



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del
pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador,
Lima 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Guzman Florian, Carlos Daniel (orcid.org/0000-0001-8566-7311)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (orcid.org/0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mis padres por el apoyo constante, a mis compañeros y a todas las personas que confiaron siempre en mí, en que podía salir airoso de esta batalla primera.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la salud; segundo a mis padres por el apoyo incondicional en todo momento y a mi asesor por el apoyo, por haberme dado siempre un apoyo y una salida cada vez que parecía todo perdido, gracias porque pude cerrar un ciclo de mi vida que me tomó tanto tiempo.

Índice de contenidos

Índice de contenidos.....	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de la investigación	16
3.2. Variables y operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos	21
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
4.1. Estudio de los agregados	24
4.1.1. Agregado grueso	24
4.1.2. Agregado fino.....	28
4.2. Resumen de características de los agregados	32
4.3. Diseño de mezcla.....	34
4.4. Contenido de viruta de acero	35
4.4.1 Determinación de las proporciones de viruta de acero	36
4.5. Fabricación de las probetas	36
4.6. Evaluación de la resistencia a la compresión.....	37
4.6.1 Concreto simple (Patrón + 0%)	37
4.6.2 Concreto con viruta de acero en 5%	39

4.6.3	Concreto con viruta de acero en 10%	42
4.6.4	Concreto con viruta de acero en 15%	45
4.7.	Evaluación de la resistencia a la flexión.....	48
4.7.1	Concreto simple (Patrón + 0%)	48
4.7.2	Concreto con viruta de acero en 5%	48
4.7.3	Concreto con viruta de acero en 10%	49
4.7.4	Concreto con viruta de acero en 15%	49
4.8.	Evaluación de la consistencia del concreto.....	52
V.	DISCUSIÓN.....	53
VI.	CONCLUSIONES.....	167
VII.	RECOMENDACIONES	58
	REFERENCIAS.....	59
	ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1 Resistencias del concreto según el tráfico	12
Tabla 2 Parámetros de diseño de pavimentos rígidos	13
Tabla 3 Correlación de propiedades de los pavimentos rígidos y tipos de concreto	13
Tabla 4 Clasificación de aceros en función al porcentaje de carbono.....	15
Tabla 5 Operacionalización de variables.....	18
Tabla 6. Número de pruebas para el ensayo de consistencia.....	19
Tabla 7. Número de pruebas para los ensayos de resistencia.....	19
Tabla 8. Número de pruebas para el ensayo de deflexiones.	20
Tabla 9. Técnica e instrumento de recolección de datos	20
Tabla 10 Ensayos de laboratorio.....	21
Tabla 11. Granulometría del agregado grueso.....	25
Tabla 12. Cálculo del contenido de humedad	26
Tabla 13. Cálculo del peso específico y capacidad de absorción	27
Tabla 14. Cálculo del peso unitario suelto del agregado grueso.....	27
Tabla 15. Cálculo del peso unitario compactado de agregado grueso.....	28
Tabla 16. Granulometría del agregado fino.....	29
Tabla 17. Cálculo del contenido de humedad del agregado fino.....	30
Tabla 18. Cálculo del peso específico y absorción del agregado fino.....	30
Tabla 19. Cálculo del peso unitario suelto del agregado fino	31
Tabla 20. Cálculo del peso unitario compactado del agregado fino	31
Tabla 21. Resumen de ensayos físicos y características de los agregados	32
Tabla 22. Proporción en masa de viruta de acero con respecto al cemento....	36
Tabla 23. Cantidad de ensayos mínimos realizados en cada porcentaje.....	36
Tabla 24. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 0%, 7 días.....	37
Tabla 25. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 0%, 14 días.....	37
Tabla 26. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 0%, 28 días.....	37
Tabla 27. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 5%, 7 días.....	39
Tabla 28. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 5%, 14 días.....	39
Tabla 29. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 5%, 28 días.....	39
Tabla 30. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 10%, 7 días.....	42
Tabla 31. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 10%, 14 días.....	42

Tabla 32. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 10%, 28 días.....	42
Tabla 33. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 15%, 7 días.....	45
Tabla 34. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 15%, 14 días.....	45
Tabla 35. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 15%, 28 días.....	45
Tabla 36. Resultados de ensayos de flexión, patrón + 0%, 28 días.....	48
Tabla 37. Resultados de ensayos de flexión, patrón + 5%, 28 días.....	48
Tabla 38. Resultados de ensayos de flexión, patrón + 10%, 28 días.....	49
Tabla 39. Resultados de ensayos de flexión, patrón + 15%, 28 días.....	49
Tabla 40. Resultados de ensayos consistencia.....	52

Índice de figuras

Figura 1. Pavimento rígido y flexible	9
Figura 2. Distribución de cargas en pavimentos flexibles.....	10
Figura 3. Distribución de cargas en pavimentos rígidos.....	11
Figura 4. Partes de un pavimento rígido	12
Figura 5. Mapa del Perú.....	23
Figura 6. Mapa del Lima.....	23
Figura 7. Mapa del Lima metropolitana	24
Figura 8. Localización, Av. Revolución.....	24
Figura 9. Agregado grueso.....	25
Figura 10. Curva granulométrica del agregado grueso	26
Figura 11. Agregado fino.....	28
Figura 12. Curva granulométrica del agregado fino	29
Figura 13. Granulometría del agregado fino.....	32
Figura 14. Granulometría del agregado grueso.....	33
Figura 15. preparación para ensayos.....	33
Figura 16. Balanza para ensayos.....	33
Figura 17. Partículas de acero que se adicionarán	35
Figura 18. Gráfico de ensayo de compresión, patrón + 0%	38
Figura 19. Probetas ensayadas, patrón + 0%, 7 días.....	38
Figura 20. Gráfico de ensayo de compresión, patrón + 5%	40
Figura 21. Ensayo de compresión, patrón + 5%, 7 días.....	40
Figura 22. Probetas ensayadas, patrón + 5%, 14 días.....	41
Figura 23. Probetas en ensayo, patrón + 5%, 7 días	41
Figura 24. Gráfico de ensayo de compresión, patrón + 10%	43
Figura 25. Probetas en ensayo, patrón + 10%, 7 días	43
Figura 26. Ensayo de compresión, patrón + 10%, 28 días.....	44
Figura 27. Probetas ensayadas, patrón + 10%, 14 días.....	44
Figura 28. Gráfico de ensayo de compresión, patrón + 15%	46
Figura 29. Probetas en ensayo, patrón + 15%, 14 días	46
Figura 30. Probetas ensayadas, patrón + 15%, 7 días.....	47
Figura 31. Ensayo de compresión, patrón + 15%, 28 días.....	47
Figura 32. Gráfico de resultados de ensayos a flexión.....	50

Figura 33. Ensayo a flexión, patrón + 10%.....	50
Figura 34. Viga ensayada a flexión, patrón + 15%.....	51
Figura 35. Ensayo de consistencia (Slump)	52
Figura 36. Gráfico de ensayos de consistencia (Slump)	52

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la viruta de acero en las propiedades mecánicas del pavimento rígido. Formulándose la metodología: su diseño de investigación fue experimental (cuasi), su tipo de investigación fue aplicada. Sus resultados según los objetivos específicos al evaluar la influencia de la viruta de acero en las propiedades mecánicas del fueron: el primer objetivo específico fue determinar la influencia de la viruta de acero en la resistencia a la compresión, en donde la incorporación de 5% de viruta de acero aumento su valor a un 298.7 kg/cm², con respecto a un pavimento de 280 kg/cm², el segundo objetivo específico fue determinar la influencia de la viruta de acero en la resistencia a la flexión, en donde la incorporación de 5% de viruta de acero aumento su valor a un 36.1 kg/cm², con respecto a un pavimento con 0% de viruta que obtuvo 33.2 kg/cm², además el tercer objetivo específico fue determinar la influencia de la aplicación de la viruta de acero en la consistencia del pavimento rígido, en donde la incorporación de virutas de acero ocasionaba la disminución del valor basal, pasando de 4.25" a 3.60" al adicionar hasta un 15% de viruta. Conclusión, la evaluación de la influencia de la viruta de acero ayudó positivamente en las propiedades mecánicas del pavimento rígido.

Palabras clave: Viruta de acero, propiedades mecánicas, influencia.

ABSTRACT

This investigation had as general objective to evaluate the influence of steel shavings on the mechanical properties of rigid pavement. Formulating the methodology: its research design was experimental (quasi), its type of research was applied. Their results according to the specific objectives when evaluating the influence of the steel shaving on the mechanical properties of the were: the first specific objective was to determine the influence of the steel shaving on the compressive strength, where the incorporation of 5% of steel shavings increased its value to 298.7 kg/cm², with respect to a pavement of 280 kg/cm², the second specific objective was to determine the influence of steel shavings on the flexural resistance, where the incorporation of 5 % of steel shavings increased its value to 36.1 kg/cm², compared to a pavement with 0% shavings that obtained 33.2 kg/cm², in addition, the third specific objective was to determine the influence of the application of steel shavings on the consistency of the rigid pavement, where the incorporation of steel shavings caused a decrease in the baseline value, going from 4.25" to 3.60" when adding up to 15% of shavings. Conclusion, the evaluation of the influence of the steel shavings helped positively in the mechanical properties of the rigid pavement.

Keywords: Steel chips, mechanical properties, influence.

I. INTRODUCCIÓN

El progreso y eficiencia de un país depende del progreso de sus nuevas vías, facilitando así el tránsito vehicular entre pobladores. Según Li et al. (2022) las carreteras facilitan el movimiento de automóviles entre comunidades por lo que son fundamentales para el desarrollo de una nación y para disminuir daños a la ciudadanía y presupuestos innecesarios en un futuro, el pavimento debe de contar con un diseño adecuado (p. 3)¹.

Por lo que, Li et al. (2022) indica que no es imposible señalar un solo factor de reducción de la vida útil de una carretera, pero se pueden identificar varios elementos como consecuencia de un mal diseño de la estructuración de un pavimento, poca selección y calidad del material, o quizás errores en los elementos positivos considerados en el diseño de la carretera (p. 4)¹.

Para Agustín y Peláez (2016) menciona que los proyectos de ingeniería civil como carreteras, represas y puentes se construyen en todo el mundo con la intención de tener una infraestructura resiliente. Es vital para este tipo de construcción emplear materiales de muchas fuentes, pero muchos constructores compran estos materiales sin comprender sus cualidades o capacidades, por lo que no hay seguridad de que proporcionen la resistencia necesaria (p. 15)².

Para garantizar una capacidad de servicio y durabilidad óptima, Chaverry (2018, p. 141) indica que se debe utilizar una variedad de materiales en el proceso de construcción. Otros, sin embargo, proporcionan variadas circunstancias constructivas y demuestran que se pueden lograr los mismos resultados con diferentes materiales; estas variaciones están respaldadas por especificaciones de profesionales de renombre que son de gran utilidad a la hora de abordar cuestiones económicas³.

Uno de la problemática más evidente del pavimento rígido más evidenciados en el pavimento según Gonzales, Ruiz y Guerrero, (2019, p. 70) son las fisuras causadas por las cargas constantes del tránsito vehicular, donde al darse este problema se produce la aparición de huecos en la carpeta asfáltica⁴. De la misma forma, Wang, Cheng y Tan (2018, p. 20) menciona que para llegar a tener una infraestructura de pavimento por completo depende de su forma de uso. Los procedimientos y cambios donde se presenta el tiempo de la vida útil están relacionados con el deterioro y los elementos que la componen⁵.

Por lo cual es de suma importancia utilizar nuevas innovaciones tecnológicas que permitan analizar y comprender los elementos que contengan algún comportamiento en la infraestructura. A parte de ello, se puede determinar un sistema de mejora para el pavimento, para que así sea más factible el acceso a las vías, dado a conocer la valoración de las vías que existen a nivel de la red vial tal como indica Arkin (2019, p. 12)⁶.

Para presentar una pavimentación reforzada, según Rodríguez (2018) se puede optimizar con la adición de virutas de acero para lograr disminuir factores de desgaste del pavimento rígido (p. 2)⁷.

Para el desarrollo de la Sociedad, según Obregón (2019) menciona que los pavimentos como flexibles o rígidos sufren daños constantemente, ya que pueden sufrir fallas que son provocadas por el mal uso de estas vías o por un mal diseño de sus bases, pero actualmente en el área de infraestructura vial se va buscando nuevas alternativas de solución en el mundo. (p. 11).⁸

Según Eskandarsefat et al. (2022, p. 16), la necesidad de la disminución de los costos y aumentar la calidad de materiales hace que se tome medidas de investigación para adicionar materiales de calidad a su composición.⁹

Por estos motivos el estudio pretendió evaluar la influencia de la adición viruta de acero, para posteriormente se estableció la variación en las propiedades de la capa de concreto, en relación a un diseño de mezclas convencional.

Por lo cual esta investigación planteó como **problema general**: ¿De qué manera influyó la viruta de acero en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022? y como **problemas específicos** se planteó: **i)** ¿Cuánto influyó la viruta de acero en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022?; **ii)** ¿Cuánto influyó la viruta de acero en la resistencia a la flexión del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022? **iii)** ¿Cuánto influyó la aplicación de viruta de acero en la consistencia del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022? Se dio respuesta a las preguntas especificadas anteriormente, fue necesario plantear el siguiente

Así mismo, la investigación presentó una **justificación económica**, ya que a pesar de que el costo de agregar virutas de acero al diseño de la mezcla del pavimento rígido podría aumentar el precio debido a que se reemplazaría el

acero con el cemento portland, esto se compensa con el aumento de la resistencia y la vida útil del pavimento rígido. Se cuenta con una **justificación metodológica**, porque no existen estudios previos sobre la incorporación de viruta de acero en la capa de concreto de pavimentos rígidos, por lo que se determinará en esta investigación si esta incorporación es ventajosa para las propiedades del pavimento para futuras investigaciones; además se tiene una **justificación teórica**, ya que se basa en la normatividad actual peruana, archivos, fundamentos teóricos y manuales relacionados con la adición de aditivos para la construcción de la losa de concreto del pavimento rígido; sin embargo, se cuenta con una **justificación práctica**, porque será de gran ayuda para los expertos, técnicos, ingenieros y empresas de la industria de la construcción, ya que esta investigación se centra en mejorar las características de la capa de hormigón del pavimento rígido local. Este estudio, que incorpora virutas de acero en su diseño de mezcla, es una herramienta educativa y fundamental ya que ayudará a que la avenida pavimentada tenga suficiente capacidad de servicio, durabilidad y transitabilidad. Finalmente, se cuenta con una **justificación ambiental**, porque mucho del material usado como viruta de acero, en algunas industrias, es eliminado junto con los demás residuos sólidos o hasta a veces echadas al río, pero al tener que usarlo como parte de la mezcla se estaría haciendo la reutilización de ese material.

objetivo general, Evaluar la influencia de la viruta de acero en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022. Así mismo, sus **objetivos específicos** que resolvieron los problemas fueron: **i)** Determinar la influencia de la viruta de acero en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022. **ii)** Determinar la influencia de la viruta de acero en la resistencia a la flexión del pavimento rígido de la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022. y **iii)** Determinar la influencia de la aplicación de la viruta de acero en la consistencia del pavimento rígido de la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.

Finalmente, se plantea como **hipótesis general**, la incorporación de viruta de acero en porcentajes de 5%, 10% y 15% mejora las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022 y como **hipótesis específicas**: **i)** La incorporación de viruta de acero mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022. **ii)** La incorporación de viruta de acero mejora la resistencia a la flexión del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022. y **iii)** La incorporación de viruta de acero mejora la consistencia del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En sus antecedentes internacionales podemos observar a Himanshu, S. (2022) en su artículo titulado “Durability of concrete made with steel filings as a replacement of fine aggregate”, tuvo como objetivo reutilizar las limaduras de acero encontradas en los vertederos como aditivo para mejorar la resistencia de un concreto, mediante un enfoque cuantitativo y experimental. Donde usó los porcentajes de 0%, 10%, 20%, 30% y 40% para determinar la compresión después de 28 días. Obtuvo como resultado en la absorción con porcentaje 0% fue de 2.76%, 10% fue de 2.8%, 20% fue de 2.95%, 30% fue de 3.25% y 40% fue de 4.05%. Donde Concluyó que el porcentaje de absorción es óptimo con el 4.05%.¹⁰

También a Mohammad, B. y Khovaylo, V. (2020) en su artículo titulado “The Effect of Steel Slag Coarse Aggregate on the Mechanical and Durability Performances of Concrete” tuvieron como propósito determinar el efecto que produce la adición de escoria de acero en las particularidades mecánicas y durabilidad del hormigón, mediante una metodología experimental. Donde obtuvo en la resistencia a la compresión con 0% fue de 22 Mpa, con 10% fue de 25 Mpa, con 20% fue de 30 Mpa, con 30% fue de 29.5 Mpa, con 40% fue de 29 Mpa, con 50% fue de 33 Mpa, con 100% fue de 39 Mpa. Concluyeron que las adiciones mencionadas en el estudio hasta la adición al 100% de la escoria mejora la resistencia del concreto aparte que es económico y contribuye con el medio ambiente.¹¹

Asimismo, a Jihad, M. (2021) en su artículo titulado “The effect of furnace steel slag powder on the performance of cementitious mortar at ambient temperature and after exposure to elevated temperatures”, tuvo como propósito mejorar las propiedades del mortero cementado mediante la incorporación de escoria de acero. Donde obtuvo como resultado que con la adición del 35% escoria aumentó la resistencia de compresión, flexión, y tracción en 45%, 72% y 56% respectivamente. Concluyeron que adicionar la escoria de acero en un porcentaje correcto mejora la resistencia del mortero cementado.¹²

Por otro lado; Jin, L. y Runhua, G. (2018) en su artículo titulado “Applications of Steel Slag Powder and Steel Slag Aggregate in Ultra-High Performance Concrete” tuvo como propósito aplicar polvo de escoria para un concreto ultra alto en rendimiento, mediante un método experimental y de nivel explicativo. Donde obtuvo que el 20% de polvo de escoria adicionado en el concreto permite mejorar la flexibilidad de la pasta y genera un aumento de resistencia. Concluyeron que la añadidura de escoria en una determina cantidad mejora las particularidades físico mecánicas del concreto.¹³

Por último, Byoung, H. y Boo, H. (2022) en su artículo titulado “Concrete composites reinforced with graphene oxide nanoflake (GONF) and steel fiber for application in rigid pavement” tuvo como propósito mejorar el hormigón del pavimento rígido con la añadidura de acero. Donde obtuvo que con la adición del 0.1% de fibra de acero puede aumentar los años de vida útil de un pavimento, dado que mejora en un 20.7% compresión y un 40.4% flexión. Concluyeron que la adición de este material mejora la resistencia del concreto permitiendo darle mayor durabilidad al pavimento rígido.¹⁴

Como antecedentes nacionales tenemos a Obregon, C. (2019) en su tema de investigación titulada “Aplicación de viruta de acero en el diseño de concreto de pavimento rígido en la Av. Isidro Alcibar, en el distrito de San Martín de Porres – 2019” tuvo como propósito aplicar la viruta de acero en el diseño de mezcla de un pavimento rígido en el lugar de estudio, mediante un diseño experimental y de tipo aplicada. Donde obtuvo como resultado que en el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con adición del 6% fue de 190.6 kgr/cm², de 7.50 % fue de 201.2 kgr/cm² y 9% de 254.2 kg/cm², en cuánto a los 14 días con adición del 6% fue de 248.8 kg/cm², 7.50 % fue de 243.2 kg/cm² y 9% de 300.6 kg/cm² y a los 28 días con adición del 6% fue de 236 kg/cm², 7.50 % fue de 270.8 kg/cm² y 9% de 298.6 kg/cm². Por otro lado, obtuvo como resultado para el ensayo de flexión a los 7 días con adición del 6% fue de 30 kg/cm², 7.50 % fue de 35.5 kg/cm² y 9% de 33 kg/cm², en cuánto a los 14 días con adición del 6% fue de 38 kg/cm², 7.50 % fue de 39.5 kg/cm² y 9% de 35 kg/cm² y a los 28 días con adición del 6% fue de 41 kg/cm², 7.50 % fue de 38 kg/cm² y 9% de 45 kg/cm². Concluyó que el porcentaje óptimo de adición fue del 9% dado que presenta una mejor

resistencia en ambos ensayos del concreto en estado endurecido de un diseño de mezcla $f'c$ 245 kg/cm².⁸

Por otro lado, encontramos a Condori, E. y Palomares, B. (2018) en su investigación titulada “Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018” tuvo como finalidad principal analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto con adición del material de viruta de acero, con un diseño experimental y de nivel explicativo. Obtuvo como resultado que en el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con adición del 0% fue de 236.5kg/cm², de 3% fue de 214kg/cm² y 5% de 203kg/cm², en cuánto a los 14 días con adición del 0% fue de 283.5 kg/cm², 3% fue de 257kg/cm² y 5% de 243kg/cm² y a los 28 días con adición del 0% fue de 315kg/cm², 3% fue de 285.5kg/cm² y 5% de 270 kg/cm². Por otro lado, obtuvo como resultado para el ensayo de flexión a los 28 días con adición del 0% fue de 50.39kg/cm², con adición de 3% fue de 50.78kg/cm² y con adición de 5% fue de 44.36kg/cm². Concluyeron que el porcentaje óptimo para la resistencia a la compresión fue el del 3% de adición de viruta de acero, al igual que para el ensayo de flexión, lo cual esta cantidad de porcentaje permite mejorar las propiedades mecánicas de un concreto con diseño de mezcla $f'c$ 280 kg/cm².¹⁵

También a Deledesma, Y. (2021) en su investigación titulada “Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo parcialmente el agregado fino por virutas y limallas de acero, Huaraz - 2021” tuvo como propósito optimizar la resistencia a la compresión de un concreto con un diseño de mezcla 210 kg/cm², mediante un diseño experimental y de nivel explicativo. Obtuvo como resultado que en el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con adición del 0% fue de 170kg/cm², 4% fue de 188kg/cm², 6% de 174kg/cm² y 8% fue de 191kg/cm² en cuánto a los 14 días con adición del 0% fue de 194kg/cm², 4% fue de 217kg/cm², 6% de 223kg/cm² y 8% fue de 216kg/cm² y a los 28 días con adición del 0% fue de 220.27kg/cm², 4% fue de 244.83kg/cm², con adición 6% de 244.87kg/cm² y 8% fue de 242.80 kg/cm². Concluyó que el porcentaje óptimo de adición fue el 4%, 6% y 8% dado que mejoran las propiedades mecánicas de concreto de estudio.¹⁶

Según Peralta, E. (2019) en su investigación titulada “Aplicación de viruta de acero para mejorar la resistencia del concreto en la Av. los Rosales, Urb. Shangrila Puente Piedra 2019” tuvo como propósito mejorar la resistencia a la compresión del concreto con uso de viruta de acero, mediante un diseño experimental, de tipo aplicada y nivel explicativo. Obtuvo como resultado que en el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con adición del 0% fue de 162kg/cm², 8% fue de 180.3 kg/cm² y 10% de 172.7 kg/cm² y en cuanto a los 28 días con adición del 0% fue de 211.7kg/cm², 8% fue de 249.3 kg/cm² y 10% de 246kg/cm². Por otro lado, obtuvo como resultado para el ensayo de flexión a los 28 días con adición del 0% fue de 38.3kg/cm², 8% fue de 56.2 kg/cm² y 10% fue de 44.55kg/cm². Concluyeron que el porcentaje óptimo para la resistencia a la compresión fue el del 8% de adición de viruta de acero, al igual que para el ensayo de flexión, lo cual esta cantidad de porcentaje permite mejorar las propiedades mecánicas de un concreto con diseño de mezcla f'c 210 kg/cm².¹⁷

Y por último a Suaña, J. (2021) en su investigación titulada “Evaluación del concreto permeable adicionando virutas de acero para la sostenibilidad del pavimento en el Jr. Moquegua de la ciudad de Juliaca, 2021” tuvo como finalidad evaluar el comportamiento de las particularidades mecánicas del concreto para pavimento con aplicación de virutas de acero, con un enfoque cuantitativo y de diseño experimental. Obtuvo como resultado en el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días con adición del 0% fue de 200.21kg/cm², 0.02% fue de 213.94kg/cm², 0.06% de 265.60kg/cm² y con adición 0.10% fue de 273.08kg/cm² en cuanto a los 14 días con adición del 0% fue de 263.63 kg/cm², 0.02 % fue de 315.87 kg/cm², 0.06% de 334.81 kg/cm² y 0.10% fue de 331.10 kg/cm² y a los 28 días 0% fue de 269.75 kg/cm², 0.02 % fue de 302.82kg/cm², 0.06% de 355.17kg/cm² y 0.10% fue de 348.61kg/cm². Por otro lado, obtuvo como resultado para el ensayo de flexión a los 28 días con adición del 0% fue de 37.71 kg/cm², 0.02 % fue de 37.89 kg/cm², 0.06% de 42.33 kg/cm² y 0.10% fue de 39.40 kg/cm². Concluyeron que el porcentaje óptimo para la resistencia a la compresión fue el del 0.06% de adición de viruta de acero, al igual que para el ensayo de flexión, lo cual esta cantidad de porcentaje permite mejorar las particularidades mecánicas de un concreto con f'c 400kg/cm².¹⁸

Respecto a la fundamentación teórica del presente trabajo de investigación

Los pavimentos para Tapia (2018, p. 25) son infraestructuras que están compuestas por capas de materiales superpuestas y compactadas, asimismo, estas capas se apoyan sobre la subrasante, para transmitir las cargas recibidas del volumen del tránsito según el periodo del ciclo de vida del pavimento¹⁹. Cabe mencionar según INACAL (2020, p. 11) que estas estructuras pueden clasificarse de acuerdo con los materiales utilizados en su fabricación como pavimentos flexibles, correspondiente a aquellos donde se utilizan mezclas asfálticas en la capa de rodadura y los pavimentos rígidos los cuales, están conformados por una losa de concreto.²⁰

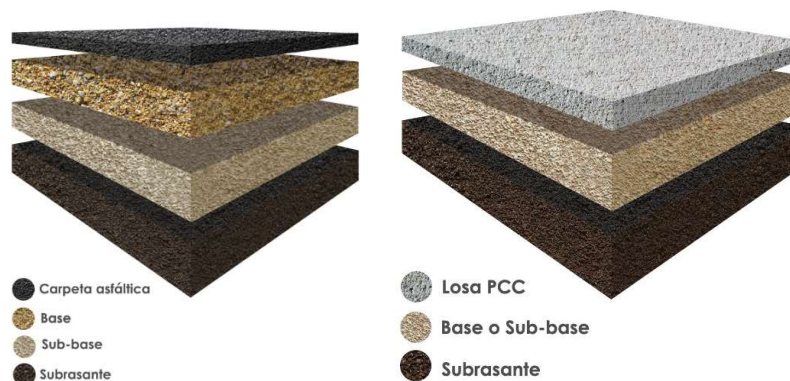


Figura 1. Pavimento rígido y flexible

Fuente: Loria (2019).

Según Loria (2019, p. 25) indica que las propiedades de los pavimentos varían en función de las materias usadas para la elaboración del pavimento.²¹ Sin embargo, en líneas generales deben cumplir las siguientes condiciones:

- Ser resistente a la intemperie.
- Soportar las cargas de tránsito proyectadas en el diseño.
- Textura y capa superficial adaptada a las velocidades de circulación de los vehículos.
- Soportar el desgaste de la abrasión de los neumáticos sobre la capa superficial del pavimento.

- Poseer una correlación superficial, transversal y longitudinal con las deformaciones, longitudes de onda y velocidades de circulación.
- Durabilidad.
- Condiciones de drenaje óptimas.
- Ruido moderado de la superficie de rodadura dentro y fuera del vehículo.
- Relación costo – beneficio óptimo.
- Evitar los reflejos y deslumbramientos con el manejo de color.

Respecto a los pavimentos flexibles, tal como se indicó en este tipo de pavimentos las cargas de tránsito son recepcionados por la capa asfáltica, sin embargo, su estructura está compuesta por la capa asfáltica, la capa de base, a capa subbase y la capa subrasante. Según Monsalve, Giraldo y Maya (2012, p. 29) indica que en esta estructura las cargas se distribuyen en el recorrido puntual de los neumáticos.²²



Figura 2: *Distribución de cargas en pavimentos flexibles*

Fuente: Loria (2019).

Asimismo, Loria (2019, p. 28) menciona que cada capa que conforma el pavimento tiene funciones específicas, en tal sentido, la capa de sub-base, actúa como un filtro entre la capa base y la subrasante ya que esta impide el paso de los áridos finos hacia la estructura del pavimento que pueda influenciar en su desempeño y ciclo de vida.²¹

Además, Tapia (2018, p. 27) indica que la capa base aporta resistencia a la infraestructura, y es la encargada de asumir los esfuerzos para ser transmitidos a la subbase de manera adecuada, y la superficie de rodadura, compuesta por la mezcla asfáltica, aporta resistencia complementaria, al pavimento, sumado a la impermeabilidad y uniformidad de la superficie.¹⁹

Por otro lado, Monsalve, Giraldo y Maya (2012, p. 27) señala que, en el caso de los pavimentos rígidos, la losa de concreto cumple múltiples funciones, en primer lugar, la función estructura del pavimento y también como superficie de rodamiento. La rigidez que le proporciona el cemento hidráulico a la losa es proporcional al coeficiente de elasticidad por lo que las cargas que se perciben del volumen de tránsito se distribuyen en áreas mucho más extensas tal como se muestra en la figura 3.²²

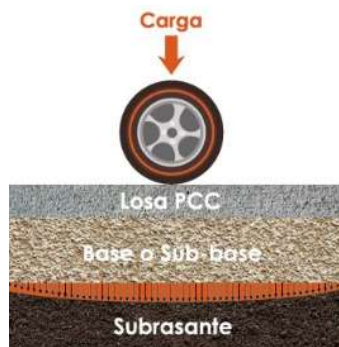


Figura 3: *Distribución de cargas en pavimentos rígidos*

Fuente: Loria (2019).

En este sentido, según Loria (2019, p. 31) las funciones que asumen cada capa de la estructura del pavimento rígido se corresponden de la siguiente manera. La subbase, actúa como barrera frente a las fallas o acción de infiltración de áridos, se puede indicar que esta es una capa de transición que se encarga de mejorar el drenaje y aportar un equilibrio respecto a los cambios de volumetría de la subrasante frente, a las variaciones de volumen de tránsito sobre el pavimento. También la losa de concreto, que en este caso asume las mismas funciones de la carpeta asfáltica, con una diferencia sustancial que es el aporte estructural y elasticidad para transmitir las cargas hacia las capas inferiores²¹. Respecto a la capa de concreto, es importante rescatar que según el MTC (2013, p. 282) existen pavimentos de concreto con losas simples con juntas, pavimentos

donde la losa es reforzada con juntas y pavimentos con la losa reforzada de manera continua.²³

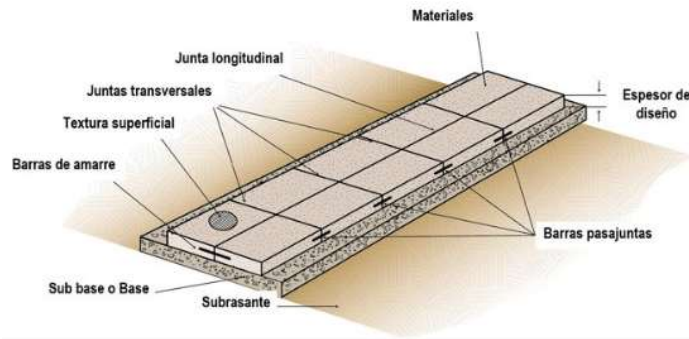


Figura 4: Partes de un pavimento rígido

Fuente: Montejo (2006).

En los pavimentos rígidos las capas de concreto, tienen que cumplir con los parámetros de resistencia indicados por el INACAL (2020, p. 1), dado que son infraestructuras horizontales, el comportamiento de las cargas se reflejan en mayor medida en el esfuerzo a flexo tracción, asimismo, la norma ASTM C – 78, establece los parámetros del módulo de rotura a evaluar en los ensayos de vigas.²⁴

Tabla 1. Resistencias del concreto según el tráfico

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
> 15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: MTC (2013).

Por otro lado, Rondón y Reyes (2015, p. 485) señalan que en la fabricación de las losas de concreto de los pavimentos rígidos se utiliza el cemento hidráulico del tipo I, el mismo que está regulado por la norma ASTM C 150 - 84 y dadas las características del concreto aproximadamente el porcentaje de agregados en la mezcla debe representar entre el 65% hasta el 75%²⁵; asimismo, la Norma técnica CE 0.10 (ICG, 2010, p. 12) indica los parámetros de diseño de pavimentos rígidos tal como se muestra en la tabla 2.²⁶

Tabla 2. Parámetros de diseño de pavimentos rígidos

Elemento	Pavimento rígido	
Sub- rasante	95 % de compactación. Suelos granulares. Suelos cohesivos. Espesor compactado: ≥250mm – vías locales y colectoras. ≥300mm – vías arteriales y expresas.	
Sub- base	CBR ≥ 30 %.	
Base	NA*.	
Imprimación. / capa de apoyo.	NA*.	
Espesor de	Vías locales.	≥150.
	Vías colectoras.	
	Vías arteriales.	
	Vías expresas.	≥200.
Material.	MR ≥ 34 kg/cm ² (3,4 MPa).	

Nota. * N.A: No aplicable tomado de ICG (2010).

También, la resistencia al concreto utilizado en los pavimentos rígidos, según la norma técnica CE 0.10 se ensayan a los 28 días de curado, utilizando cargas de 4,0; 4,2 y 4,5 Mpa.

Tabla 3. Correlación de propiedades de los pavimentos rígidos y tipos de concreto

Tipo de concreto	Resistencia a compresión diametral (Mpa)	Módulo elástico (28 días de curado)	σ_6 (MPa)	b
5	3.3.	35 000.	2.15.	-1/16.
4	3.0.	24 000.	1.95.	-1/15.
3	2.5.	24 000.	1.63.	-1/15.
2	2.1.	20 000.	1.37.	-1/14.

Nota. Extraído de Reyes y Rondón (2015).

σ_6 y b Corresponde al esfuerzo del material tras un ensayo de fatiga.

Cabe mencionar que, según ICG (2010, p. 15) el módulo de rotura (m_r) mantiene una correlación con el módulo de compresión del concreto (f'_c); según la norma ACI 363 esta expresión se indica en la ecuación 1.²⁶

$$M_r = a\sqrt{f'_c} \left(\text{valores en } \frac{kg}{cm^2} \right) \text{-----(1)}$$

Y, para los ensayos de flexo tracción, las fórmulas que se estipulan en la norma ASTM C78 y la NTP 339.078 según la ubicación de la carga y los puntos de apoyo se expresan en la fórmula 2 correspondiente a la aplicación de la carga en la viga en 1/3 de la luz, y en la fórmula 3 se indica la expresión a utilizar en caso la carga aplicada se encuentre fuera de la luz libre entre apoyos hasta un 3%, sin embargo, si la fuerza aplicada en el ensayo supera el 5% de distancia el ensayo se anula (ICG, 2010, p. 16)²⁶.

$$mr = \frac{3PL}{2bh^2} \text{ --- --- (2)}$$

$$mr = \frac{3Pa}{bh^2} \text{ --- --- (3)}$$

Para Blanco (2021, p. 50) la aleación entre componentes como el cromo, molibdeno, níquel, silicio, aluminio y carbono dan como producto al acero, asimismo se destaca que las principales propiedades de este material son la ductilidad, elasticidad, resistencia a las altas temperaturas y el desgaste.²⁷ En este caso las normas AISI (2007, p. 7) clasifican a los aceros en austeníticos al níquel, cromo y manganeso de 2xx, 3xx y los aceros férricos, martensíticos al cromo 4xx. Debido a las particularidades mecánicas del material se utiliza en diversos ámbitos de la industria, tal es así que este material es sometido a distintos procesos de corte, como el cilindrado, torneado, fresado entre otros. Cada uno de estos procesos, dan como producto a residuos en forma de viruta con distinta morfología y propiedades.²⁸

Según Cortés (2021, p. 3) la formación de la viruta de acero puede producirse por arranque, cuando el material se va devastando por el filo, cortadura, cuando el esfuerzo de corte es mayor a la resistencia del material o fluencia, cuando la salida de viruta se desprende del material en bloque.²⁹

Asimismo, según la forma de las virutas pueden identificarse tres tipos: viruta discontinua, cuando la viruta es obtenida a partir de materiales quebradizos, la viruta continua, son producto de materiales con alta ductilidad, ya que el material se comprime y al ser devastado se generan espirales, asimismo aparecen al aplicar altas velocidades de corte y por último las virutas semicontinuas, corresponden a materiales como el cobre, hierro y acero. En el caso del acero,

la viruta que producen corresponde al de tipo largo correspondiente al Grupo ISO P (ASTM, 2018, p. 2).³⁰

Cabe mencionar que, según ASTM A36 (2018, p. 2) la resistencia de los aceros se determina en función a la concentración de carbono en su composición, en tal sentido los aceros pueden ser desde extra suaves hasta extraduros tal como se muestra en la tabla 4.³⁰

Tabla 4. Clasificación de aceros en función al porcentaje de carbono

Tipos de acero	% de Carbono	Resistencia a tracción (kg/mm²)
Extrasuave.	0.1-0.2.	35.
Suave.	0.2 -0.3.	45.
Semisuave.	0.3-0.4.	55.
Semiduro.	0.4-0.5.	65.
Duro.	0.5-0.6.	75.
Extraduro.	0.6-0.7.	85.

Nota. Modificado de la norma ASTM A36 (2018).

Respecto al tamaño de las limallas o virutas utilizadas en las mezclas de concreto, en la norma ASTM A820 (2018, p. 3) se indica que las dimensiones utilizadas generalmente se encuentran entre 30mm a 65mm de longitud y 0.55 - 2mm de espesor.³⁰ Sin embargo, Guzmán y Garate (2019, p. 43) señala que estas dimensiones son variables en función al tamaño de los áridos utilizados.³¹

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Para Taboada (2017, p. 76) el estudio se define principalmente por su objetivo, que es explorar, estudiar, indagar y analizar un tema que no ha sido ampliamente estudiado o que solo ha sido abordado superficialmente en el pasado. Por ello, se considera que la investigación es de tipo aplicada.³²

En este estudio, se evaluó la influencia de la viruta de acero en las propiedades de la capa de concreto del pavimento rígido.

3.1.2. Diseño de la investigación

Es de diseño cuasi experimental, puesto que se realizará la extracción de muestras para su estudio y su procesamiento de datos según Hernández (2018, p. 151). Los datos se obtendrán a través de los ensayos, los cuales determinarán la incorporación adecuada de viruta de acero para la mejora de propiedades de la capa de concreto del pavimento.³³

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Viruta de acero

Definición conceptual: Según Cortés (2021) indica que la formación de la viruta de acero puede producirse por arranque, cuando el material se va desgastando por el filo (p. 21).²⁹

Definición operacional: Las dosificaciones de la viruta de acero fueron 5%, 10% y 15% respecto al m³ del material, empleándose para las 03 muestras o combinaciones siguientes, con el objetivo de mejorar las propiedades de compresión, tracción y consistencia del pavimento rígido, inicialmente se realizó el diseño de mezcla y luego los ensayos descritos.

V1: Viruta de acero.

Indicadores: 0%, 5%, 10% y 15% Viruta de acero.

Escala de Medición: Razón.

Variable dependiente: Propiedades mecánicas del pavimento rígido

Definición conceptual: Según Monsalve, Giraldo y Maya (2012, p. 23) señala que, en el caso de los pavimentos rígidos, la losa de concreto cumple múltiples funciones, en primer lugar, la función estructural del pavimento y también como superficie de rodamiento.²²

Definición operacional: El diseño de mezcla del pavimento rígido ha sido adicionado con virutas de acero para que puedan influir en las particulares mecánicas de ella, para así incrementar su resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y una mejor consistencia.

V2: Propiedades mecánicas del pavimento rígido.

Indicadores: Resistencia a la compresión (kg/cm²), resistencia a la flexión(kg/cm²) y consistencia (pulg).

Escala de Medición: Razón.

Tabla 5

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE	Cortés (2021 p. 3) indica que la formación de la viruta de acero puede producirse por arranque, cuando el material se va desgastando por el filo. ²⁹	La viruta de acero reemplazara de forma proporcional al cemento portland en las dosificaciones de 0%,5%, 10% y 15%	Dosificación de la viruta de acero	0%	Razón
VIRUTA DE ACERO				5%	
				10%	
				15%	
DEPENDIENTE					
PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RÍGIDO	Monsalve, L.; Giraldo, L. y Maya, J. (2012 p. 23) señala que, en el caso de los pavimentos rígidos, la losa de concreto cumple múltiples funciones, en primer lugar, la función estructura del pavimento y también como superficie de rodamiento. ²²	El diseño de mezcla del pavimento rígido ha sido adicionado con virutas de acero para que puedan influir en las propiedades mecánicas de ella, para así incrementar su resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y una mejor consistencia.	PROPIEDADES MECANICAS	Resistencia a la Compresión	Razón
				(Kg/cm2)	
				Resistencia a la Flexión	Razón
				(Kg/cm2)	
Consistencia (Pulg)	Razón				
(Kg/cm2)					

Nota. Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población: Según Hernández, Fernández y Baptista (2017, p. 198) es un conjunto de personas, fenómenos u objetos que compartan similares características o propiedades. La población para esta investigación será la avenida Revolución en el distrito de Villa el Salvador, abarcando 3 km.³⁴

3.3.2. Muestra: Según Hernández, Fernández y Baptista (2017, p. 202) es un subconjunto de la población la cual presenta similares particularidades necesarias para la investigación. La muestra en esta investigación serán el total de pruebas de ensayo.³⁴

Por lo que a esta muestra se realizarán los ensayos de consistencia, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. A continuación se muestra el total de pruebas por ensayar.

Tabla 6. Número de pruebas para el ensayo de consistencia

Ensayos	Dosificación de Viruta de acero	Cantidad de Pruebas a Realizar por dosificación	Total de pruebas por Ensayo
Consistencia	0%	3	12
	5%	3	
	10%	3	
	15%	3	

Nota. Elaboración propia

Tabla 7. Número de pruebas para los ensayos de resistencia a la compresión

Ensayos	Dosificación de Viruta de acero	Cantidad de Probetas a Elaborar			Sub Total por dosificación	Total por Ensayo
		7 días	14 días	28 días		
Resistencia a la compresión	0%	3	3	3	9	36
	5%	3	3	3	9	
	10%	3	3	3	9	
	15%	3	3	3	9	

Nota. Especímenes con diámetro 15 cm y con altura 30 cm para el ensayo de resistencia a la tracción y muestras cilíndricas de 4"x 8" para el ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 8. Número de pruebas para el ensayo de deflexiones.

Ensayos	Dosificación de Viruta de acero	Cantidad de Pruebas a Realizar por dosificación	Total de Pruebas por Ensayo
Resistencia a la flexión	0%	3	12
	5%	3	
	10%	3	
	15%	3	

Nota. Se elaboraron vigas con dimensiones 15 x 15 x 60 cm.

3.3.3. Muestreo: Según Hernández, Fernández y Baptista (2017, p. 217) se utilizará en este estudio un tipo de investigación no probabilístico. El muestreo es no probabilístico cuando se elige de acuerdo a los criterios del investigador.³⁴

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos:

En el estudio se utilizará la técnica de la observación, esta técnica permite adjuntar toda la información para realizar la mezcla de diseño que se empleará en la losa del pavimento rígido y asimismo para verificar el cumplimiento de las particularidades de la losa del concreto.

Otra técnica es la de análisis documental que es la que permite determinar el costo de diseño de pavimento rígido con la incorporación y sin ella.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos son la ficha de observación que son las que contendrán la información obtenida de cada ensayo de laboratorio para así luego analizar los resultados.

Tabla 9. Técnica e instrumento de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos
- Observación.	- Ficha de observación.

Nota: Elaboración propia

Tabla 10. *Ensayos de laboratorio*

Ensayos de Laboratorio	Normas
Resistencia a la compresión	ASTM C-39
Resistencia a la flexión	ASTM C-78
Trabajabilidad	ASTM C-136

Fuente: Elaboración propia

En base a los instrumentos su recojo de datos será mediante el análisis del diseño de mezcla de la capa de concreto del pavimento rígido.

Validez y confiabilidad

Los instrumentos que se utilizarán en el análisis y recolección de datos se encuentran determinados por las diferentes normativas técnicas peruanas que a su vez permiten tener una validez y confiabilidad segura. En cuanto a lo que es referente a los ensayos de laboratorio, los equipos deben ser calibrados y tener su certificado de calibración para obtener resultados verdaderos y reales.

3.5. Procedimientos

- 1) Realización de un diagnóstico actual para establecer el estado del pavimento rígido de la Av. Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.
- 2) Determinar la cantidad de incorporación de viruta de acero al pavimento rígido en la Av. Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.
- 3) Elaboración de la mezcla para la losa del pavimento rígido con la adición de viruta de acero.
- 4) Determinar los resultados de los ensayos de consistencia, compresión y flexión en estado endurecido del concreto.
- 5) Determinar el costo y beneficio con la adición del porcentaje óptimo de viruta de acero en la Av. Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de la data, el método que se utilizará es el explicativo dado que se evaluarán diferentes cantidades de adición de viruta de acero, para así lograr determinar las propiedades y ver la influencia en la mejora de las particularidades

mecánicas del pavimento rígido. Los resultados tendrán como base la normativa peruana aplicable a los tipos de laboratorio y para procesar la data que se obtendrá se tendrá ayuda del programa Excel.

3.7. Aspectos éticos

Se utilizará el Código de Ética - UCV, el cual exige la autonomía e integridad de la persona, la justicia, bienestar, rigor en la parte científica y profesional (UCV, 2020, p. 3).³⁵

Este estudio toma en cuenta los principios éticos enfocados en el objeto de estudio, la cual está relacionado a los antecedentes, bases y otros segmentos. En cuanto a la referenciación de autores se toma en cuenta las normas ISO-690 y aparte de ello se hace uso del programa Turnitin para comprobar el porcentaje de autoría. Los resultados que se obtendrán no serán manipulados serán de acuerdo a lo que se obtendrá. Los principios por los cuales se rige la investigación son la autonomía, competencia profesional, beneficencia e integridad.

Por otro lado, los autores pertenecen a la carrera de Ingeniería por lo cual se registrarán también bajo el Código de Ética del CIP (CIP, 2018 p. 21).³⁶

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022

Ubicación:

Departamento : Lima
Provincia : Lima
Distrito : Villa el Salvador
Ubicación : Av. Revolución, desde el cruce con la Av. Maria Reiche y la Av. El sol



Figura 5: Mapa del Perú
Fuente: Google Search



Figura 6: Mapa de Lima
Fuente: Google Search



Figura 7: Mapa de Lima Metropolitana

Fuente: Google Search

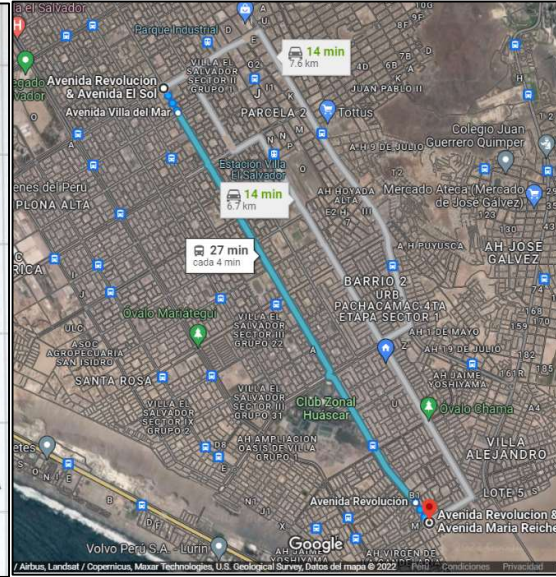


Figura 8: Localización, Av. Revolución

Fuente: Google Maps

El estudio se realizó de la Av. Revolución, en el distrito de Villa el Salvador, Provincia de Lima y Departamento de Lima.

4.1. Estudio de los agregados

En esta parte de la investigación, se hace muestra de los resultados sobre los ensayos de los agregados utilizados en el diseño de mezclas. Se han realizado las propiedades mecánicas más relevantes como la granulometría, el peso específico, el peso unitario suelto y compactado, el contenido de absorción y humedad.

4.1.1. Agregado grueso

El agregado grueso está conformado por las partículas de origen natural o producidos por equipos mecánicos, con diferentes diámetros. Para esta ocasión los agregados gruesos son los que quedan retenidos en la malla N°04.

En la siguiente figura (Fig. 09), se tiene el agregado grueso usado para el diseño de las mezclas utilizadas en la fabricación de probetas requeridas para el estudio de concreto con viruta de acero adicionado.

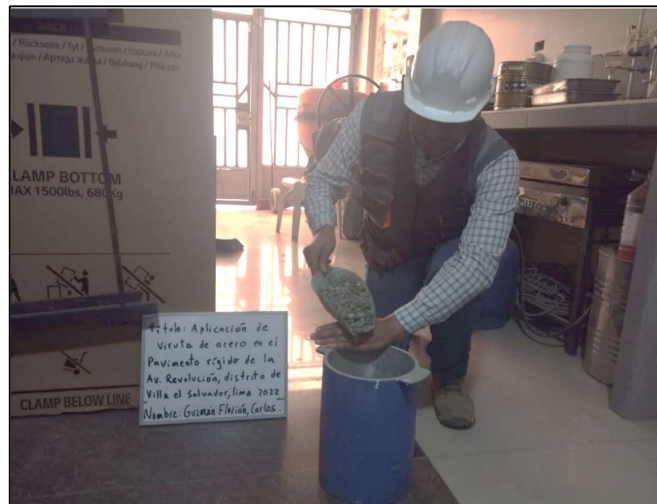


Figura 9: Agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.1. Granulometría

Para el material adecuado para el diseño de la mezcla, se realizó la granulometría encontrando los siguientes valores.

Tabla N°11. *Granulometría del agregado grueso*

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO	% ACUMULADOS	ESPECIFICACIONES	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.05	132.1	9.3	9.3	90.7
1/2"	12.50	423.0	29.7	39.0	61.0
3/8"	9.53	237.3	16.7	55.6	44.4
Nº 4	4.76	510.4	35.8	91.5	8.5
Nº 8	2.38	86.5	6.1	97.6	2.4
Nº 16	1.18	30.0	2.1	99.7	0.3
FONDO		4.7	0.3	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

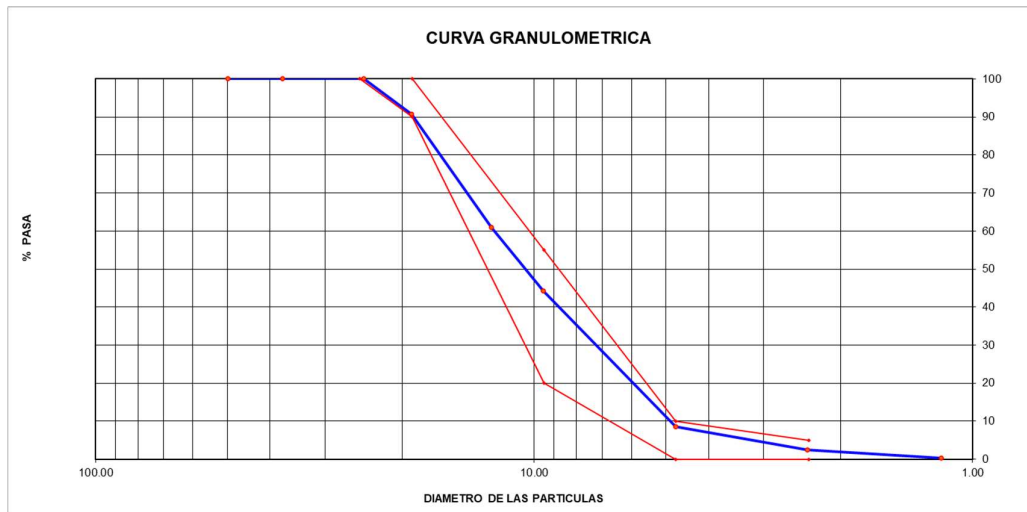


Figura 10: Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. Módulo de fineza

De la muestra ensayadas se procede al cálculo del módulo de fineza

$$mf = \frac{0 + 9.3 + 55.6 + 91.5 + 97.6 + 99.7 + 100 + 100 + 100}{100} = 6.54$$

4.1.1.3. Tamaño máximo nominal

El tamaño máximo nominal del agregado fue: TMN=3/4"

4.1.1.4. Contenido de humedad

Tabla N°12. Cálculo del contenido de humedad del agregado grueso

Contenido de agregado grueso ASTM C-566			
Peso Húmedo	Peso Seco	Diferencia	Contenido de Humedad
(g)	(g)	(g)	%
1,434.00	1,424.00	10.00	0.70

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5. Peso específico y capacidad de absorción del agregado grueso

Tabla N°13. Cálculo del peso específico y capacidad de absorción

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A	g	1269.0	1269.0	1269.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca B	g	2014	2014	2014.0
3	Peso muestra Seco C	g	1998	1998	1998.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.70	2.70	2.70
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.68	2.68	2.68
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.74	2.74	2.74
7	Absorción de agua = ((B - C) /C) *100	%	0.80	0.80	0.8

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.6. Peso unitario suelto

Tabla N°14. Cálculo del peso unitario suelto del agregado grueso

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	20311	20304	20315
2	Peso del Molde	g	6181	6181	6181
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	14130	14123	14134
4	Volumen del Molde	cc	9134	9134	9134
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.547	1.546	1.547
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.547		

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.7. Peso unitario compactado

Tabla N°15. Cálculo del peso unitario compactado del agregado grueso

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	21264	21261	21268
2	Peso del Molde	g	6181	6181	6181
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	15083	15080	15087
4	Volumen del Molde	cc	9134	9134	9134
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.651	1.651	1.652
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.651		

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Agregado fino

El agregado fino está conformado por las partículas de origen natural o producidos por equipos mecánicos, con diferentes diámetros. Para esta ocasión los agregados gruesos son los que quedan retenidos hasta la malla N°100.



Figura 11: Agregado fino

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente (Fig. 11), se tiene el agregado fino usado para el diseño de las mezclas utilizadas en la fabricación de probetas requeridas para el estudio de concreto con viruta de acero adicionado.

4.1.2.1. Granulometría

Para el material adecuado para el diseño de la mezcla, se realizó la granulometría encontrando los siguientes valores.

Tabla N°16. Granulometria del agregado fino

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	14.9	2.2	2.2	97.8	95 - 100
Nº8	2.38	84.6	12.6	14.8	85.2	80 - 100
Nº 16	1.19	121.0	18.1	32.9	67.1	50 - 85
Nº 30	0.60	150.0	22.4	55.3	44.7	25 - 60
Nº 50	0.30	134.0	20.0	75.3	24.7	05 - 30
Nº 100	0.15	140.0	20.9	96.2	3.8	0 - 10
FONDO		25.5	3.8	100.0	0.00	

Fuente: Elaboración propia

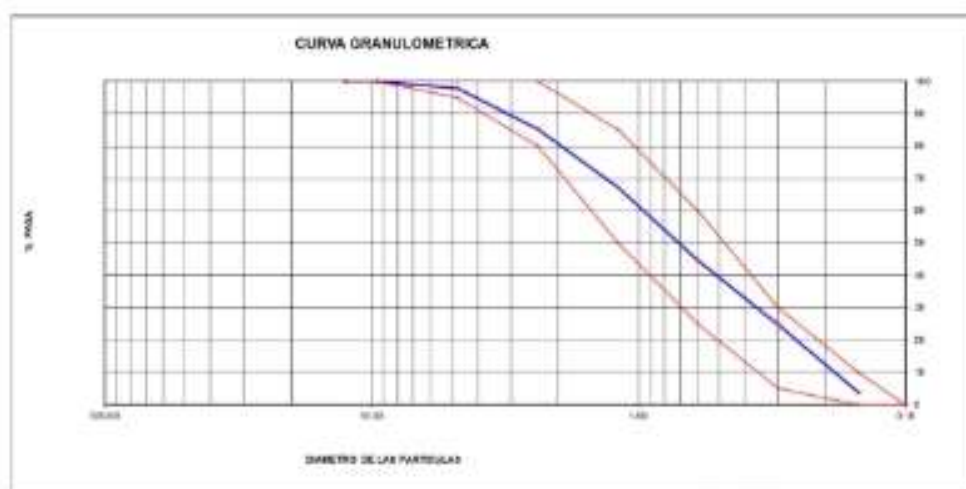


Figura 12: Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2. Módulo de fineza

De la muestra ensayadas se procede al cálculo del módulo de fineza

$$mf = \frac{2.2 + 14.8 + 32.9 + 55.3 + 75.5 + 96.2}{100} = 2.77$$

4.1.2.3. Contenido de humedad

Tabla N°17. Cálculo de contenido de humedad del agregado fino

Contenido de agregado fino ASTM C-70			
Peso Húmedo	Peso Seco	Diferencia	Contenido de Humedad
(g)	(g)	(g)	%
695.00	670.00	25.00	3.73

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4. Peso específico y capacidad de absorción del agregado fino

Tabla N°18. Cálculo del peso específico y absorción del agregado fino

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	756	757	756.5
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	296.11	296.11	296.1
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	459.89	460.89	460.4
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	294.77	294.45	294.61
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	196.11	196.11	196.11
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	98.661	98.34	98.50
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	504.0	504.0	504.0

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.61	2.61	2.61
--	------	-------------	-------------	-------------

PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.65	2.65	2.65
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.71	2.71	2.71
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.4	1.4	1.4

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.5. Peso unitario suelto

Tabla N°19. Cálculo del peso unitario suelto del agregado fino

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6910	6914	6906
2	Peso del Molde	g	2446	2446	2446
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4464	4468	4460
4	Volumen del Molde	cc	2827	2827	2827
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.579	1.580	1.577
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.579		

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.6. Peso unitario compactado

Tabla N°20. Cálculo del peso unitario compactado del agregado fino

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7622	7627	7617
2	Peso del Molde	g	2446	2446	2446
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	5176	5181	5171
4	Volumen del Molde	cc	2827	2827	2827
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.831	1.832	1.829
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.831		

Fuente: Elaboración propia

4.2. Resumen de características de los agregados

Tabla N°21. Resumen de ensayos físicos y características de los agregados

N°	AGREGADOS	FINO	GRUESO
01	Peso unitario suelto (kg/m ³)	1.579	1.547
02	Peso unitario compactado (kg/m ³)	1.831	1.651
03	Peso específico (kg/m ³)	2.61	2.68
04	Módulo de fineza	2.77	6.54
05	TMN		3/4"
06	% Absorción	1.40	0.80
07	% W (contenido de humedad)	3.70	0.70

Fuente: Elaboración propia



Figura 13: Granulometría del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

4.3. Diseño de mezcla

4.3.1. Proporcionamiento por el método del ACI

A)	VALORES DE DISEÑO			
	1	ASENTAMIENTO	4	pulg
	2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4	pulg
	3	RELACION AGUA CEMENTO	0.60	
	4	AGUA	205	
	5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0	
	6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.37	
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO			
	FACTOR CEMENTO	371	Kg/m³	8.7
				Bls/m³
	Volumen absoluto del cemento	0.1191	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua	0.2050	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³ /m ³	
				0.344
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS			
	Volumen absoluto del Agregado fino	0.2854	m ³ /m ³	0.656
	Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3705	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			1.000
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO			
	CEMENTO	371	Kg/m ³	
	AGUA	205	Lt/m ³	
	AGREGADO FINO	745	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO	993	Kg/m ³	
	ADITIVO SIKACEM (dosis 250 ml por bolsa de 42.5 Kg de cemento)			
	Kg/m ³			
	PESO DE MEZCLA	2314	Kg/m³	
D)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD			
	AGREGADO FINO HUMEDO	772.5	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	1000.0	Kg/m ³	
	ARCILLA 30%		Kg/m ³	

E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS			% Lts/m ³
AGREGADO FINO	-2.300	-17.1	
AGREGADO GRUESO	0.100	1.0	
		-16.1	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	221.1		Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO			
CEMENTO	371		Kg/m ³
AGUA	221		Lts/m ³
AGREGADO FINO	773		Kg/m ³
AGREGADO GRUESO	1000		Kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2365		kg/m³

4.4. Contenido de viruta de acero

La finalidad de la investigación realizada es analizar si un concreto de 280kg/cm³ puede mejorar sus propiedades mecánicas al reemplazar el cemento portland por virutas de acero; es por ello que deberemos realizar el diseño de tal manera de saber la cantidad adecuada que deberemos añadir a una mezcla base para obtener un concreto de 280kg/cm³.



Figura 17: Partículas de acero que se adicionarán

Fuente: Google Search

4.4.1. Determinación de las proporciones de viruta de acero

Las proporciones de la viruta de acero adicionada, ha sido establecida con respecto al peso del cemento y reemplazándolo, en un 5%, 10% y 15%, siendo la masa por m³ de mezcla la que se muestra, a continuación en la tabla siguiente:

Tabla N°22. *Proporción en masa de viruta de acero con respecto al cemento*

	0% (kg/m ³)	5% (kg/m ³)	10% (kg/m ³)	15% (kg/m ³)
CEMENTO	371	352.45	333.90	315.35
VIRUTA DE ACERO	0	18.55	37.10	55.65
	371.00	371.00	371.00	371.00

Fuente: Elaboración propia

4.5. Fabricación de las probetas

Con el propósito de poder determinar la influencia de la viruta de acero en las propiedades mecánicas del pavimento rígido, se fabricaron 36 probetas cilíndricas para realizar ensayos a la compresión y 12 vigas prismáticas para realizar ensayos de flexión, en los que se cuenta con diferentes porcentajes de viruta de acero adicionado, siendo los detalles de distribución los que se detallan en la tabla siguiente.

Tabla N°23. *Cantidad de ensayos mínimos realizado en cada porcentaje.*

	Compresión 7d	Compresión 7d	Compresión 7d	Flexión 7d
Patrón	3	3	3	3
5%	3	3	3	3
10%	3	3	3	3
15%	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

4.6. Evaluación de la resistencia a la compresión

4.6.1. Concreto simple

Tabla N°24. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 0%, 7 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	16520	78.5	210.3	280.0	75.1
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	16410	78.5	208.9	280.0	74.6
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	16630	78.5	211.7	280.0	75.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°25. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 0%, 14 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	18700	78.5	238.1	280.0	85.0
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	18610	78.5	236.9	280.0	84.6
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	18590	78.5	236.7	280.0	84.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°26. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 0%, 28 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	22360	78.5	284.7	280.0	101.7
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	22290	78.5	283.8	280.0	101.4
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	22360	78.5	284.7	280.0	101.7

Fuente: Elaboración propia



Figura 18: Gráfico de ensayo de compresión, Patrón + 0%

Fuente: Elaboración propia



Figura 19: Probetas ensayadas, patrón + 0%, 7 días

Fuente: Elaboración propia

4.6.2. Concreto con viruta de acero en 5%

Tabla N°27. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 5%, 7 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	17180	78.5	218.7	280.0	104.2
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	17240	78.5	219.5	280.0	78.4
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	17310	78.5	220.4	280.0	78.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°28. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 5%, 14 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	19430	78.5	247.4	280.0	88.4
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	19500	78.5	248.3	280.0	88.7
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	19710	78.5	251.0	280.0	89.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°29. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 0%, 28 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	23460	78.5	298.7	280.0	106.7
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	23510	78.5	299.3	280.0	106.9
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	23420	78.5	298.2	280.0	106.5

Fuente: Elaboración propia



Figura 20: Gráfico de ensayo de compresión, patrón + 5%

Fuente: Elaboración propia



Figura 21: Ensayo de compresión, patrón + 5%, 7 días

Fuente: Elaboración propia



Figura 22: Probetas ensayadas, patrón + 5%, 14 días

Fuente: Elaboración propia



Figura 23: Probetas en ensayo, patrón + 5%, 7 días

Fuente: Elaboración propia

4.6.3. Concreto con viruta de acero en 10%

Tabla N°30. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 10%, 7 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	16810	78.5	214.0	280.0	76.4
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	16960	78.5	215.9	280.0	77.1
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	16890	78.5	215.1	280.0	76.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°31. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 10%, 14 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	18990	78.5	241.8	280.0	86.4
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	19120	78.5	243.4	280.0	86.9
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	18900	78.5	240.6	280.0	85.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°32. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 10%, 28 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	22810	78.5	290.4	280.0	103.7
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	22790	78.5	290.2	280.0	103.6
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	22700	78.5	289.0	280.0	103.2

Fuente: Elaboración propia



Figura 24: Gráfico de ensayo de compresión, patrón + 10%

Fuente: Elaboración propia



Figura 25: Probetas en ensayo, patrón + 10%, 7 días

Fuente: Elaboración propia



Figura 26: Ensayo de compresión, patrón + 10%, 28 días

Fuente: Elaboración propia



Figura 27: Probetas ensayadas, patrón + 10%, 14 días

Fuente: Elaboración propia

4.6.4. Concreto con viruta de acero en 15%

Tabla N°33. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 15%, 7 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	16080	78.5	204.7	280.0	73.1
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	15990	78.5	203.6	280.0	72.7
PATRON	26 / 09 / 22	03 / 10	7	15920	78.5	202.7	280.0	72.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°34. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 15%, 14 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	18310	78.5	233.1	280.0	83.3
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	18410	78.5	234.4	280.0	83.7
PATRON	26 / 09 / 22	10 / 10	14	18210	78.5	231.9	280.0	82.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°35. Resultados de ensayos de compresión, patrón + 15%, 28 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	21810	78.5	277.7	280.0	99.2
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	21980	78.5	279.9	280.0	99.9
PATRON	26 / 09 / 22	24 / 10	28	21780	78.5	277.3	280.0	99.0

Fuente: Elaboración propia



Figura 28: Gráfico de ensayo de compresión, patrón + 15%

Fuente: Elaboración propia



Figura 29: Probetas de ensayo, patrón + 15%, 14 días

Fuente: Elaboración propia



Figura 30: Probetas ensayadas, patrón + 15%, 7 días

Fuente: Elaboración propia



Figura 31: Ensayo de compresión, patrón + 15%, 28 días

Fuente: Elaboración propia

4.7. Evaluación de la resistencia a la flexión

4.7.1. Concreto simple (patrón + 0%)

Tabla N°36. Resultados de ensayos de flexión, patrón + 0%, 28 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	33.2 kg/cm ²
PATRON	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	32.9 kg/cm ²
PATRON	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	33.5 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

4.7.2. Concreto con viruta de acero en 5%

Tabla N°37. Resultados de ensayos de flexión, patrón + 5%, 28 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	36 kg/cm ²
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	36 kg/cm ²
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	36 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

4.7.3. Concreto con viruta de acero en 10%

Tabla N°38. Resultados de ensayos de flexión, patrón + 10%, 28 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	33 kg/cm ²
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	33 kg/cm ²
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	33 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

4.7.4. Concreto con viruta de acero en 15%

Tabla N°39. Resultados de ensayos de flexión, patrón + 15%, 28 días.

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	30 kg/cm ²
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	30 kg/cm ²
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	30 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia



Figura 32: Gráfico de resultados de ensayos a flexión

Fuente: Elaboración propia



Figura 33: Ensayo a flexión, patrón + 10%

Fuente: Elaboración propia



Figura 34: Viga ensayada a flexión, patrón + 15%

Fuente: Elaboración propia

4.8. Evaluación de la Consistencia del concreto

Tabla N°40. Resultados de ensayos de consistencia:

IDENTIFICACIÓN	ASENTAMIENTO CENTIMETROS	ASENTAMIENTO PULGADAS
PATRON	10.6	4.25
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	9.8	3.92
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10.0%	9.0	3.60
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15.0%	8.5	3.40

Fuente: Elaboración propia



Figura 35: Ensayo de consistencia

Fuente: Google Search



Figura 36: Resultados de los ensayos de consistencia

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Determinar la influencia de la viruta de acero (5%, 10% y 15%) en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.

Antecedente 1: Obregon, C. (2019) en su investigación tuvo como propósito aplicar la viruta de acero en el diseño de mezcla de un pavimento rígido donde obtuvo como resultado que en el ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días con adición del 6% fue de 236 kg/cm² (96.33%), 7.50 % fue de 270.8 kg/cm² (110.53%) y 9% de 298.6 kg/cm² (121.88%). Concluyó que el porcentaje óptimo de adición fue del 9% dado que presenta una mejor resistencia en ambos ensayos del concreto en estado endurecido de un diseño de mezcla f'c 245 kg/cm².

Antecedente 2: Deledesma, Y. (2021) en su investigación sustituyó parcialmente el agregado fino limallas de acero, obtuvo como resultado que en el ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días con adición del 0% fue de 220.27kg/cm², 4% fue de 244.83kg/cm², con adición 6% de 244.87kg/cm² y 8% fue de 242.80 kg/cm². Concluyó que el porcentaje óptimo de adición fue el 6% pero todas lograron mejorar las propiedades mecánicas de concreto de estudio.

Antecedente 3: Suaña, J. (2021) en su investigación evaluó las particularidades mecánicas del concreto para pavimento con aplicación de virutas de acero, obteniendo como resultado en el ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días 0% fue de 269.75 kg/cm², 0.02 % fue de 302.82kg/cm², 0.06% de 355.17kg/cm² y 0.10% fue de 348.61kg/cm². Concluyeron que el porcentaje óptimo para la resistencia a la compresión fue el del 0.06% de adición de viruta de acero, lo cual esta cantidad de porcentaje permite mejorar las particularidades mecánicas de un concreto con f'c 280kg/cm².

Resultados: Al realizar la investigación, se realizó el intercambio, de acero en viruta en lugar del material conglomerante; es decir, el cemento portland, con respecto a su masa, en dosificaciones de forma creciente de 0%, 5%, 10% y 15%, obteniendo como resultados a los 28 días, con respecto a los 280kg/cm²

del diseño basal, los valores de 284.4kg/cm², 298.7 kg/cm², 289.9 kg/cm² y 278.3 kg/cm², respectivamente; siendo los porcentajes de 101.6%, 106.7%, 103.5% y 99.4% en resistencia a la compresión, respectivamente. En los porcentajes utilizados, se observa que los valores presentaron un ascenso, inicialmente, luego una disminución, siendo su mejor resultado el de 5% en el que aumentó su valor hasta el 298.7kg/cm² y 106.7%.

Comparación: Según los antecedentes, la viruta de acero aumenta la resistencia a la compresión; caso contrario se da en nuestra investigación, al incrementarse el porcentaje de viruta de acero agregada, disminuye el porcentaje de índice de compresión; sin embargo, son mayores en el 5% y 10% de acero adicionado en comparación con el diseño en 0%

Antecedente 4: Peralta, E. (2019) en su investigación haciendo el uso de viruta de acero, obtuvieron en sus ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días con adición del 0% fue de 211.7kg/cm², 8% fue de 249.3 kg/cm² y 10% de 246kg/cm², en el que podemos concluir que el porcentaje óptimo para la resistencia a la compresión fue el del 8% de adición de viruta de acero con un concreto con diseño de mezcla f'c 210 kg/cm².

Resultados: Al realizar la investigación, se agregó viruta de acero en dosificaciones de forma creciente de 0%, 5%, 10% y 15%, obteniendo como resultados a los 28 días, con respecto a los 280kg/cm² del diseño basal, los valores de 284.4kg/cm², 298.7 kg/cm², 289.9 kg/cm² y 278.3 kg/cm², respectivamente. En los porcentajes utilizados, se observa que los valores presentaron un ascenso, inicialmente, luego una disminución, siendo su mejor resultado el de 5% en el que aumentó su valor hasta el 298.7kg/cm² y 106.7%.

Comparación: Según el antecedente de Peralta, E, la viruta de acero aumenta la resistencia a la compresión; pero de igual manera con nuestra investigación, al agregar viruta en mayor porcentaje, la resistencia disminuye; entonces el porcentaje de viruta agregada, óptimo el 5% ya que al llegar al 10% de acero adicionado empieza a decrecer.

Objetivo 2: Determinar la influencia de la viruta de acero en la resistencia a la flexión del pavimento rígido de la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.

Antecedente 1: Suaña, J. (2021) en su investigación evaluó las particularidades mecánicas del concreto para pavimento con aplicación de virutas de acero, obteniendo como resultado en el ensayo de flexión a los 28 días con adición del 0% fue de 37.71 kg/cm², 0.02 % fue de 37.89 kg/cm², 0.06% de 42.33 kg/cm² y 0.10% fue de 39.40 kg/cm². Concluyeron que el porcentaje óptimo para la resistencia a la flexión fue del 0.06% de adición de viruta de acero.

Antecedente 2: Condori, E. y Palomares, B. (2018) en su investigación titulada tuvieron como finalidad adicionar material de viruta de acero, obteniendo como resultado para el ensayo de flexión a los 28 días con adición del 0% fue de 50.39kg/cm², con adición de 3% fue de 50.78kg/cm² y con adición de 5% fue de 44.36kg/cm². Concluyeron que el porcentaje óptimo para la resistencia a la flexión fue el del 3% de adición de viruta de acero, de un concreto con diseño de mezcla f'c 280 kg/cm².

Antecedente 3: Peralta, E. (2019) en su investigación hizo uso de viruta de acero obteniendo como resultado para el ensayo de flexión a los 28 días con adición del 0% fue de 38.3kg/cm², 8% fue de 56.2 kg/cm² y 10% fue de 44.55kg/cm². Concluyeron que el porcentaje óptimo para la resistencia a la flexión fue el del 8% de adición de viruta de acero de un concreto con diseño de mezcla f'c 210 kg/cm².

Resultados: Al realizar la investigación, se realizó el intercambio, de acero en viruta en lugar del material conglomerante; es decir, el cemento portland, con respecto a su masa, en dosificaciones de forma creciente de 0%, 5%, 10% y 15%, obteniendo como resultados en los ensayos a flexión a los 28 días, con respecto a los 280kg/cm² del diseño basal, los valores de 33.2 kg/cm², 36.1 kg/cm², 33.1 kg/cm² y 30.1 kg/cm², respectivamente, siendo su mejor resultado el de 5% en el que aumentó su valor hasta el 36.1 kg/cm².

Comparación: Según los antecedentes, la viruta de acero aumenta la resistencia a la flexión; en nuestra investigación se da el caso que, al incrementarse el porcentaje de viruta de acero agregada, disminuye el porcentaje de índice de flexión; sin embargo, el resultado óptimo se da en el 5% de acero adicionado en comparación con el diseño en 0%.

Objetivo 3: Determinar la influencia de la aplicación de la viruta de acero en la consistencia del pavimento rígido de la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.

Antecedente 1: Jin, L. y Runhua, G. (2018) en su artículo tuvo como propósito aplicar polvo de escoria para un concreto ultra alto en rendimiento, donde obtuvo que el 20% de polvo de escoria adicionado en el concreto permite mejorar la flexibilidad de la pasta; es decir, la trabajabilidad, concluyendo que la añadidura de escoria determina una mejora en las particularidades físico mecánicas del concreto.

Antecedente 2: Jihad, M. (2021) en su investigación incorporó escoria de acero obteniendo como resultado que con la adición del 35% escoria aumentó la resistencia de compresión, flexión, y tracción en 45%, 72% y 56% respectivamente, concluyendo que adicionar la escoria de acero en un porcentaje correcto mejora las propiedades mecánicas y la consistencia del concreto.

Resultados: Al realizar la investigación, al realizar el cambio de cemento portland por viruta de acero, en dosificaciones de 0%, 5%, 10% y 15%, se obtuvieron como resultados en el ensayo de consistencia 4.25", 3.92", 3.60" y 3.40" respectivamente.

Comparación: Según los antecedentes, el concreto con la incorporación de viruta o escoria de acero, presenta una mejora en las propiedades mecánicas, la consistencia y trabajabilidad del concreto, sobre todo si se adiciona en un porcentaje adecuado.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Resistencia a la compresión

RC : 0% = 284.4, 5%=298.7, 10%=289.9, 15%=278.3

objetivo específico i) Se estableció la dependencia del porcentaje de viruta de acero en los ensayos de compresión, ya que influyeron en el aumento de 14.3kg/cm² en resistencia a la compresión del concreto, pasando de 284.4kg/cm² a 298.7kg/cm² mediante la incorporación de 5% de viruta de acero. Por lo tanto, la influencia de la viruta de acero en la resistencia a la compresión del pavimento rígido, está directamente relacionada con los porcentajes propuestos.

6.2. Resistencia a la flexión

RF : 0% = 33.2, 5%=36.1, 10%=33.1, 15%=30.1

objetivo específico ii) Se estableció la dependencia del porcentaje de viruta de acero en los ensayos de flexión, ya que influyeron en el aumento de 2.9kg/cm² en resistencia a la flexión del concreto, pasando de 33.2kg/cm² a 2.9kg/cm² mediante la incorporación de 5% de viruta de acero. Por lo tanto, la influencia de la viruta de acero en la resistencia a la flexión del pavimento rígido, está directamente relacionada con los porcentajes propuestos.

6.3. Consistencia

RC : 0% = 4.25, 5%=3.92, 10%=3.6, 15%=3.4

objetivo específico iii) Se estableció la dependencia del porcentaje de viruta de acero en la consistencia, ya que influyeron en la disminución de 0.33" en la consistencia del concreto, pasando de 4.25" a 3.92" mediante la incorporación de 5% de viruta de acero. Por lo tanto, la influencia de la viruta de acero en la consistencia del pavimento rígido, está directamente relacionada con los porcentajes propuestos.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. En la presente investigación, al elegirse porcentajes de viruta de acero que iban desde 5% hasta 15%, se lograron valores mayores y menores con respecto al valor basal, en la resistencia a la compresión; recomendamos valores cercanos al 5% con la finalidad de tener mejores resultados en cuanto a la resistencia a la compresión.
- 7.2. En la presente investigación, al elegirse porcentajes de viruta de acero que iban desde 5% hasta 15%, se lograron valores mayores y menores con respecto al valor basal, en la resistencia a la flexión; para continuar con una futura investigación recomendamos realizar aumentos en viruta de acero en valores entre el 5% y el 10% para encontrar el punto de flexión siendo aquel el nuevo valor óptimo en resistencia a la flexión.
- 7.3. En la presente investigación, al elegirse porcentajes de viruta de acero que iban desde 5% hasta 15%, se lograron valores menores con respecto al valor basal, en la consistencia del concreto; se recomienda utilizar el 5%, ya que al utilizar valores mayores la consistencia tiende a disminuir.
- 7.4. En la presente investigación, se eligieron porcentajes de 5%, 10% y 15%, observando que, en los ensayos de compresión y flexión el 5% es el óptimo valor, además que se lograron valores mayores con respecto al valor basal, mientras que, con del 10% al 15%, los resultados obtuvieron una disminución con respecto al valor base; por lo que, para futuras investigaciones recomendamos investigar con valores entre el 5% y 10%, para obtener el punto de inflexión y un nuevo óptimo valor, en la resistencia a la compresión y en la flexión.

REFERENCIAS

01. *RESEARCH on the phase structure of Styrene-Butadiene-Styrene modified asphalt based on molecular dynamics*. Li [et al]. 2022. India : Construction and Building Materials, 326(5): 1-12, 2022, Construction and Building Materials.
02. **AGUSTÍN, Sandra y PELAEZ, Karen. 2016.** *Análisis comparativo de las características físicas y resistentes de los agregados de las canteras Loma Linda y San Idelfonso para el diseño de mezcla de concreto estructural*. Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2016. págs. 1-126.
03. **CHAVERRY, Guido. 2018.** *Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén*. Chiclayo : USAT, 2018.
04. **GONZALES, Hilda, RUIZ, Pilar y GUERRERO, Denisse. 2019.** *Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante PCI*. s.l. : Ciencia en su PC, 1(4): 58-71, 2019.
05. **WANG, Wensheng, CHENG, Yongchun, y TANG, Guojin, 2018.** *Design Optimization of SBS-Modified Asphalt Mixture Reinforced with Eco-Friendly Basalt Fiber Based on Response Surface Methodology*. s.l. : Materials 2018, 11(8), 1311, 2018, Materials.
06. **ARKIN, Claire . 2019.** *Atlas del plástico, datos y cifras sobre el mundo de los polímeros sintéticos*. San Salvador : Heintich Boll Stiftung, 1(1), 2019.
07. **RODRIGUEZ, Hector. 2018.** *Carreteras fabricadas con plástico*. 2018.
08. **OBREGON, Cesar. 2019.** *Aplicación de viruta de acero en el diseño de concreto de pavimento rígido en la Av. Isidro Alcibar, en el distrito de San Martín de Porres – 2019*. Lima : UCV, 2019.
09. *Asphalt Concrete Modification with Plastomers: A Case Study Conducted 7 Years after Construction*. **Eskandarsefat [et al]. 2022.** 29, 2022, Infrastructures, Vol. 7.
10. **HIMANSHU, Satyaprakash. 2022.** *Durability of concrete made with steel filings as a replacement of fine aggregate*. Ucrania : Materials Today: Proceedings, 49(8): 39-45, 2022.
11. **MOHAMMAD, Bin, KHOVAYLO, Vladimir. 2020.** *The Effect of Steel Slag Coarse Aggregate on the Mechanical and Durability Performances of Concrete*. Germany : Key Engineering Materials, 2020, Vol. 8.
12. **JIHAD, Miah. 2021.** *The effect of furnace steel slag powder on the performance of cementitious mortar at ambient temperature and after exposure to elevated temperatures*. Milan : Structures, 2021.

13. **JIN, Liu y RUNHUA, Guo. 2018.** *Applications of Steel Slag Powder and Steel Slag Aggregate in Ultra-High Performance Concrete*. s.l. : Fiber Reinforced Concrete with Application in Civil Engineering, 2(1), 2018.
14. **BYOUNG, Hooi y BOO, Hyun. 2022.** *Concrete composites reinforced with graphene oxide nanoflake (GONF) and steel fiber for application in rigid pavement*. s.l. : Case Studies in Construction Materials, 17(1), 2022.
15. **CONDORI, Elizabeth y PALOMARES, Verónica. 2018.** *Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018*. Lima : UCV, 2018.
16. **DELEDESMA, Yobana. 2021.** *Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo parcialmente el agregado fino por virutas y limallas de acero, Huaraz - 2021*. Lima : UCV, 2021.
17. **PERALTA, Elvira. 2019.** *Aplicación de viruta de acero para mejorar la resistencia del concreto en la Av. los Rosales, Urb. Shangrila Puente Piedra 2019*. Lima : UCV, 2019.
18. **SUAÑA, Jhon. 2021.** *Evaluación del concreto permeable adicionando virutas de acero para la sostenibilidad del pavimento en el Jr. Moquegua de la ciudad de Juliaca, 2021*. Lima : UCV, 2021.
19. **TAPIA, Miguel. 2018.** *Pavimentos*. Mexico : Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2018.
20. **INACAL. 2020.** *Pavimentos rígidos: construcción durabilidad y sostenibilidad*. Lima : Universidad de Lima, 2020.
21. **LORÍA, Luis. 2019.** *Pavimentos*. [Video] Costa Rica : Loria, Luis, 2019.
22. **MONSALVE, Lina, GIRALDO, Laura y MAYA, Jessyca. 2012.** *Diseño de pavimento flexible y rígido*. Armenia : Universidad del Quindío, 2012.
23. **MTC. 2013.** *Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima : Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013.
24. **MONTEJO, Alfonso. 2006.** *Ingeniería de pavimentos*. Bogotá : Universidad católica de colombia, 2006.
25. **RONDÓN, Hugo y REYES, Fredy. 2015.** *Pavimentos materiales, construcción y diseño*. Bogotá : Ecoe Ediciones, 2015.
26. **ICG. 2010.** *Norma técnica CE. 010: Pavimentos Urbanos*. Lima : Instituto de la construcción y gerencia, 2010.
27. **BLANCO, Pablo. 2021.** *Tipo de viruta durante un proceso de mecanizado en función de la velocidad de corte*. Sevilla : Universidad de Sevilla, 2021.
28. **AISI. 2007.** *Manual para el diseño de acero Conformado en Frío parte V*. Washington : American Iron and Steel Institute, 2007.

29. **CORTÉS, Alejandro. 2021.** *Clasificación de aceros: Formación y tipos de virutas*. Tlaxcala : Tecnológico Nacional de Mexico, 2021.
30. **ASTM. 2018.** *Standard Specification for Portland Cement*. Barr Harbor Drive : ASTM international, 2018.
31. **GUZMÁN, Carlos y GARATE, Melissa. 2019.** *Viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto*. Trujillo : Universidad Cesar Vallejo, 2019.
32. **TABOADA, Martín. 2017.** *Metodología de la Investigación Científica*. 1era Edición. Trujillo : Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo (EDUNT), 2017. págs. 1-316.
33. **HERNÁNDEZ, Roberto. 2018.** *Metodología de la Investigación*. México : Mc Graw Hill, 2018. págs. 1-753.
34. **HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2017.** *Metodología de la investigación*. México : McGraw Hill, 2017.
35. **UCV. 2020.** *Resolución de consejo Universitario N° 117-2020/UCV*. Trujillo : s.n., 2020. pp. 1-12.
36. **CIP. 2018.** *Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú*. Lima : Colegio de ingenieros del Perú, 2018.

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022

Autor: Carlos Daniel Guzmán Florián

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	METODOLOGÍA
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	VARIABLE INDEPENDIENTE viruta de acero	Dosificación de la viruta de acero	Porcentaje de incorporación 0%	Ficha de recolección de datos	Método: Científico Tipo de Investigación: Tipo aplicada Nivel de Investigación: Explicativa (Causa - Efecto) Diseño de Investigación: Experimental (Cuasi) Enfoque: Cuantitativo Población: Todos las Muestras ensayados en el Laboratorio Muestra: 9 muestras con 0% 9 muestras con 5% 9 muestras con 10% 9 muestras con 15% Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación Directa
¿De qué manera influye la viruta de acero en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la Avenida Revolución en el distrito de Villa el Salvador, Lima, 2022?	Evaluar la influencia de la viruta de acero en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la Avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima, 2022.	la incorporación de viruta de acero en porcentajes de 5%, 10% y 15% mejora las propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022			Porcentaje de incorporación 5%	Ficha de recolección de datos	
					Porcentaje de incorporación 10%	Ficha de recolección de datos	
					Porcentaje de incorporación 15%	Ficha de recolección de datos	
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:					
¿Cuánto influye la viruta de acero en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022?;	Determinar la influencia de la viruta de acero en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.	La incorporación de viruta de acero mejora la resistencia a la compresión del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.	VARIABLE DEPENDIENTE Pavimento rígido	Propiedades de mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Ficha de resultados de laboratorio	
¿Cuánto influye la viruta de acero en la resistencia a la flexión del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022?	Determinar la influencia de la viruta de acero en la resistencia a la flexión del pavimento rígido de la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022	La incorporación de viruta de acero mejora la resistencia a la flexión del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.			Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Ficha de resultados de laboratorio	
¿Cuánto influye la aplicación de viruta de acero en la consistencia del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022?	Determinar la influencia de la aplicación de la viruta de acero en la consistencia del pavimento rígido de la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.	La incorporación de viruta de acero mejora la consistencia del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022.			Consistencia (Pulg)	Ficha de resultados de laboratorio	

ANEXO 2: Matriz de Operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
TÍTULO	Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	
INDEPENDIENTE				0%		
				5%		
VIRUTA DE ACERO	Cortés (2021) indica que la formación de la viruta de acero puede producirse por arranque, cuando el material se va desgastando por el filo.	La viruta de acero reemplazara de forma proporcional al cemento tipo Portland en las dosificaciones de 0%,5%, 10% y 15%	DOSIFICACIÓN	10%	RAZON	
			Viruta de	15%		
DEPENDIENTE						
				Resistencia a la Compresión	RAZON	
				(Kg/cm2)		
PAVIMENTO RÍGIDO	Monsalve et. al. (2012) señala que, en el caso de los pavimentos rígidos, la losa de concreto cumple múltiples funciones, en primer lugar, la función estructura del pavimento y también como superficie de rodamiento.	El diseño de mezcla del pavimento rígido ha sido adicionado con virutas de acero para que puedan influir en las particulares mecánicas de ella, para así incrementar su resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y una mejor consistencia..	PROPIEDADES MECANICAS	Resistencia a la flexión	RAZON	
					(Kg/cm2)	
					Consistencia	RAZON
				(Pulgadas)		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de la viruta de acero

Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido
en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Guzmán Florián, Carlos D. (<https://orcid.org/0000-0001-8566-7311>)

Fecha: Lima, 20 de setiembre del 2022

Parte B: Dosificación de viruta – VARIABLE INDEPENDIENTE

0%	Adición de viruta de acero (kg) OK
5%	Adición de viruta de acero (kg) OK
10%	Adición de viruta de acero (kg) OK
15%	Adición de viruta de acero (kg) OK

Tesis: Peralta, E. (2019) Dosificación 0%, 8% y 10%

Parte B: Propiedades – VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión	Adición de viruta de acero (kg) OK
Resistencia a la flexión	Adición de viruta de acero (kg) OK
Consistencia	Adición de viruta de acero (kg) OK

Tesis: Obregón, c. (2019) Compresión 236, 270.8 y 298.6 kg/cm²

Tesis: Suaña, j. (2021) Flexión 37.71; 37.89 y 42.33 kg/cm²

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

<p>Apellidos: Díaz Zegarra Nombres: Luis Manuel Título: Ing. Civil Grado: Ingeniero N°Reg CIP: 18013 Firma:</p>  <p>----- Ing. Luis Díaz Zegarra CIP N°: 18013</p>	<p>Apellidos: Espiritu Lorenzo Nombres: Ricardo Título: Ing. Civil Grado: Ingeniero N°Reg CIP: 60917 Firma:</p>  <p>----- Ing. Ricardo Espiritu Lorenzo CIP N°: 60917</p>	<p>Apellidos: Velarde Sagastegui Nombres: Juan Marx Título: Ing. Civil Grado: Ingeniero N°Reg CIP: 66299 Firma:</p>  <p>----- Ing. Juan M. Velarde Sagastegui CIP N°: 66299</p>
--	---	---

ANEXO 04: CERTIFICADOS DE ENSAYO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabaylo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

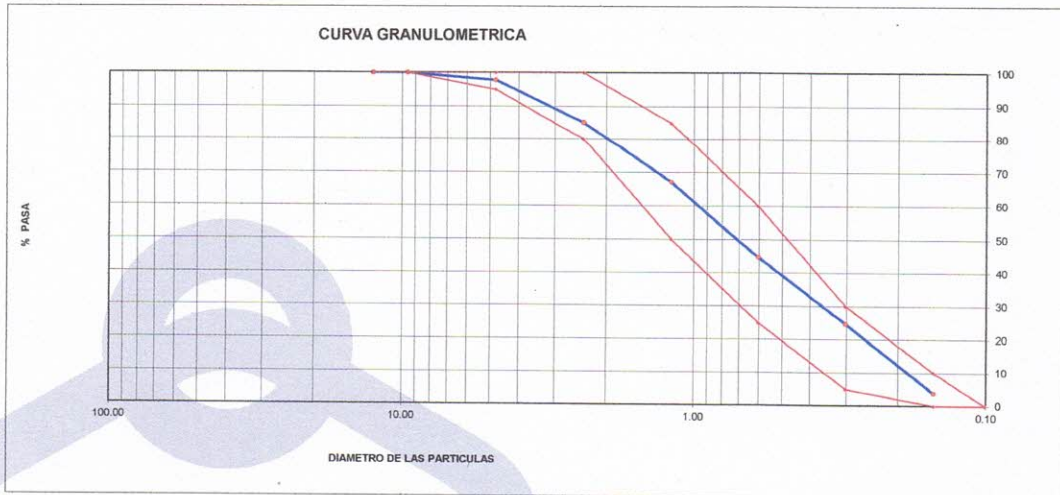
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136




REFERENCIA	: Datos de referencia	<i>Fecha de ensayo:</i> 23/09/2022
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián	
TESIS	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022	
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022	

MATERIAL	: Agregado fino	CANTERA: TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	695.0	% W = 3.7
PESO INICIAL SECO (g)	670.0	MF = 2.77

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	14.9	2.2	2.2	97.8	95 - 100
Nº8	2.38	84.6	12.6	14.8	85.2	80 - 100
Nº 16	1.19	121.0	18.1	32.9	67.1	50 - 85
Nº 30	0.60	150.0	22.4	55.3	44.7	25 - 60
Nº 50	0.30	134.0	20.0	75.3	24.7	05 - 30
Nº 100	0.15	140.0	20.9	96.2	3.8	0 - 10
FONDO		25.5	3.8	100.0	0.00	



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP Nº 221436 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

www.jcgeotecniasac.com

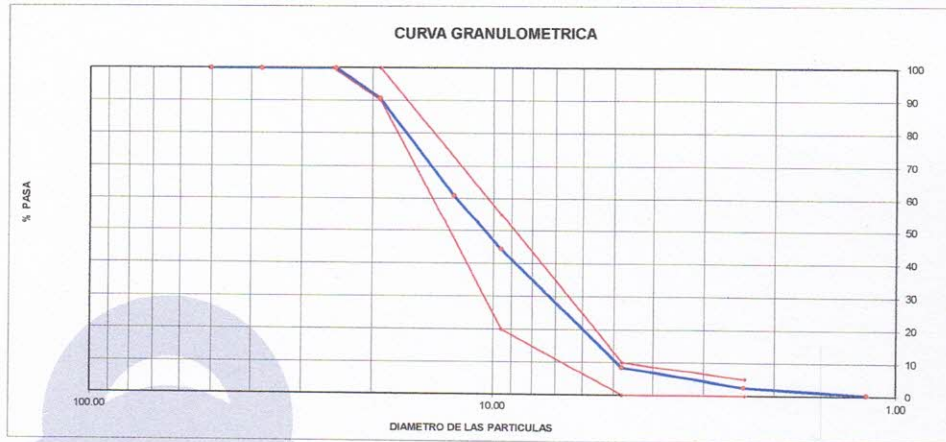
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de referencia		
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián		
TESIS	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022		
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022		
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO	CANTERA:	TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	1,434.00	% W =	0.7
PESO INICIAL SECO (g)	1,424.00	MF =	6.54
Fecha de ensayo: 23/09/2022			

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	132.1	9.3	9.3	90.7	90-100
1/2"	12.50	423.0	29.7	39.0	61.0	-
3/8"	9.53	237.3	16.7	55.6	44.4	20-55
Nº 4	4.76	510.4	35.8	91.5	8.5	0-10
Nº 8	2.38	86.5	6.1	97.6	2.4	0-5
Nº 16	1.18	30.0	2.1	99.7	0.3	
FONDO		4.7	0.3	100.0	0.0	



OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
- * Según la NORMA ASTM C33, en la tabla de requisitos granulométricos del agregado grueso con el porcentaje que pasa por los tamices normalizados se puede apreciar que la granulometría está dentro del Huso #467

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	<p>ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.</p>	<p>CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.</p>
Jefe del Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o GIB)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de referencia
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
TESIS	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022
Fecha de ensayo: 23/09/2022	

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

CANtera: TRAPICHE

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	20311	20304	20315
2	Peso del Molde	g	6181	6181	6181
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	14130	14123	14134
4	Volumen del Molde	cc	9134	9134	9134
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.547	1.546	1.547

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.547
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	21264	21261	21268
2	Peso del Molde	g	6181	6181	6181
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	15083	15080	15087
4	Volumen del Molde	cc	9134	9134	9134
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.651	1.651	1.652

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.651
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL, CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA : Datos de referencia
SOLICITANTE : Carlos Daniel Guzmán Florián
TESIS : Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022
UBICACION : Villa el Salvador - 2022
Fecha de ensayo: 23/09/2022

MATERIAL : AGREGADO FINO

CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6910	6914	6906
2	Peso del Molde	g	2446	2446	2446
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4464	4468	4460
4	Volumen del Molde	cc	2827	2827	2827
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.579	1.580	1.577

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.579
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7622	7627	7617
2	Peso del Molde	g	2446	2446	2446
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	5176	5181	5171
4	Volumen del Molde	cc	2827	2827	2827
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.831	1.832	1.829

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.831
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
---	---	---



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM C127

REFERENCIA	: Datos de referencia
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
TESIS	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022
UBICACION	: Villa el Salvador - 2022

Fecha de ensayo: 23/09/2022

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1269.0	1269.0	1269.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2014	2014	2014.0
3	Peso muestra Seco	C	g	1998	1998	1998.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.70	2.70	2.70
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.68	2.68	2.68
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.74	2.74	2.74
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	0.80	0.80	0.8

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Oficina de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

www.jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabaylo - Lima

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA : Datos de referencia
SOLICITANTE : Carlos Daniel Guzmán Florián
TESIS : Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022
UBICACIÓN : Villa el Salvador - 2022
Fecha de ensayo: 23/09/2022

MATERIAL : AGREGADO FINO

CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	756	757	756.5
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	296.11	296.11	296.1
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	459.89	460.89	460.4
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	294.77	294.45	294.61
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	196.11	196.11	196.11
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	98.661	98.34	98.50
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	504.0	504.0	504.0

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.61	2.61	2.61
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.65	2.65	2.65
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.71	2.71	2.71
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.4	1.4	1.4

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
--	--	--



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

www.jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211**

REFERENCIA : Datos del Laboratorio
SOLICITANTE : Carlos Daniel Guzmán Florián
TESIS : Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022
UBICACIÓN : Villa el Salvador - 2022

Fecha de ensayo: 24/09/2022

f'c 280 kg/cm2

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12	2.77	3.7	1.4	1579.0	1831.0
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.61					
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.66					

A) VALORES DE DISEÑO

1	ASENTAMIENTO	4	puig
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4	puig
3	RELACION AGUA CEMENTO	0.60	
4	AGUA	205	
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0	
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.37	

B) ANÁLISIS DE DISEÑO

FACTOR CEMENTO	371	Kg/m ³	8.7	Bls/m ³
Volumen absoluto del cemento		0.1191	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua		0.2050	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³	

VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS				0.344
Volumen absoluto del Agregado fino		0.2854	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3705	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				1.000

C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO

CEMENTO	371	Kg/m ³
AGUA	205	Lt/m ³
AGREGADO FINO	745	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO	993	Kg/m ³
PESO DE MEZCLA	2314	Kg/m³

D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

AGREGADO FINO HUMEDO	772.5	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO	1000.0	Kg/m ³

E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO	%	Lts/m ³
AGREGADO GRUESO	-2.300	-17.1
	0.100	1.0
		-16.1

AGUA DE MEZCLA CORREGIDA		221.1	Lts/m³
---------------------------------	--	--------------	--------------------------

F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO


CEMENTO	371	Kg/m ³
AGUA	221	Lts/m ³
AGREGADO FINO	773	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO	1000	Kg/m ³

G) PESO DE MEZCLA

CANTIDAD DE MATERIALES 42.50 kg	2365	Kg/m³
CEMENTO	42.50	Kg
AGUA	25.30	Lts
AGREGADO FINO	88.39	Kg
AGREGADO GRUESO	114.41	Kg

PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)

C	1.0
A.F	2.08
A.G	2.69
H2o	0.6

Elaborado por:  JEFE DEL LABORATORIO	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIPN° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe del Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

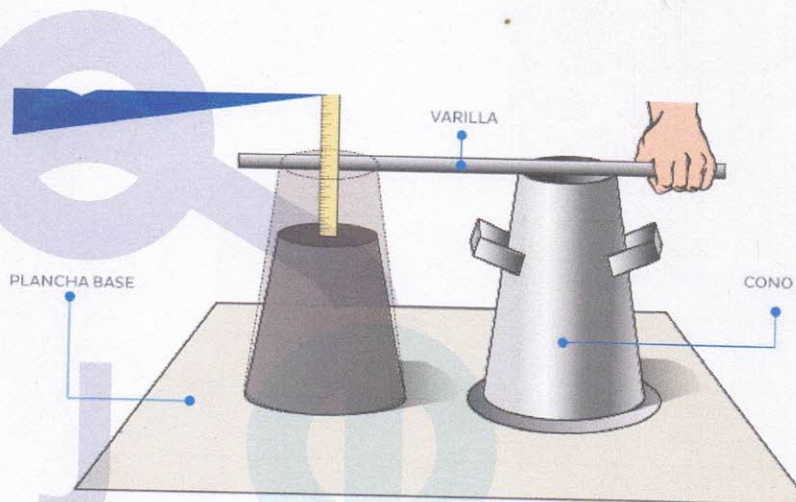
www.jcgeotecniasac.com

REPORTE DE MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND ASTM C143 / NTP 339.035

SOLICITADO POR: CARLOS DANIEL GUZMÁN FLORIÁN

ASUNTO: EVALUACIÓN DE VIRUTA DE ACERO EN PROPIEDADES MECÁNICAS DEL
PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA REVOLUCIÓN, VILLA EL SALVADOR, LIMA 2022

IDENTIFICACIÓN	ASENTAMIENTO CENTIMETROS
PATRON	10.6
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	9.8
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10.0%	9.0
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15.0%	8.5



MÉTODO DEL SLUMP


ABEL MARCELO PASQUEL
INGENIERO CIVIL - CIP Nº 221456
JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022
Fecha de emisión: 03/10/2022	




IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26/09/2022	3/10/2022	7	16520	78.5	210.3	280.0	75.1
PATRON	26/09/2022	3/10/2022	7	16410	78.5	208.9	280.0	74.6
PATRON	26/09/2022	3/10/2022	7	16630	78.5	211.7	280.0	75.6

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material reorientante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022
Fecha de emisión: 03/10/2022	



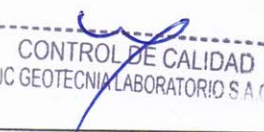
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	3/10/2022	7	17180	78.5	218.7	280.0	78.1
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	3/10/2022	7	17240	78.5	219.5	280.0	78.4
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	3/10/2022	7	17310	78.5	220.4	280.0	78.7

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado con el uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:  LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022
Fecha de emisión: 03/10/2022	



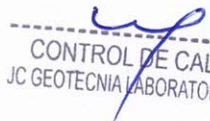
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	3/10/2022	7	16810	78.5	214.0	280.0	76.4
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	3/10/2022	7	16960	78.5	215.9	280.0	77.1
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	3/10/2022	7	16890	78.5	215.1	280.0	76.8

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material reftrentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por: 	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LAB-CO-009
	COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022

Fecha de emisión: 03/10/2022




IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F ^c Diseño kg/cm ²	% F ^c
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	3/10/2022	7	16080	78.5	204.7	280.0	73.1
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	3/10/2022	7	15990	78.5	203.6	280.0	72.7
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	3/10/2022	7	15920	78.5	202.7	280.0	72.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - OIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
---	---	---



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022
Fecha de emisión: 10/10/2022	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRON	26/09/2022	10/10/2022	14	18700	78.5	238.1	280.0	85.0
PATRON	26/09/2022	10/10/2022	14	18610	78.5	236.9	280.0	84.6
PATRON	26/09/2022	10/10/2022	14	18590	78.5	236.7	280.0	84.5

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
--	--	--



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022
Fecha de emisión: 10/10/2022	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	10/10/2022	14	19430	78.5	247.4	280.0	88.4
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	10/10/2022	14	19500	78.5	248.3	280.0	88.7
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	10/10/2022	14	19710	78.5	251.0	280.0	89.6

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refulgente
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por: 	Revisado por: ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Director de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022

Fecha de emisión: 10/10/2022


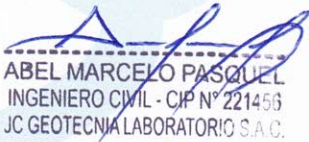

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	10/10/2022	14	18990	78.5	241.8	280.0	86.4
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	10/10/2022	14	19120	78.5	243.4	280.0	86.9
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	10/10/2022	14	18900	78.5	240.6	280.0	85.9

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material reftrentante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022

Fecha de emisión: 10/10/2022

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	10/10/2022	14	18310	78.5	233.1	280.0	83.3
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	10/10/2022	14	18410	78.5	234.4	280.0	83.7
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	10/10/2022	14	18210	78.5	231.9	280.0	82.8

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por: 	Revisado por: ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Ing. de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022
Fecha de emisión: 24/10/2022	




IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON	26/09/2022	24/10/2022	28	22360	78.5	284.7	280.0	101.7
PATRON	26/09/2022	24/10/2022	28	22290	78.5	283.8	280.0	101.4
PATRON	26/09/2022	24/10/2022	28	22360	78.5	284.7	280.0	101.7

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material reorientante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
--	--	--



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022
Fecha de emisión: 24/10/2022	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	24/10/2022	28	23460	78.5	298.7	280.0	106.7
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	24/10/2022	28	23510	78.5	299.3	280.0	106.9
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	24/10/2022	28	23420	78.5	298.2	280.0	106.5

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL / CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022

Fecha de emisión: 24/10/2022


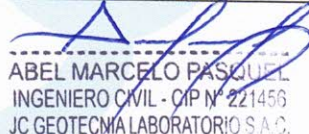
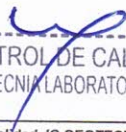
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	24/10/2022	28	22810	78.5	290.4	280.0	103.7
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	24/10/2022	28	22790	78.5	290.2	280.0	103.6
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	24/10/2022	28	22700	78.5	289.0	280.0	103.2

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0,1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por: 	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
JC Geotecnia Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián
PROYECTO	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima
UBICACIÓN	: Villa el Salvador - 2022
Fecha de emisión: 24/10/2022	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	24/10/2022	28	21810	78.5	277.7	280.0	99.2
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	24/10/2022	28	21980	78.5	279.9	280.0	99.9
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	24/10/2022	28	21780	78.5	277.3	280.0	99.0

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Suelos y Pavimentos	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabaylo - Lima

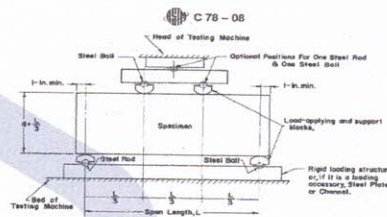
www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	1 de 1

TESIS : Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022
SOLICITANTE : Carlos Daniel Guzmán Florián
UBICACIÓN DE PROYECTO : Villa el Salvador - 2022
FECHA DE EMISIÓN: : 24/10/2022 FECHA DE ENSAYO : 24/10/2022
Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F'c de diseño : 280 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	33.2 kg/cm2
PATRON	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	32.9 kg/cm2
PATRON	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	33.5 kg/cm2



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JC GEOTECNIA LABORATORIO.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

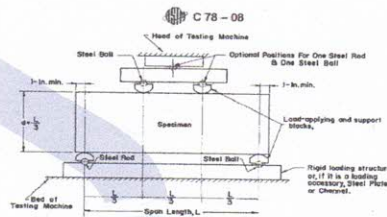


LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	1 de 1

TESIS	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022		
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Villa el Salvador - 2022		
FECHA DE EMISIÓN:	: 24/10/2022	FECHA DE ENSAYO :	24/10/2022
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes prismáticos		
F'c de diseño	: 280 kg/cm2		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	36.3 kg/cm2
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	35.9 kg/cm2
PATRON + VIRUTA DE ACERO 5.0%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	36.1 kg/cm2



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JC GEOTECNIA LABORATORIO.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

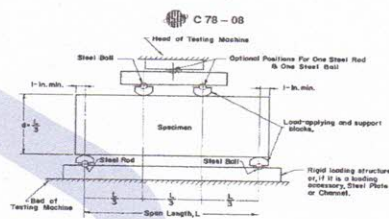
www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	1 de 1

TESIS	: Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022		
SOLICITANTE	: Carlos Daniel Guzmán Florián		
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Villa el Salvador - 2022		
FECHA DE EMISIÓN:	: 24/10/2022	FECHA DE ENSAYO :	24/10/2022
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes prismáticos		
F'c de diseño	: 280 kg/cm2		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	33.1 kg/cm2
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	32.9 kg/cm2
PATRON + VIRUTA DE ACERO 10%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	33.2 kg/cm2



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JC GEOTECNIA LABORATORIO.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabayllo - Lima

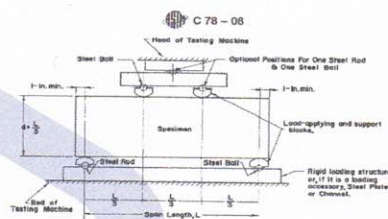
www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	1 de 1

TESIS : Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022
SOLICITANTE : Carlos Daniel Guzmán Florián
UBICACIÓN DE PROYECTO : Villa el Salvador - 2022
FECHA DE EMISIÓN: : 24/10/2022
FECHA DE ENSAYO : 24/10/2022
Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F'c de diseño : 280 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	30.1 kg/cm2
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	30.0 kg/cm2
PATRON + VIRUTA DE ACERO 15%	26/09/2022	24/10/2022	28 días	2	45.0	30.3 kg/cm2



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JC GEOTECNIA LABORATORIO.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

Anexo 5: Panel Fotográfico



Foto 01: Balanza para ensayos en laboratorio.



Foto 02: Ensayo de granulometría en agregado grueso

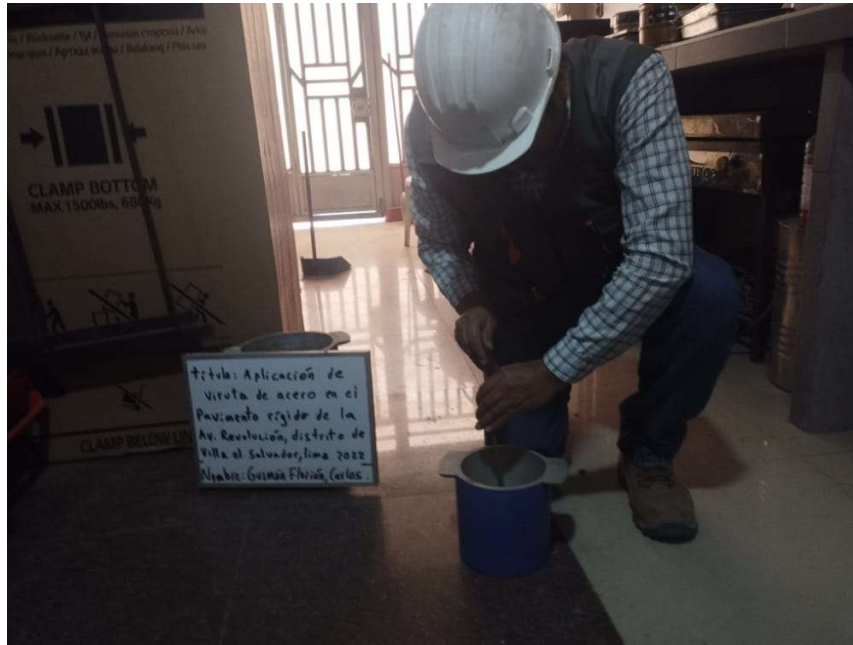


Foto 03: Colocación en recipiente para ensayos en laboratorio



Foto 04: Ensayos de peso específico en laboratorio.

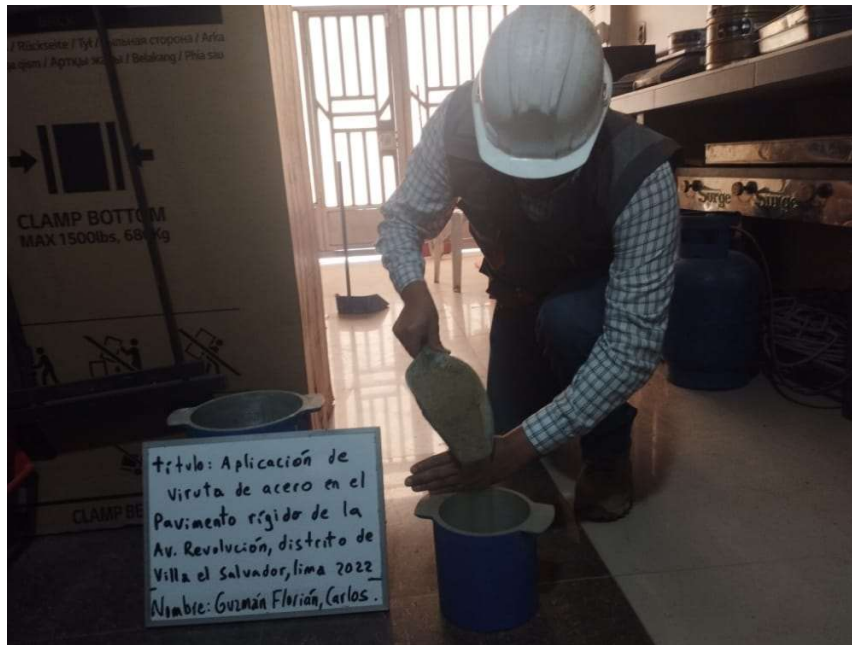


Foto 05: Colocación de agregado fino para ensayo de laboratorio.



Foto 06: Ensayo de granulometría para agregado fino.

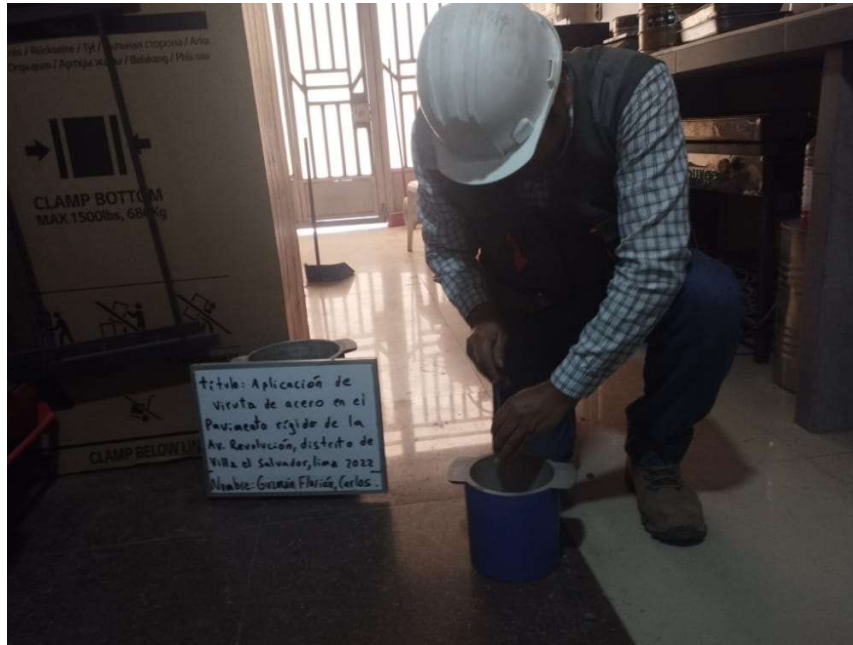


Foto 07: Ensayo de agregado fino.



Foto 08: Probeta en ensayo de compresión, patrón + 10%.

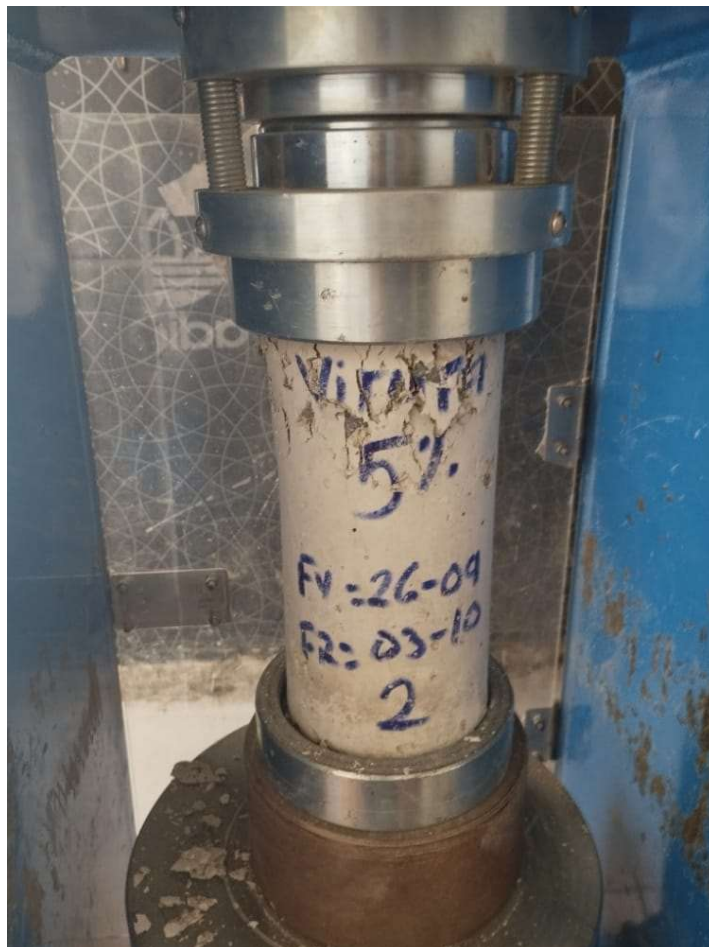


Foto 09: Probeta en ensayo de compresión, patrón + 5%.

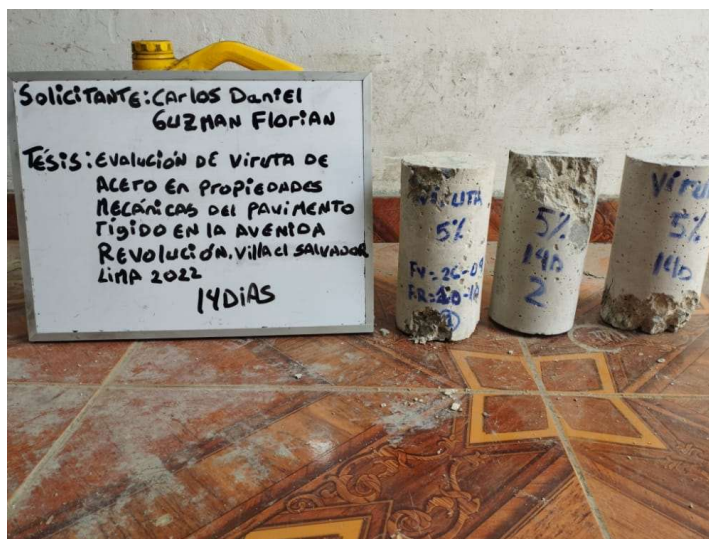


Foto 10: Probetas ensayadas a los 14 días, patrón + 5%.



Foto 11: Probeta en ensayo de compresión, patrón + 10%.

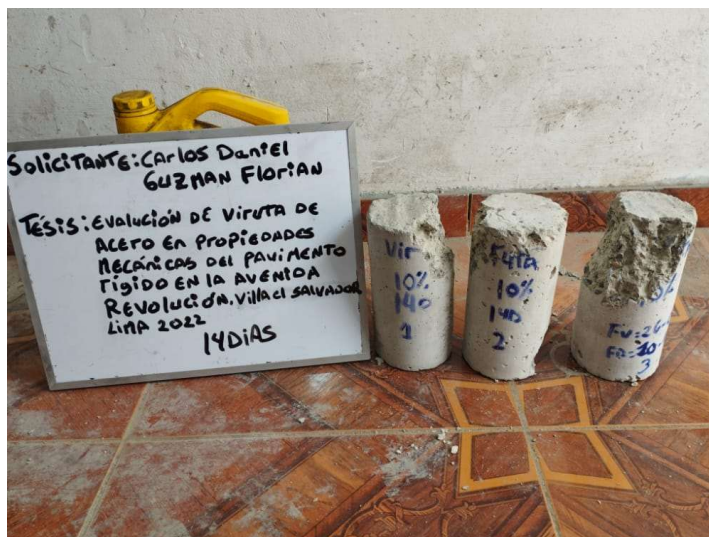


Foto 12: Probetas ensayadas a los 14 días, patrón + 10%.

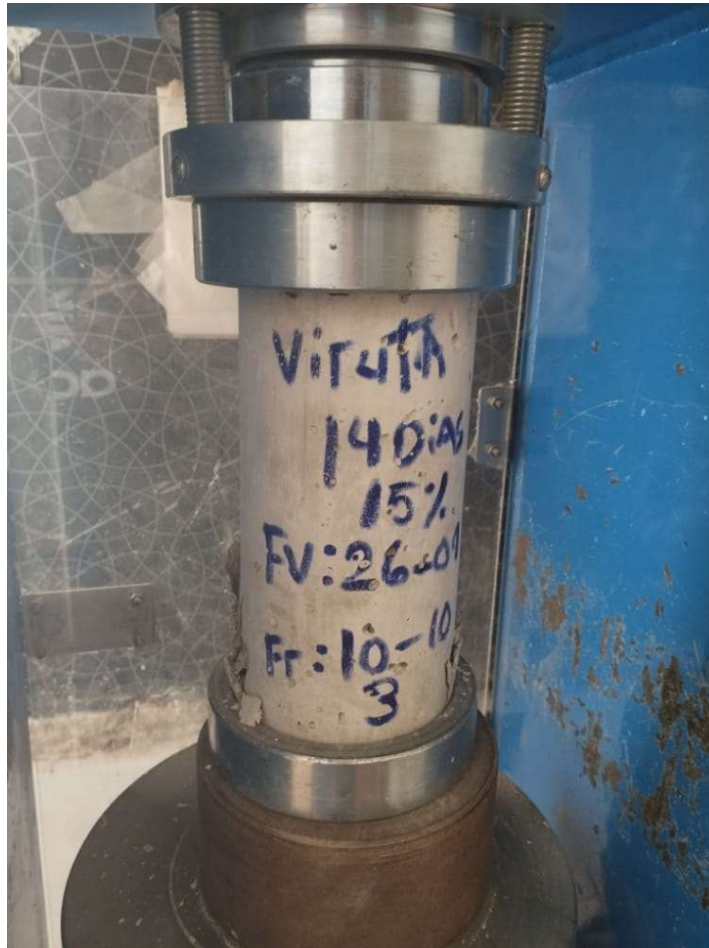


Foto 13: Probeta en ensayo de compresión, patrón + 15%.

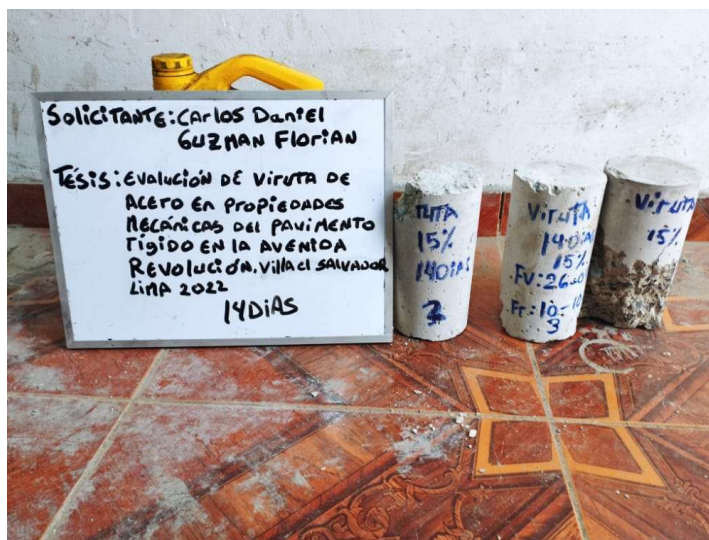


Foto 14: Probetas ensayadas a los 14 días, patrón + 15%.



Foto 15: Ensayo de compresión, patrón + 5%, 7d.

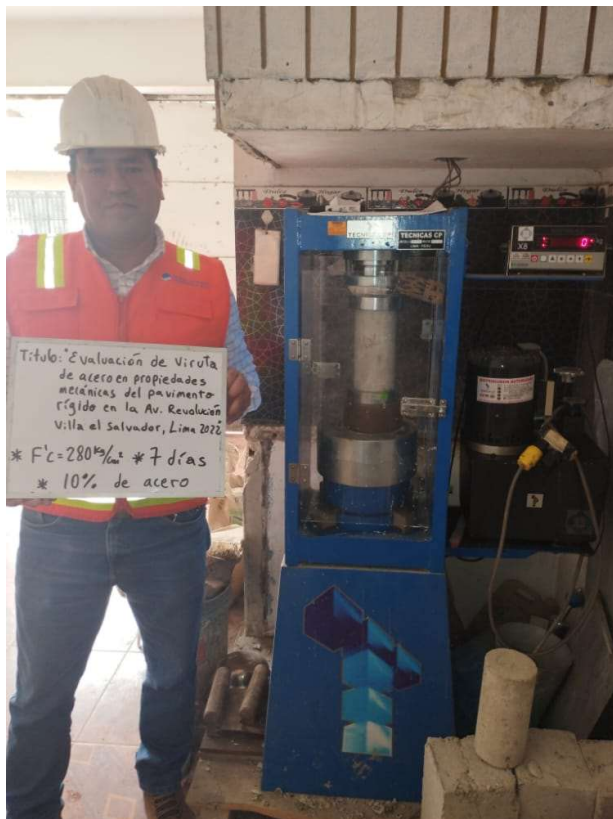


Foto 16: Ensayo de compresión, patrón + 10%, 7d



Foto 17: Ensayo de compresión a 7 días, patrón + 15%



Foto 18: Ensayo de compresión a 14 días, patrón + 5%.



Foto 19: Ensayo de compresión a 14 días, patrón + 10%



Foto 20: Ensayo de compresión a 14 días, patrón + 15%



Foto 21: Ensayo de compresión a 14 días, patrón + 15%



Foto 22: Ensayo de compresión a 28 días, patrón + 10%

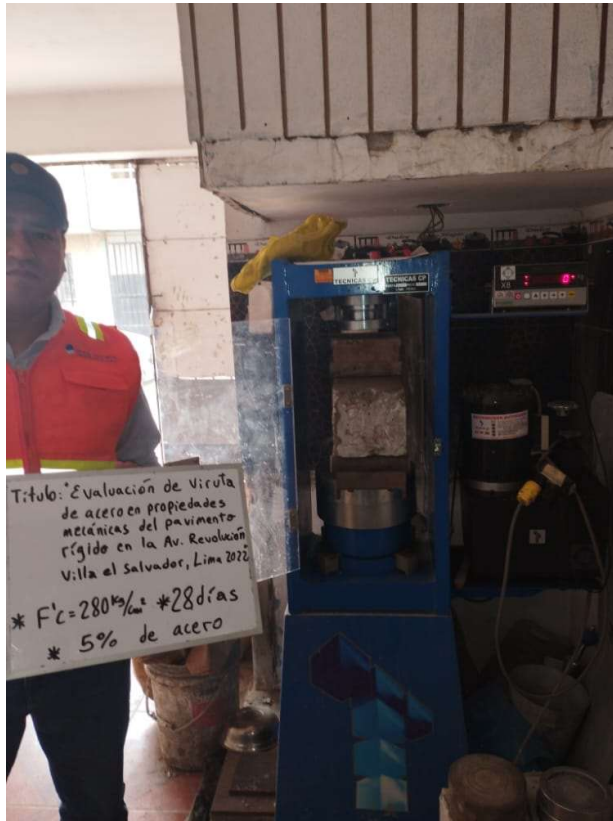


Foto 23: Ensayo de flexión a 28 días, patrón + 5%



Foto 24: Ensayo de flexión a 28 días, patrón + 10%

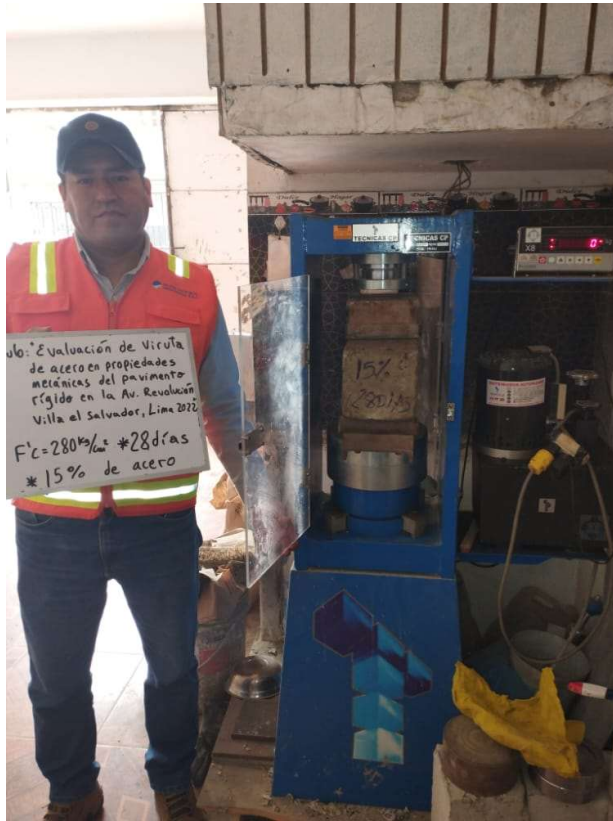


Foto 25: Ensayo de flexión a 28 días, patrón + 15%

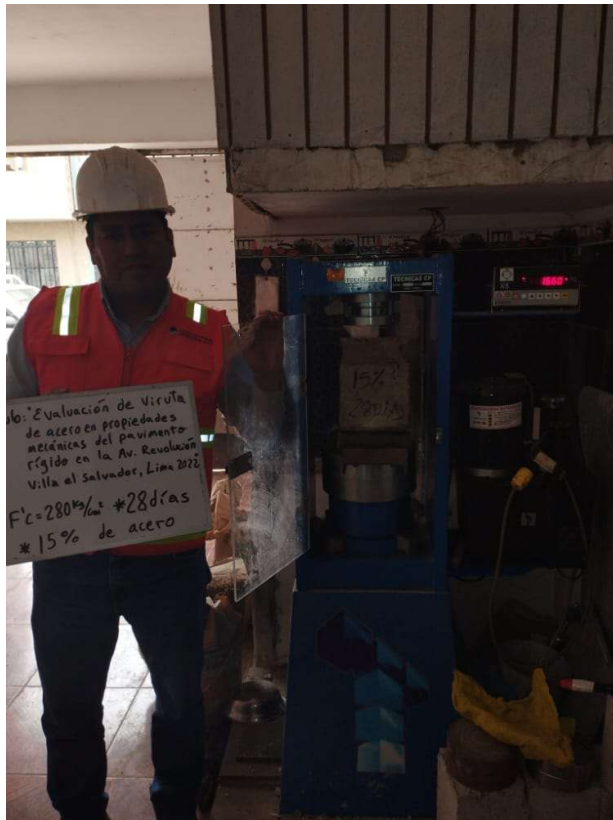


Foto 26: Ensayo de flexión a 28 días, patrón + 15%



Foto 27: Muestra lista para ensayo a compresión.



Foto 28: Muestra lista para ensayo a flexión.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de viruta de acero en propiedades mecánicas del pavimento rígido en la avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima 2022", cuyo autor es GUZMAN FLORIAN CARLOS DANIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 26 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID: 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 14- 12-2022 12:16:24

Código documento Trilce: TRI - 0456096