentajes superiores a los requeridos por la norma, siendo mayor el resultado en 11% al porcentaje establecido a los 7 días de edad del testigo, a los 14 días, supero al requerido en 6%, a los 21 días supero al requerido en 4% y a los 28 días supero en un 7%. Haciendo un promedio de porcentaje superior en 7%, siendo muy favorable

Palabras clave: Concreto, Cemento, Espectrometría, Plantas amazónicas.

Abstract:

The study analyzed the mechanical and physical properties of concrete pavers with the addition of capirona ash as an aggregate. The chemical composition was determined by X-ray Florence of concrete pavers with capirona ash; in the analysis according to dispersive energy X-ray fluorescence spectrometry, it was found that the sample had 64.476% calcium, 20.503% silicon, 6.073% aluminum, 4.767% iron, 2.108 potassium, 1.273% sulfur, 0.0401 titanium, 0.161 manganese. Strontium 0.0117, Zirconium 0.072 and copper 0.047%. This analysis obtained high percentages of calcium and silicon. The dosage of the concrete pavers will be determined with the addition of capirona ash, (MTC E204 standard). Being the dosage in volume: cement: 1.0 bag (42.5 kilos) fine aggregate: 1.4 cubic feet coarse aggregate: 2.2 cubic feet water: 16.7 liters 4.3 gallons dosage in volume (cement - concrete): cement concrete cement 1.0 and concrete 3 ,6. In the resistance to compression, percentages higher than those required by the standard have been obtained, the result being 11% higher than the percentage established at 7 days of age of the witness, at 14 days, it exceeded the required 6%, at at 21 days I exceeded the required by 4% and at 28 days I exceeded by 7%. Averaging percentage above 7%, being very favorable

Keywords: Amazonian plants, Concrete, Cement, Spectrometry

1. Introducción

En el área de la construcción se utiliza un mayor número de recursos naturales, para la mezcla del concreto, en el mundo cada año existe una producción de casi 1 500 millones de toneladas de concreto, para esto se utiliza casi mil millones de toneladas de materiales naturales, en las demoliciones se generan toneladas de residuos de concreto.

En Perú, todavía no tenemos centro de investigación de materiales para mejorar las propiedades del concreto. Para poder obtener nuevos agregados en la composición del concreto. tanto se está ensayando diferentes tipos de aditivos

para mejorar la resistencia del concreto y mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Los diversos estudios sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto están siendo realizados por diferentes estudiantes e investigadores del campo de la construcción.

En la ciudad de pucallpa departamento Ucayali, no se ha podido desarrollar la utilización de nuevos agregados a la elaboración del concreto, ya que fundamentalmente se busca tener un diseño de concreto para adoquines adicionando un porcentaje de ceniza de capirona, ya que la capirona es un árbol de madera muy pesada, que presenta contracciones lineales bajas y la contracción volumétrica es moderadamente estable. Para la resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría media a alta. De especie *Calycophyllum spruceanum* (Benth), Familia Rubiaceae.

2. Metodología

Las investigaciones que se realicen de tipo aplicada serán porque tienen como objetivo realizar diferentes análisis, estas investigaciones podrán contribuir con nuevas alternativas en el caso este correctamente planificadas, tales que los resultados obtenidos sean creíbles según sea la fecha, lo cual podrá ser provechosa (Baena, 2014).

La presente investigación es de tipo aplicada, pues tiene objetivo realizar estudios de análisis de un obstáculo destinado a la acción. Así también esta investigación podrá tener una contribución para nuevas opciones, si se realiza la planificación correcta para la presente investigación, de tal manera que los resultados sean mostrados, así los datos obtenidos en la investigación sean provechosos. El objetivo fue, determinar las propiedades mecánicas y físicas de adoquines de concreto con adición de cenizas de capirona como agregado.

3. Resultados y discusión

3.4 Análisis de composición química mediante Florencia de rayos x de adoquines de concreto con la ceniza de capirona.

Para el análisis de composición química se presentó una muestra molida de probeta de concreto al laboratorio LABICER de la facultad de ciencias políticas de la UNI, la condición ambiental fue a una temperatura de 20°C; humedad relativa: 61% 7. equipo utilizado: espectrómetro de fluorescencia de rayos x de energía dispersiva. SHIMADZU, ED x 800HS. El análisis químico lo presentamos en la tabla 1.

Tabla 24. Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %(¹)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	64.476	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva (²)
Silicio, Si	20.503	
Aluminio, Al	6.073	
Hierro, Fe	4.767	
Potasio, K	2.108	
Azufre, S	1.273	
Titanio, Ti	0.401	
Manganeso, Mn	0.161	
Estroncio, Sr	0.117	
Circonio, Zr	0.072	
Cobre, Cu	0.047	

Fuente: Elaboración propia.

La composición química según la Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersa se halló que la muestra tiene 64,476% de calcio, silicio 20,503%, Aluminio 6.073%, Hierro 4,767% Potasio 2,108 Azufre 1,273% titanio 0,0401, manganeso 0,161. Estroncio 0,0117, Circonio 0,072 y cobre 0,047%. Este análisis nos muestra un alto porcentaje de Calcio y silicio.

3.5. La dosificación de los adoquines de concreto con la adición de la ceniza de capiróna.

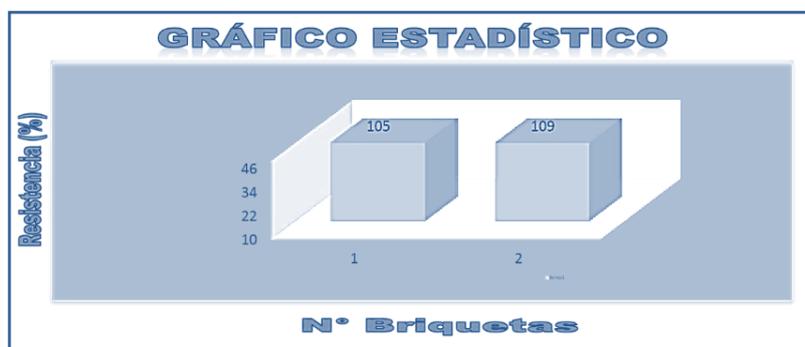
Tabla 25: Diseño de mezcla de concreto de Fc= 210kg/cm2

DISEÑO : F'c-210 Kg/cm ²		FECHA : SETIEMBRE 2022				
diseño de mezcla de concreto de f'c -210 kg/cm ²						
propiedades físicas de los agregados						
procedencia	peso específico	peso unitario suelto	peso unitario varillado	humedad natural	% absorción	modulo de finieza
Cemento Tipo 1	3.17					
Agregado Grueso	2.616	1632	1699	4.1	0.634	
Agregado Fino	2.251	1571	1667	4.9	0.761	2.82
VALORES DE DISEÑO:						
SLUMP (asentamiento): 4.0 pulg. tamaño máximo del agregado: 1/21/12 pulg.						
agua requerida en diseño		:	216	lts/m ³		
relación a/c		:	0.53			
volumen absoluto de agregados:						
N PESO:						
Fracción Gruesa	:	0.371	970			
Fracción Fina	:	0.260	585			
Cemento	:	0.127	404			
Agua	:	0.216	216			
Aire atrapado	:	0.025				
Total	0.999	2175				
Corrección por humedad del agregado:						
Fracción Fino Húmedo	614			Contribución del Fino	24.21	
Fracción Grueso Húmedo	1010			Contribución del Grueso	33.630	
Humedad Superficial del Ag. Fino	4.14			Contribución Total	57.84	
Humedad Superficial del Ag. Grueso	3.47			Contribución Real del Agua	158.2	
Cantidad de material por m3 de concreto corregido:						
Dosificación en peso						
cemento		Kg/m3			1.00	
403.83						
Agua		Lts/m3			0.39	
158.16						
Agregado Fino		Kg/m3			1.52	
614.00						
Agregado Grueso		Kg/m3			2.50	
1010.00						
Cemento Portland Tipo I	9.5	Bolsas/m ³	1624.00			
% de agregado fino	38%					
% de agregado grueso	62%					

Fuente: Elaboración propia.

Se diseñó de mezcla de concreto (tabla 2) de $f'c$ -210 kg/cm². Las propiedades físicas de los agregados, del Cemento Tipo 1 de peso específico (PE) de 3.17, EL Agregado Grueso PE de 2,616, peso unitario suelto 1632, el peso unitario varillado 1699, humedad natural de 4,1% %. absorción de 0.634%. el agregado fino de PE. De 2.251, peso unitario de 1571 y en varillado de 1667 con una humedad natural de 4,9, porcentaje de absorción de 0,761 y con módulo de fineza de 2,82. Los valores de diseño: para el SLUMP (asentamiento): 4.0 pulg. El tamaño máximo del agregado de 1/2 pulg. El agua requerida en diseño: 216 lts/m³. de relación A/C de 0.53. El volumen absoluto de agregados en peso: fracción Gruesa de 0.371 en peso de 970, Fracción Fina de 0.260 en peso de 585 Cemento: 0.127 en peso de 404 Agua: 0.216 en peso de 216 Aire atrapado: 0.025. total 0.999 en peso de 2175, corrección por humedad del agregado: en la Fracción Fino Húmedo de 614, Fracción Grueso Húmedo 1010, Humedad Superficial del Ag. Fino 4.14, Humedad Superficial del Ag. Grueso 3.47, Contribución del Fino 24.21, Contribución del Grueso 33.630, Contribución Total de 57.84, Contribución Real del Agua 158.2. La cantidad de material por m³ de concreto corregido; Cemento 403.83 Kg/m³ de dosificación en peso de 1.00; Agua 158.16 Lts/m³ de dosificación en peso 0.39; Agregado Fino 614.00 Kg/m³ dosificación en peso de 1.52; Agregado Grueso 1010.00 Kg/m³; dosificación en peso de 2.50; cemento portland tipo I de 9.5 bolsas/m³; dosificación en peso de 1624.00; porcentaje de agregado fino de 38%; porcentaje de agregado grueso en 62%. Con éste diseño se lograron las resistencias mostradas en la figura 1.

Figura 1. Grafica del resultado de la resistencia.



Fuente: Elaboración propia.

Resultados.

Cemento Portland Tipo I 9.5 Bolsas/m³ 1624.00

Porcentaje de agregado fino de 38%

Porcentaje de agregado grupo 62%

Tabla 26: Diseño de concreto

Diseño : F'c-210 Kg/cm ²	Fecha : setiembre 2022
-------------------------------------	------------------------

peso de material por bolsa de cemento:
Cemento : 42.5 Kg/Bolsa
Agua : 16.6 Lts/Bolsa
Agregado Fino : 64.6 Kg/Bolsa
Agregado Grueso : 106.3 Kg/Bolsa
Peso por pie cubico de material:
Agregado Fino : 46.7 Kg/Pie³
Agregado Grueso : 48.1 Kg/Pie³
Dosificación en volumen:
Cemento : 1.0 Bolsa (42,5 Kilos)
Agregado Fino : 1.4 Pie Cubico
Agregado grueso : 2.2 Pie Cubico
Agua : 16.7 Litros 4.3 Galones
Dosificación en volumen (cemento - hormigón):

cemento	hormigón
1.00	3.6

Fuente: Elaboración propia.

Peso de material por bolsa de cemento: cemento de 42.5 kg/bolsa, el agua de 16.6 lts/bolsa; el agregado fino de 64.6 kg/bolsa; el agregado grueso de 106.3 kg/bolsa peso por pie cubico de material: agregado fino: 46.7 kg/pie³ agregado grueso: 48.1 kg/pie³ dosificación en volumen: cemento: 1.0 bolsa (42,5 kilos) agregado fino: 1.4 pie cubico agregado grueso: 2.2 pie cubico agua: 16.7 litros 4.3 galones dosificación en volumen (cemento - hormigón): cemento hormigón cemento 1.0 y hormigón 3.6 (tabla 3).

3.6 Resistencia a la compresión.

Se determinó la resistencia de la compresión de adoquines de concreto con la ceniza de capirona, con los resultados en la presente tabla:

Tabla 4. Resistencia a la compresión a los 28 días.

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

DESCRIPCIÓN : EDAD 28 DÍAS

FECHA : SETIEMBRE 2022

CUADRO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ARMADO F'C 210Kg/cm2

estructura	Edad días	moldeo	Rotura	slump (pulg)	lectura real kg	lectura corregida (ka)	área (cm ²)	resistencia testigo (ka/cm ²)	resistencia diseño f'c 210	resistencia obtenida %	promedio 02 valores %	resistencia requerida Como mínimo
Concreto f'c 210kg/cm ² 70% de hormigón y 30% de ceniza	28	7/8/20 22	4/9/20 22	4"	38,920 .00	38,91 3	176	221	210	105		>100 %
											107	
concreto f'c 210kg/cm ² 70% de hormigón y 30% de ceniza	28	7/8/20 22	4/9/20 22	4"	40,240 .00	40,23 1	176	229	210	109		>100 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Cuadro estadístico

Cuadro de elaboración				
descripción	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (%)	Edad	Coef. a la resistencia
Nº de datos	2	2	1	17%
Sumatoria	449.68	214.13	2	34%
xp	224.84	107.07	3	44%
Mínimo	105.28	105.28	7	68%
Max	108.85	108.85	10	77%
D.	2.52	2.52	14	86%
Estandar	6.36	6.36	21	93%
Varianza	0.01	0.02	28	100%

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados de las tablas 4 y 5, de resistencia a la compresión de concreto armado f'c 210kg/cm². a los 28 días de edad del testigo es los siguientes:

En conclusión del resultado de los dos ensayos se tiene un valor promedio de 107% cumpliendo la resistencia requerida.

Tabla 6: Resistencia a la compresión a los 21 días.

CUADRO DE ELABORACIÓN				
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	EDAD	Coef. A la Resistencia
Nº DE DATOS	2	2	1	17%
SUMATORIA	408.55	194.55	2	34%
Xp	204.27	97.27	3	44%
MÍNIMO	96.8	96.8	7	68%
MAX	97.75	97.75	10	77%
DESV. ESTÁNDAR	0.67	0.67	14	86%
VARIANZA	0.45	0.45	21	93%
COEF. VARIACIÓN	0	0.01	28	100%

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados de la tabla 6, de resistencia a la compresión de concreto armado f'c 210kg/cm². a los 21 días de edad del testigo es los siguientes:

En conclusión del resultado de los dos ensayos se tiene un valor promedio de 97 % cumpliendo la resistencia requerida.

Tabla 7. Resistencia a la compresión a los 14 días

DESCRIPCIÓN		: EDAD 14 DÍAS		FECHA : SETIEMBRE 2022									
CUADRO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ARMADO F'C 210Kg/cm ²													
Estructura	Edad días	Fecha		Slump (pulg)	lectura real kg.	Lectura corregida (kg)	Área (cm ²)	Resistencia	Resistencia	Resistencia obtenida %	Promedio 02 valores %	Resistencia requerida	
		Moldeo	rotura										
CONCRE TO FC	14	7/8/2022	21/08/2	4"	33,620. 00	33,6 20	176	19 1	21 0	91	92	>86 %	

210Kg/c m2												
70% DE HORMIG ON Y 30% DE CENIZA												
	14	7/8/2022		4"	34,580.	34,5	176	19	21	94		>86
CONCRE TO F'C 210Kg/c m2					00	79		6	0			%
70% DE HORMIG ON Y 30% DE CENIZA			21/08/2022									

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Cuadro del resultado de la resistencia

CUADRO DE ELABORACIÓN				
descripción	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (%)	edad	Coef. A la Resistencia
Nº DE DATOS	2	2	1	17%
SUMATORIA	387.5	184.52	2	34%
Xp	193.75	92.26	3	44%
MÍNIMO	90.96	90.96	7	68%
MAX	93.56	93.56	10	77%
DESV.				
ESTÁNDAR	1.83	1.83	14	86%
VARIANZA	3.36	3.36	21	93%
COEF. Variación	0.01	0.02	28	100%

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados de las tablas 7 y 8, de resistencia a la compresión de concreto armado f'c 210 kg/cm². a los 14 días de edad del testigo es los siguientes:

En conclusión del resultado de los dos ensayos se tiene un valor promedio de 92% cumpliendo la resistencia requerida.

Tabla 9. Resistencia a la comprensión a los 7 días

Descripción		edad 7 días	fecha : setiembre 2022								
Cuadro estadístico de resistencia a la comprensión de concreto armado f'c 210kg/cm²											
estructura	edad días	Moldeo	rotura slump (pulg)	lectura real kg.	Lectura corregida (kg)	Área (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Resistencia diseño f'c 210	Resistencia obtenida %	Promedio 02 valores %	Resistencia requerida como
CONCRET O F'c 210Kg/cm ² 70% DE HORMIGO N Y 30% DE CENIZA	7	7/8/2022	14/08/2022	4"	28,440.00	28,448	176	162	210	77	>68%
										79	
CONCRET O F'c 210Kg/cm ² 70% DE HORMIGO N Y 30% DE CENIZA	7	7/8/2022	14/08/2022	4"	29,910.00	29,915	176	170	210	81	>68%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Cuadro del resultado de la resistencia

CUADRO DE ELABORACIÓN				
DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)	EDAD	Coef. A la Resistencia
Nº DE DATOS	2	2	1	17%
SUMATORIA	331.61	157.91	2	34%
Xp	165.8	78.95	3	44%
MINIMO	76.97	76.97	7	68%
MAX	80.94	80.94	10	77%
DESV. ESTANDAR	2.81	2.81	14	86%
VARIANZA	7.89	7.89	21	93%
COEF. VARIACION	0.02	0.04	28	100%

Fuente: Elaboración propia.

La conclusión del resultado mostrado en las tablas 9 y 10 de los dos ensayos se tiene un valor promedio de 79 % cumpliendo la resistencia requerida.

Tabla 11. Tabla de resumen del porcentaje de resistencia.

Edad (días)	7 días	14 días	21 días	28 días
Porcentaje requerido mínimo	>68%	>86	>93%	<100%
Porcentaje hallado.	79 %	92%	97 %	107%

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra la tabla 11, se observa que, en las edades de los 7 días, 14 días, 221 días y 29 días, la resistencia a la comprensión ha salido favorable, por estar por encima de los porcentajes requeridos.

4. Conclusiones

Se determino la composición química mediante Florencia de rayos x de adoquines de concreto con la ceniza de capirona; en el análisis según la Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersa se halló que la muestra tiene 64,476% de calcio, silicio 20,503%, Aluminio 6.073%, Hierro 4,767% Potasio 2,108 Azufre 1,273% titanio 0,0401, manganeso 0,161. Estroncio 0,0117, Circonio 0,072 y cobre 0,047%. Este análisis nos muestra un alto porcentaje de Calcio y silicio.

Determinar la dosificación de los adoquines de concreto con la adición de la ceniza de capirona, (norma MTC E204). Siendo la dosificación en volumen: cemento: 1.0 bolsa (42,5 kilos) agregado fino: 1.4 pie cubico agregado grueso: 2.2 pie cubico agua: 16.7 litros 4.3 galones dosificación en volumen (cemento - hormigón): cemento hormigón cemento 1.0 y hormigón 3.6.

En la resistencia a la comprensión se ha obtenido porcentajes superiores a los requeridos por la norma, siendo mayor el resultado en 11% al porcentaje establecido a los 7 días de edad del testigo, a los 14 días, supero al requerido en 6%, a los 21 días supero al requerido en 4% y a los 28 días supero en un 7%. Haciendo un promedio de porcentaje superior en 7%, siendo muy favorable.

Se determinó la composición química por fluorescencia de rayo x, con 64,476% de calcio, silicio 20,503%, Aluminio 6.073%, Hierro 4,767%, también se determinó la dosificación en volumétrica del agregado, y la resistencia a la comprensión, la cual resulto favorable con un porcentaje promedio de 7% superior al porcentaje requerido, en los cuatro ensayos realizados, a los días, 14 días, 21 días y a los 28 días.

Referencias

Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. San Marcos.

Araujo, M & Laza, M. (2020). *Análisis del efecto de la ceniza de biomasa como sustituto parcial del cemento en la elaboración de concreto simple*. [Trabajo monográfico para titulación de Ingeniería Mecánica. Universidad de Córdoba]. Repositorio Institucional de la Universidad de Córdoba. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/3613/araujobravomoises-lazaospinamartin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ascate. C. & De Jesús, M. (2019). *Diseño de bioconcreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia en un concreto $f'c=210$ kg/cm², Tarapoto-2019*: [Tesis de grado de Ingeniería Civil. Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional - UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46462>.

Barth. H., Aktories. K., Popoff. M & Stiles. B. (2004) Binary bacterial toxins:biochemistry, biology, and applications of common Clostridium and Bacillus. *Microbiololy and Molecular Biology Reviews*. 68 (3). 373-402. 10.1128/MMBR.68.3.373-402.2004

Fonseca, L. (2016). *Empleo de ceniza volante colombiana como material cementicio suplementario y sus efectos sobre la fijación de cloruros en concretos*. [Tesis de grado de Doctorado. Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57642>

Hernández. R., Fernández. C. & Batista, M. (2014), *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.

- Parella. S. & Martins. F. (2006), *Metodología de la investigación cuantitativa*. 2da. Edición. FEDUP.
- Ramos, I. (2020). *Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos - 2020*. [Tesis de grado de Ingeniería Civil. Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional - UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/67187>.
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bhandar Editores.
- Santos, A. (2021). *Aplicación del bioconcreto para reparar agrietamientos de los decantadores de la planta de tratamiento de agua La Atarjea - Lima*. [Tesis de grado en Ingeniería Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655332>.

AUTORES



Sleyther Arturo De La Cruz Vega:

Es ingeniero civil con maestría en ecología y gestión ambiental. Cuenta con estudios de doctorado en ingeniería civil. Tiene experiencia en el área de proyectos. Es docente de la Universidad Cesar Vallejo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0254-301X>

Correo: sdelacruzv@ucv.edu.pe



Hans Mejía Guerrero

Es Licenciado en educación. Cuenta con maestría en gestión pública. Es docente de la Universidad Cesar Vallejo.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7100-7005>

Correo: [hmejiag@ucv.edu.pe](mailto:hmejia@ucv.edu.pe)

Afiliación institucional: Universidad César Vallejo.



Ccori Siello Vega Neyra

Es investigadora de ingeniería civil. Realizó estancia en la universidad Nacional Autónoma de México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7168-4636>

Correo: coricielo@gmail.com

Afiliación institucional: Universidad César Vallejo.