



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Análisis comparativo entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad dePuquio- Ayacucho – 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Br. Pinto Condori Edith Leonor (ORCID: 0000-0002-8249-7350)

Br. Rojas Huamancha Percy (ORCID: 0000-0003-3250-6287)

ASESOR:

Ing. Jorge Richard Olarte Pinares (ORCID: 0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios por darnos la oportunidad de llegar con salud y bienestar, a nuestros docentes que fueron víctimas del Covid 19, sus enseñanzas y consejos quedaran grabados en nuestro recuerdo.

Agradecimiento

Un agradecimiento especial al ingeniero Jorge Richard Olarte Pinares por guiarnos y darnos la claridad necesaria para desarrollar esta tesis.

Así mismo, agradecer al Ing. Jean Paul Vela Cieza por el apoyo y tiempo de compartir su conocimiento.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y Diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, Muestra y Muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos	13
3.5. Procedimiento.....	14
3.6. Método de análisis de datos	14
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES	38
VII. RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS.....	40
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados de resistencia a la compresión a los 03 días	15
Tabla 2. Resultados de resistencia a la compresión a los 07 días	16
Tabla 3. Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días	16
Tabla 4. Resultados promedio de la resistencia a la compresión realizados.....	17
Tabla 5. Parámetros de diseño de pavimento rígido.....	19
Tabla 6. Costo unitario de CONCRETO F´C = 280 KG/CM2 por m2	20
Tabla 7. Costo unitario de CONCRETO F´C = 280 KG/CM2 por m3	20
Tabla 8. Resistencia a la compresión de pavimento rígido + geoceldas a los 03 días de fragua.	22
Tabla 9. Resultados de resistencia a la compresión de pavimento rígido + geoceldas a los 07 días de fragua.	22
Tabla 10. Resultados de resistencia a la compresión de pavimento rígido + geoceldas a los 14 días de fragua.	23
Tabla 11. Promedio de resultados de resistencia a la compresión de pavimento rígido + geoceldas a los 3,7 y 14 días de fragua.....	24
Tabla 12. Parámetros de diseño de pavimento rígido más geoceldas.	25
Tabla 13. Costo unitario de CONCRETO F´C = 280 KG/CM2 + GEOCELDAS por m2	27
Tabla 14. Costo unitario de CONCRETO F´C = 280 KG/CM2 + GEOCELDAS por m3	28
Tabla 15. Resultados de resistencia a la compresión a los 03 días.	29
Tabla 16. Comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 07 días.....	30
Tabla 17. Comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 14 días.....	31
Tabla 18. Promedio de la comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 03,07 y 14 días.	32
Tabla 19. Comparación estructural de los pavimentos.....	33
Tabla 20. Presupuesto para un pavimento de 1km de longitud.....	34
Tabla 21. Presupuesto para un pavimento de 1m2.....	34

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Resistencia a la compresión del pavimento rígido convencional a los 3 días	15
Figura 2. Resistencia a la compresión del pavimento rígido convencional a los 7 días	16
Figura 3. Resistencia a la compresión del pavimento rígido convencional a los 14 días	17
Figura 4. Resistencia a la compresión del pavimento rígido	17
Figura 5. Resultado de espesor de pavimento rígido.....	19
Figura 6. Resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 3 días.....	22
Figura 7. Resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 7 días.....	23
Figura 8. Resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 14 días.....	24
Figura 9. Promedio de resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 3, 7 y 14 días de fragua	24
Figura 10: Resultado de espesor de pavimento rígido	26
Figura 11. Comparación de resultados de resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 3 días	29
Figura 12. Comparación de resultados sobre resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 7 días.....	30
Figura 13. Comparación de resultados sobre resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 17 días.....	31
Figura 14. Comparación de resultados sobre resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 3, 7 y 14 días	32
Figura 15. Evolución de la resistencia a la compresión a lo largo del tiempo	33
Figura 16. Diferencia del costo para 1km de pavimento rígido	34

Resumen

La presente tesis titulado: Análisis comparativo entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho – 2021, tuvo como objetivo comparar los resultados obtenidos de diseño de pavimento, resistencia de un pavimento rígido convencional con reforzamiento con geoceldas y comparar los costos por metro cuadrado.

El tipo de tesis desarrollado es aplicativo con enfoque cuantitativo y diseño experimental, con población y muestra en Barrio de Ccayao en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio – Ayacucho.

Los resultados se compararon con el diseño realizado mediante la guía AASHTO 93 y el análisis realizado del diseño propuesto para un pavimento rígido con geoceldas, asimismo se obtuvo resultados de laboratorio de resistencia a la compresión a los 3, 7 y 14 días de edad del concreto para pavimento rígido convencional y pavimento rígido con geoceldas, realizando el análisis comparativo entre ambos y por último se desarrolló un análisis de costo para los pavimentos propuestos.

Se concluye que la geoceldas como reforzamiento en pavimento rígido aumenta la resistencia a la compresión disminuyendo el espesor de diseño de un pavimento rígido convencional, disminuye el costo teniendo una diferencia de 5% por metro cuadrado.

Palabras clave: pavimento rígido, geoceldas, ensayo compresión.

Abstract

The present thesis entitled: Comparative analysis between a conventional rigid pavement and a rigid pavement with geocells on Av. Augusto B. Leguía, City of Puquio Ayacucho - 2021, aimed to compare the results obtained from pavement design, resistance of a pavement conventional rigid with geocell reinforcement and compare costs per square meter.

The type of thesis developed is applicative with a quantitative approach and experimental design, with population and sample in Barrio de Ccayao on Av. Augusto B. Leguía, City of Puquio - Ayacucho.

The results were compared with the design made using the AASHTO 93 guide and the analysis made of the proposed design for a rigid pavement with geocells, laboratory results of compressive strength were obtained at 3, 7 and 14 days of age of the concrete for Conventional rigid pavement and rigid pavement with geocells, performing a comparative analysis between both and finally a cost analysis was developed for the proposed pavements.

It is concluded that geocells as a reinforcement in rigid pavement increases the resistance to compression by decreasing the design thickness of a conventional rigid pavement, decreasing the cost, having a difference of 5% per square meter.

Keywords: rigid pavement, geocells, compression test.

I. INTRODUCCIÓN

En el plano internacional, muchos países están enfrentando diversos problemas de movilidad, estas barreras en la parte de las ocasiones tienen que ver con la infraestructura vial que está disponible (Overstreet, 2021). Para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2020) en una economía globalizada, en la cual la producción es repartida de forma geográfica, es de suma importancia la calidad y densidad de la infraestructura de transporte. Un déficit de la infraestructura en el sector transporte puede llevar a reducir el comercio y como consecuencia a un ahogamiento de la economía productiva.

En el Perú a consecuencia del covid-19 diferentes obras de infraestructura vial fueron paralizadas durante varios meses, pero que se están volviendo a reiniciar como consecuencia de la reactivación económica. Por ello, el año 2020 fue cerrado con el 84% de la red nacional pavimentada, también se proyecta que para el 2021 se pavimentara el 86% de las carreteras a nivel nacional (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2021).

En la provincia de Trujillo, se realizó un estudio donde se observó un periodo constante de crecimiento y desarrollo en aspectos como el económico, social y tecnológico. Sin embargo, las vías de comunicación se vienen realizando con el método AASHTO que fue propuesto en los años 60, la cual tuvo una actualización en el año 1993. La inversión económica para los pavimentos rígidos se ha vuelto muy elevada y esto debido a su espesor en la capa de rodadura. Por ello, las autoridades optan por construir con pavimento flexible porque es más económico, pero de muy poca duración, en consecuencia, se genera un gasto mayor en el mantenimiento a largo plazo (Gómez y Rivero, 2019).

En el ámbito local, en la ciudad de Puquio, que pertenece a la provincia de Lucanas-Ayacucho, cuenta con problemas climatológicos, sucede que en las temporadas de estiaje debido al tránsito se producen polvaredas que afectan a la población, cultivos y a los mismos transportistas. Durante el periodo de avenidas, debido a las intensas lluvias que ocurren se presentan problemas como baches y la acumulación de agua y esto produce condiciones de intransitables. Además, se observa una deficiente calidad en la

infraestructura vial, por ello existe la necesidad de poder evaluar alternativas que pueda aportar al mejoramiento como un proyecto que se pueda sostener durante la vida útil del pavimento.

Por ello, nos planteamos el siguiente problema general: Las fallas que presenta un pavimento rígido convencional afectan el servicio para que fue construido. La geo celda aparece como una solución tecnológica, que está compuesta por un material sintético que permite mejorar las propiedades mecánicas del pavimento rígido. ¿Cuál es el diseño más recomendable entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio - Ayacucho - 2021? Asimismo, se plantearon los Problema específicos, a) El deterioro prematuro de pavimento rígido por temas climáticos en la ciudad de Puquio. ¿Determinar la resistencia de compresión más óptima entre el pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho - 2021?; b) Sin el uso de nuevos productos tecnológicos los pavimentos rígidos no reducirían el espesor estándar de diseño. ¿Determinar el diseño del pavimento rígido convencional (espesor) y un pavimento rígido con geoceldas (espesor) en el tramo de en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio -Ayacucho - 2021?

En ese contexto, el presente estudio se justifica de forma teórica, por cuanto se hace el uso de diferentes teorías para llevar a cabo la investigación. Además, el estudio podrá ser utilizado como un antecedente de investigación por diversos autores a nivel internacional como nacional.

Respecto de la justificación económica, los resultados podrán brindar soluciones y cubrir las necesidades técnicas mejorando la transitabilidad vehicular. Además, se reconoce como una de las ventajas de suma importancia del concreto, el costo reducido de su mantenimiento, ya que ofrece una durabilidad más prolongada.

Acerca de la justificación metodológica, esta se justifica ya que para lograr los objetivos que nos hemos planteado haremos el uso de técnicas e instrumentos de investigación que nos permitirán recolectar la información necesario para luego poder llegar a las conclusiones y recomendaciones del estudio.

Por lo tanto, se planteó como objetivo general: Desarrollar el análisis comparativo entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio- Ayacucho - 2021. Asimismo, se plantearon los objetivos específicos, los cuales son: a). Analizar y comparar la resistencia a la compresión de la estructura entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio- Ayacucho - 2021. b). Analizar el diseño del pavimento rígido convencional (espesor) y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio- Ayacucho - 2021.

Por último, se planteó como hipótesis general: La aplicación de la Geocelda como reforzamiento permitiría el mejoramiento de la resistencia a la compresión y la reducción del espesor del pavimento rígido, luego de realizar el análisis comparativo entre el pavimento rígido convencional y el pavimento rígido con geoceldas, por ello se optaría por la aplicación de geo celda por ser técnica y económicamente más factible para la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho - 2021. Asimismo, se plantearon las hipótesis específicas: a) El uso de geoceldas permitiría aumentar la resistencia a la compresión de un pavimento rígido frente a un pavimento rígido convencional en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio -Ayacucho - 2021; b) El uso de geoceldas permitiría reducir el espesor y costo de un pavimento rígido frente al pavimento rígido convencional en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio -Ayacucho - 2021.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Los estudios a nivel internacional tenemos a Oyarzún (2018), con su tesis que lleva de título “Diseño y construcción de prototipo de pavimentos y superficies drenantes”, que fue exhibido para la Universidad de Valparaíso en Chile para lograr la titulación en Ingeniería Civil; el objeto de la investigación es el diseño y construcción de un modelo de un pavimento granular de presupuesto reducido a los demás, empleando geoceldas y elementos rocosos de la vegetación árida del país. Se desarrolló con una metodología aplicada y mecánica, las muestras fueron materiales excedidos de las plantaciones áridas de una empresa llamada Najar. Como resultado, la nueva alternativa de la investigación es más económica que el pavimento rígido debido a su comportamiento mecánico. Concluye además que al implementar el nuevo modelo en el pavimento genera más beneficios, como excelente drenaje, que perjuicios ya que además se puede utilizar en lugares de climas adversos y no se requiere de personal constructivo calificado.

De acuerdo con Suspes, Carpio y Maldonado (2018), presentaron una investigación que lleva de título “Tramo de prueba con estructura convencional y la implementación de geoceldas en la CL 128a entre TV 60 y AK 72 Bogotá” para la universidad en la ciudad de Colombia, cuyo objeto de estudio es la implementación de un sector de ensayo para la rehabilitación estructural de una vía pavimentada y realizar la comparación entre el método convencional con la metodología de geoceldas. La metodología empleada para la investigación es de tipo aplicativo y una estructuración técnica que tiene 3 características, priorizar, entrega de diseño y la evaluación, como muestra de la investigación se tomó el tramo global a evaluar fue la calle 128A con las intersecciones de carrera 72 y transversal 60. Concluyeron que dividieron en 5 secciones el tramo general, donde la parte estructural con mayor eficacia fue el tramo IV la cual fue realizada con el llenado del fresado en la geoceldas donde se obtuvo 10 veces su mejoramiento inicial; y el tramo con menor incidencia fue la sección V.

Según García (2020), presentó en la Universidad Piloto de Colombia realizó un estudio titulado “Análisis comparativo del uso de geoceldas como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles”, con el cual obtener el título en ingeniería civil. El propósito de la investigación es el análisis del diseño convencional y optimización con geoceldas del pavimento flexible realizando un cuadro de comparación. Se desarrolló la investigación con un método aplicado – racional y una estructura técnica; y se llegó a la conclusión que se evidencia una reducción en las capas del pavimento flexible, con lo cual se reduce el costo y, además, el método con geoceldas permite garantizar el óptimo uso del material.

De acuerdo con Paredes y Quezada (2017), desarrollaron un estudio que lleva como título “Diseño del camino vecinal libertad km 25 vía a Macas del cantón Pastaza en la provincia de Pastaza”, el cual fue sustentado UTA para consolidar el título profesional en Ingeniería Civil. El objetivo de la investigación es realizar un estudio que inicie con una nueva carretera vecinal Libertad en el kilómetro 25 camino hacia Macas del Cantón Pastaza en la Provincia de Pastaza. La tesis estuvo desarrollada en base a una metodología aplicada y una estructura técnica en la vía del kilómetro 25 a Macas; por último, concluyó que la ruta actual se encuentra en condiciones deplorables por ende utilizando TPDA se proyectó la vía con 20 años de vida útil, con una orografía ondulada, de suelo limo con plasticidad alta, CBR al 75% en relación al diseño, radio mínimo de 42 metros, calzada de 6 metros, 1 metro de cuneta; 2% de inclinación y una carpeta de asfalto.

2.1.2 Antecedentes nacionales

En referencia a los estudios a nivel nacional se tiene a Altamirano y Loayza (2020), realizaron una tesis con el fin de titularse en ingeniería civil en la Universidad César Vallejo que lleva de título “Análisis comparativo entre un diseño estructural de una pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calle del AA.HH José Obdulio Rivera Querecotillo - Sullana, Piura 2020”, Cuyo objetivo es obtener el resultado de analizar comparativamente los diseños estructurales de una pavimentación rígida simple y uno con el método geotextil en la calle AA.HH. José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo. Se desarrolló el estudio con carácter de tipo básico, se trata de un diseño

no experimental de carácter descriptiva y es de manera cuantitativo, la muestra será seis tramos del Asentamiento Humano José Obdulio Rivera que abarca 1 kilómetro, además se aplicó ensayos como técnica de investigación y cédulas de registro en hojas de cálculo en Excel. En conclusión, determinaron los índices de tránsito, las características del suelo y que hubo reducción con método del geotextil en los espesores del pavimento rígido para todas las capas, siendo el método convencional 3 cm más grueso que con las geoceldas.

De acuerdo con Santiesteban (2019), realizó una investigación de tesis de título “Evaluación de la estructura de pavimento flexible con la aplicación de geoceldas en Huaura – Huaura – Lima, 2019”, para lograr el título en ingeniería civil. La investigación tiene de objetivo general es estipular de los beneficios al aplicar geoceldas a la pavimentación asfáltica en Huaura – Huaura – Lima para el año 2019. La tesis fue de tipo descriptivo, de nivel explicativo, las muestras para investigación fueron las carreteras de Huaura, además se empleó la observación como técnica de investigación. Por ende, concluyeron que la adición de geoceldas en el pavimento incrementa el CBR en 38.4% de MDS, también concluyeron que el asentamiento en el pavimento flexible se reduce 0.45 mm y por último la aplicación con geoceldas en el pavimento flexible la hace más económica.

Según Lázaro y Telles (2018), realizaron una investigación para la obtención del título en ingeniería civil en la UPN que lleva de título “Influencia del sistema Diamond Grid en el mejoramiento de la resistencia a la compresión en un pavimento en la Ciudad de Trujillo 2018”, cuyo objeto de estudio es determinar la resistencia compresiva con el sistema Diamond Grid para mejorar la vía. La investigación es de carácter descriptivo, de nivel correlacional, la población del estudio en la vía que no contiene el método Diamond Grid y la técnica utilizada para la investigación es la observación. Concluyeron que el sistema Diamond GRID incrementa las condiciones del pavimento en un 2603.18% el cual superior al sistema convencional, también la resistencia a la compresión es superior, pero los costos son mayores (cabe resaltar que a largo plazo el mantenimiento será menor que con uno sin el sistema Diamond Grid).

Para Sosa (2019), para titularse en la Universidad Cesar Vallejo en ingeniería civil desarrolló una investigación de título “Pavimento con geosintéticos para mejorar la resistencia en la capa estructural de la avenida Tréboles provincia y distrito de Chiclayo – Lambayeque” cuyo objetivo primordial es el diseño de un pavimento geosintéticos para su mejora en su resistencia en la sección estructural en la ubicación ya mencionada. La metodología empleada es de carácter cuantificable, un diseño no experimental descriptivo, abarca los siguientes sectores, San Isidro y Miraflores en la ciudad de Chiclayo, además se realizó la técnica de observar, encuesta y entrevista. Como se resultado se tiene que el suelo presenta arcilla y limos, con un CBR de 7.2% con profundidad de acuerdo a la norma de Mecánica de Suelos; y se concluye que la Geomalla Biaxial Extruida MACGRID EGB 20 funciona como reforzamiento por su elevado comportamiento estructural en las diferentes capas que se divide teniendo en cuenta su CBR; y también que su costo es menor en relación al pavimento convencional.

Según Anyaipoma (2019), realizó un estudio titulado “Geomalla como reforzamiento en la reducción del espesor y mejoramiento de la resistencia de pavimento flexibles, en el km. 24 Puente Capelo – Chanchamayo, 2019”, cuyo objeto de estudio primordial es la determinación aplicativa de la geomalla para reforzar la estructura, reducción del espesor y mejorar la resistividad de carreteras asfálticas en el tramo del kilómetro 24 hacia Chanchamayo en el 2019. La investigación que se desarrolló es de tipo aplicativa, de nivel explicativo y carácter experimental, la muestra fue realizada en el tramo del puente Capelo y Chanchamayo. Concluyó que los espesores de las capas de la pavimentación flexible con geomalla biaxial, sufrieron la disminución de sus espesores, y la resistencia es mejor con la geomalla triaxial luego está la convencional y por último la biaxial.

De acuerdo con Valenzuela (2020) realizó una tesis de título “Análisis comparativo de pavimento rígido, flexible y articulado en la infraestructura vial del casco urbano de Moche, Trujillo, La Libertad”, para obtención del título profesional de ingeniero civil. El propósito de la investigación es realizar un análisis de comparación de pavimentos flexibles, rígidos y flexibles con el fin de emplearla en el mejoramiento de las vías de Moche. La investigación tiene una finalidad aplicativa, es de carácter descriptiva, con una naturaleza cuantitativa, de temporalidad transversal y de diseño no experimental, también se basa como instrumento la guía de observación. Concluyó que el pavimento

analizado tiene deficiencias como agujeros, grietas, desprendimiento de agregados y más según la metodología PCI, para pavimento rígido el CRB es de 11.95% con el cual permite el diseño sin necesidad de mejorar la base y sub rasante, y para pavimentos articulados y flexibles se realizó el diseño ESAL; el menor costo tiene los pavimentos flexibles, luego la pavimentación rígida y por último el pavimento articulado.

2.2. Teorías relacionadas al tema de investigación

Concerniente a las teorías y los enfoques conceptuales, el pavimento es una configuración de una carretera dada por capas de elementos distribuidos en un suelo adaptado para ello, su propósito principal es la transitabilidad de automóviles, personas, etc., teniendo en cuenta la seguridad, el ambiente, propiedades mecánicas y coste de construcción. El pavimento permite transmitir cargas ejercidas por la superficie a través de sus capas, mientras el nivel de capa descienda también lo hace los esfuerzos. (Sáez, 2019).

Existen diversos tipos de pavimentos, dentro de las cuales los principales son: son: a) Pavimento flexibles; b) Pavimentos semirrígidos y c) Pavimentos rígidos. La pavimentación flexible es aquella donde la capa estructural (total) se flexiona en relación a las cargas ejercidas en la parte superficial, comúnmente constituida por una carpeta asfáltica, una base y sub base. Los pavimentos semirrígidos son aquellos que combinan los diferentes tipos de pavimentos (Sáez, 2019).

Respecto a los pavimentos rígidos, son denominados así por ser de losa de concreto, el cual ayuda en absorber los esfuerzos ejercidos en la superficie por la transitabilidad siendo menos intenso en la subrasante (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2015). Además, se caracteriza por distribuir las cargas en una extensa área por debajo de la losa. Esta condición genera menores deflexiones y menores esfuerzos a nivel de la subrasante. Para este tipo de pavimento, resulta más importante la uniformidad de la superficie de apoyo de losa que su resistencia (Menéndez, 2016).

Referente a las geoceldas, también conocidas como las células geosintéticas, tienen una utilización menos compleja a otros geosintéticos, están conformadas por redes gruesas y tridimensionales que han sido elaborados por tiras de polimérico, estas tiras se

conectan entre sí para lograr formar células que se interconecta y que están rellenas (Pokharel, Han, Leshchinsky y Parsons, 2018).

Las geoceldas pertenecen al grupo de geosintéticos, constituida de manera celular y tridimensional, los cuales están rellenas de material externo (grava o tierra). Se confinan en toda su extensión (ancho y largo) aumentando así sus cualidades. Este material ayuda a reducir las erosiones significativamente y no solo en carreteras, sino también ayuda a la protección de taludes y canales, estabilización de taludes y contención de tierras en pendientes.

Para la investigación se utilizará geoceldas de sistema Diamond Grid, que inicialmente fue elaborada para la problemática de áreas fangosas de las granjas, que sirvió de estabilizador de suelo y una alternativa de drenaje. En un par de años, fueron utilizados en sectores civiles y mineros; en la actualidad empresas mineras y de construcción son los principales en emplear estos materiales. El sistema de Diamond Grid es un componente de rejillas entrelazables denominado como “todo terreno” con celdas de 6cm x 6cm x 4cm, que buscan la reducción de los acanalados, baches, erosiones y además la eliminación de barro de toda superficie; este sistema optimiza en costos en el mantenimiento de las vías. Los países de América del Norte son los que más emplean este sistema, debido a las condiciones de sus zonas (Lázaro y Telles, 2018).

Diamond Grid tiene muchas características favorables y/o positivas: fabricado con polipropileno, extensa vida útil, superficie sólida y segura, deformaciones mínimas en climas severos, fácil manipulación, flexibilidad y lo más importante que presenta una capacidad de carga de 280 ton/m² y 1000 ton/m², con y sin relleno, respectivamente. La estructura del Diamond Grid ayuda con el reforzamiento de la superficie el cual está expuesta a cargas pesadas y continuas. Está conformado por espacios en blanco en la parte inferior con el propósito de permeabilizar en agua y no se desliza por los pines de anclaje (Lázaro y Telles, 2018).

En la Guía de Información e Instalación menciona que existen muchos sectores donde se puede aplicar el sistema Diamond Grid, por ejemplos para senderos a plantas mineras, piso de talleres (suelos de galpones), senderos para campamentos (se pueden trasladar y reinstalar), pistas aéreas, cruce de arroyos (impide el arrastre de materiales

por el agua), estacionamientos de alta resistencia, caminos de transporte (Diamond Grid, 2015).

Por otro lado, los métodos de diseño evolucionan al transcurrir los años, están dejando de ser más empíricos para tener un carácter analítico. Las metodologías empleadas en los pavimentos van evolucionando lentamente en relación a la tecnología empleada a su mejora, ya que estos se deben evaluar si son eficaces o no. Con ayuda de la tecnología se observa que reproduce el estado verídico de las estructuras, ejecutando en el campo y laboratorio (Menéndez, 2016).

La subrasante es una parte estructural de la vía que está apoyada sobre el terreno natural, conformada por terrenos mejorados y puede estar soportada por material de préstamo. La diferencia es primordial para el cálculo de la resistencia del apoyo estructural y es la obtención de combinar la resistencia de la sub rasante y capa de fundación. Además, la subrasante de diseño para pavimentos rígidos, el método del MTC para pavimentos rígidos, se considera en elementos indicados para las capas de la subrasante a terrenos con CBR superior a 6%, si es inferior se realizará la estabilidad mecánica, química, geosintética o algunas otras certificadas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Menéndez, 2016).

El método AASHTO 1993 para pavimentos rígidos, el suelo de fundación es caracterizado por el modelo de la reacción efectiva de la subrasante, para lo cual se requiere definir previamente el tipo y espesor de subbase, el coeficiente de pérdida de soporte y la profundidad a la que se encuentra el techo rocoso (Menéndez, 2016).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

El **tipo de investigación es aplicada**, porque se utilizan teorías que están sustentando las variables de investigación. De acuerdo con Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) las investigaciones aplicadas, se basan en resultados de las investigaciones conocidas como básicas y que estén orientadas en resolver problemas en la sociedad (p.136).

Con respecto al enfoque Hernández y Mendoza (2018), explican sobre el enfoque **cuantitativo** dando a conocer que el concepto principal está ligado a valores y metodologías numéricas. En la actualidad, representa un grupo de procedimientos organizativos de cierta continuidad para corroborar algunas proposiciones verídicas. Se sigue una secuencia sin dejar de lado ninguno de ellos, debe ser de manera ordenada analizando y vinculando en los métodos estadísticos, y por último se recoge las conclusiones en relación a las hipótesis propuestas. La característica cuantitativa es relevante para verificar una hipótesis.

Acerca del diseño, corresponde a una investigación con **diseño experimental**, ya que se manipulan las variables. Para Hernández y Mendoza (2018) los diseños de carácter experimental se realizan al manipular de forma deliberada las variables y se observan los resultados de fenómenos para analizarlos (p.175).

Respecto del nivel, corresponde a un **nivel descriptivo**, ya que los resultados se explicarán. Según Hernández y Mendoza (2018) refiere que son descriptivos porque tienen como propósito describir las propiedades y las características de las variables (p.108).

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Diseño Pavimento rígido

Definición Conceptual: Es aquel pavimento conformado por una losa de concreto, el cual se encuentra encima de la base y esta a su vez de la subrasante, además hace que los esfuerzos disminuyan con respecto a los niveles de capa y es autorresistente. Además, se caracteriza por distribuir las cargas en una extensa área por debajo de la

losa. Esta condición genera menores deflexiones y menores esfuerzos a nivel de la subrasante. Para este tipo de pavimento, resulta más importante la uniformidad de la superficie de apoyo de losa que su resistencia (Sáez, 2019).

Definición Operacional: El pavimento rígido convencional como variable se medirá por intermedio de los indicadores de cada dimensión.

Dimensiones:

- **Pavimento rígido convencional**
- **Pavimento rígido con geoceldas**

Variable 2: Análisis de evaluación técnica económica.

Definición Conceptual: Con el propósito de brindar seguridad y eficacia a los involucrados en una vía pavimentada ya sea flexible o rígida se debe regir a las normas que proporcionan las entidades correspondientes, no solo aplicar directamente sino también se debe evaluar la metodología a emplear y el costo que conlleva a construirlo (incluye el mantenimiento).

Definición Operacional: El diseño de un pavimento rígido se debe seguir los procedimientos de los Manuales del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, realizando los ensayos pertinentes desde el inicio, por ejemplo, ensayos de suelos, la cantidad de vehículos que transitan, y más; todo esto teniendo en cuenta el costo que llevará a realizarlo.

Dimensiones:

- **Evaluación técnica**
- **Evaluación económica**

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población

Se define como el total de las unidades a estudiar que tiene las características que son requeridas para considerarse como tales. Estas unidades pueden ser objetos, personas y otros (Ñaupás et al., 2018). En tal sentido, la población viene a ser el barrio de CCayao en la Ciudad de Puquio - Ayacucho.

Muestra

De acuerdo con Arias (2021) no es una cantidad establecida que se tenga que tener en cuenta, no obstante, es de mucha importancia que se delimite correctamente (p.116). En tal sentido, la muestra comprenderá la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio - Ayacucho.

Muestreo

En ese contexto, la investigación presente un muestreo no probabilístico, porque la muestra ha sido seleccionada a criterio de los investigadores. Para Hernández y Mendoza (2018) en las “**muestras no probabilísticas**, la elección de las unidades no depende de la probabilidad, sino de razones relacionadas con las características y contexto de la investigación” (p. 200).

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

En el estudio se utilizará la técnica de la observación. De acuerdo con Ñaupás et al. (2018) esta técnica es aquella que se establece entre el investigador y el objeto investigado. Sólo está mediado por instrumentos de observación (p.281).

Acerca de los instrumentos, se utilizarán las fichas de observación para la evaluación de cada metodología y las hojas de Microsoft Excel. Estos instrumentos nos permitirán anotar las situaciones observadas durante la investigación. Según Arias (2021) señala que la “ficha de observación: permite al investigador anotar las situaciones o eventos que el investigador observa durante el estudio” (p.93).

Validez

Hernández y Mendoza (2018), es la expresión auténtica que representa una variable en cuanto se concierne a su medición. Las fichas serán los instrumentos de recolección de datos. Cabe mencionar que, se debe tener en cuenta que existe una manera de selección de unidades para la muestra.

3.5. Procedimiento

Proponer un diseño de pavimento rígido con geoceldas, con el cual se determinará para poder evaluar las características mecánicas y físicas del pavimento realizando muestras de los diferentes ensayos analizados en el laboratorio.

Conociendo los resultados obtenidos de laboratorio se hará un análisis comparativo entre un diseño pavimento rígido convencional y pavimento rígido con geoceldas.

3.6. Método de análisis de datos

Se realizará un análisis matemático estadístico que ayude a evidenciar los argumentos de la hipótesis, los resultados serán presentados mediante resúmenes de la información significativa, como son los ensayos de resistencia a la compresión.

3.7. Aspectos éticos

Hernández y Mendoza (2018) el objeto de estudio de la ética es la moral. La persona encargada de la investigación está apta para asumir la autenticidad de los resultados sin cambiar información alguna para ser evaluada y calculada posteriormente; se cuenta con la presencia de un profesional calificado para la supervisión de la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Pavimento rígido convencional

4.1.1. Evaluación técnica del Pavimento rígido convencional.

a) Resistencia a la compresión de pavimento rígido convencional

Se realizaron probetas de 6 pulgadas con una altura igual al espesor de diseño del pavimento convencional $e=0.20\text{m}$. con un diseño de mezcla de 280kg/cm^2 . Para determinar la resistencia a la compresión del concreto se procedió a sumergir en agua durante 3, 7 y 14 días de curación (edad del concreto). Con esos periodos se procedió se llevó a una prensa, a analizar los resultados obtenidos en laboratorio. La carga de ruptura (resultado obtenido) se divide entre el área de la sección que resiste la carga. Los resultados de resistencia a la compresión se observan en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Resultados de resistencia a la compresión a los 03 días

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm^2)	Tensión máxima	Área (cm^2)	Resistencia Obtenida (kg/cm^2)	Porcentaje (%)
1	3	280	18199.61	177.43	102.43	36.58%
2	3	280	19711.82	177.43	111.06	39.66%
3	3	280	18122.11	177.43	101.97	36.42%
Promedio					105.15	37.55%

Fuente: Elaboración propia



Figura 1. Resistencia a la compresión del pavimento rígido convencional a los 3 días

Tabla 2. Resultados de resistencia a la compresión a los 07 días

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm ²)	Tensión máxima	Área (cm ²)	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	7	280	27419.73	177.43	154.33	55%
2	7	280	28141.51	177.43	158.56	57%
3	7	280	28965.25	177.43	162.98	58%
Promedio					158.62	57%

Fuente: Elaboración propia

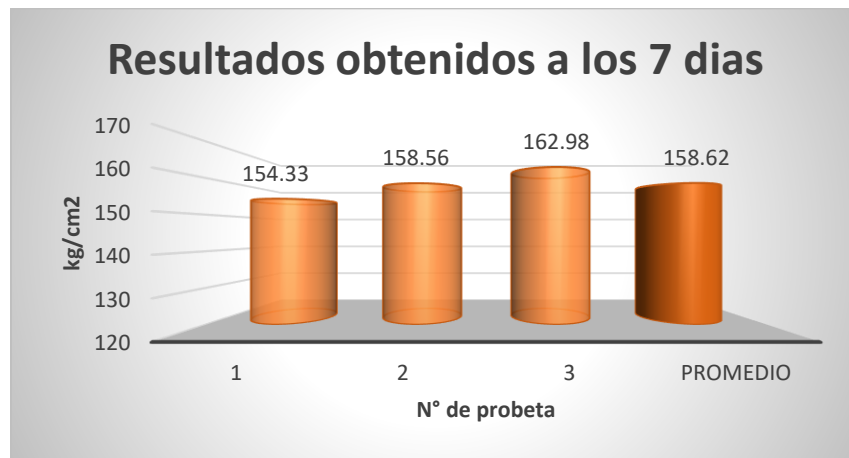


Figura 2. Resistencia a la compresión del pavimento rígido convencional a los 7 días

Tabla 3. Resultados de resistencia a la compresión a los 14 días

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm ²)	Tensión máxima	Área (cm ²)	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	14	280	36344.15	177.43	204.83	73%
2	14	280	33084.17	177.43	186.16	66%
3	14	280	34332.71	177.43	193.50	69%
Promedio					194.83	70%

Fuente: Elaboración propia

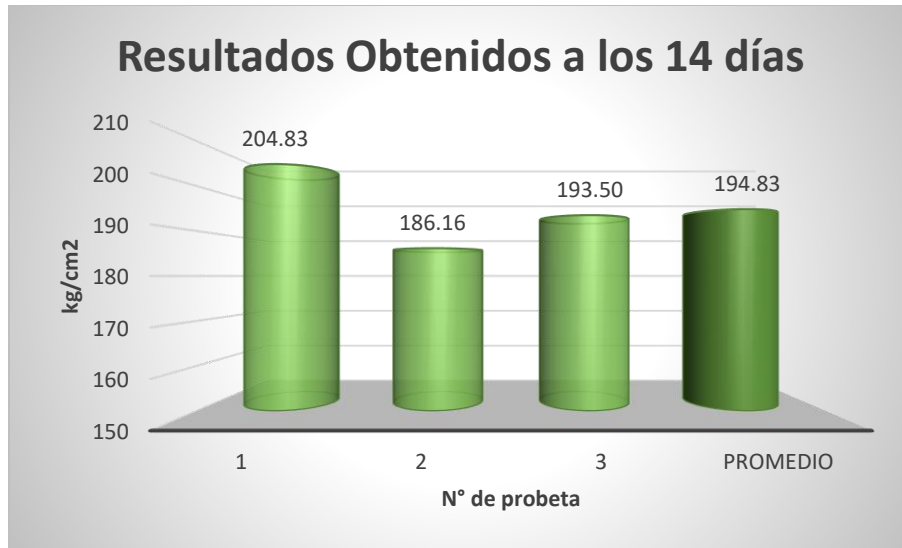


Figura 3. Resistencia a la compresión del pavimento rígido convencional a los 14 días

Tabla 4. Resultados promedio de la resistencia a la compresión realizados

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm ²)	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	3	280	105.15	38%
2	7	280	158.62	57%
3	14	280	194.83	70%
4	28	280	289.78	103%

Fuente: Elaboración propia

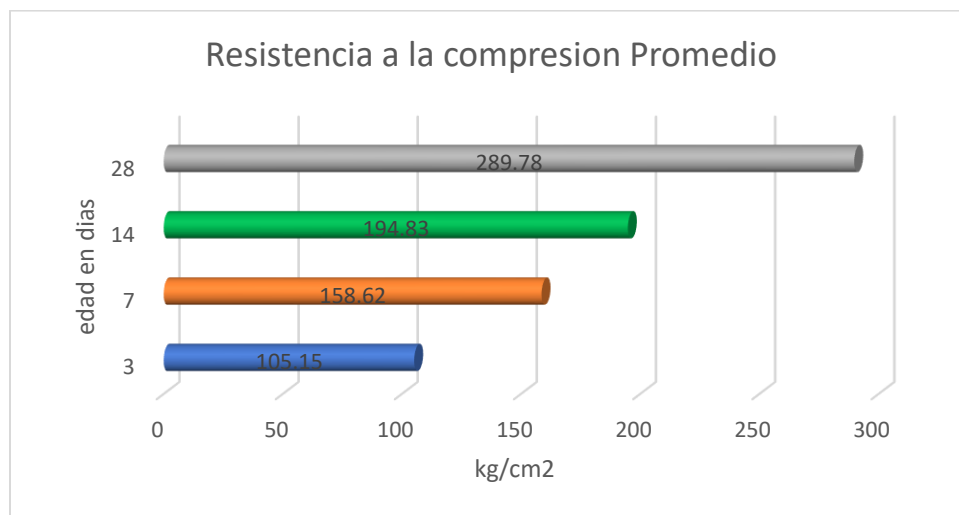


Figura 4. Resistencia a la compresión del pavimento rígido

b) Determinar espesor (Diseño del pavimento rígido convencional)

Metodología de diseño AASHTO 93

Mediante el método AASHTO 93 se desarrolló el diseño de pavimento rígido, para un periodo de diseño de 20 años. El nivel de servicio final debe mantenerse hasta culminar el periodo de diseño. Desarrollando la fórmula de diseño Mediante un proceso iterativo por tanteo se determinó el espesor de pavimento, asumiendo espesores hasta que la ecuación AASHTO 93 llegue al equilibrio. El espesor de concreto debe soportar el número de carga sin producir deterioro.

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_R S_o + 7.35\text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left[0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/K)^{0.25}}\right]}\right]$$

Donde:

$W_{8.2}$ = numero previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

Z_R = desviación normal estándar.

S_o = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

ΔPSI = diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

P_t = índice de serviciabilidad o servicio final

M_r = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 dias (método de carga en los tercios de luz)

C_d = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

E_c = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

Diseño de pavimento rígido convencional.

Se determinó los parámetros de diseño para calcular el espesor de pavimento rígido convencional con la ecuación del método AASHTO:

Tabla 5. Parámetros de diseño de pavimento rígido.

Descripción	DATOS	UNIDAD
Módulo de reacción compuesto de la subrasante (k)	k= 58.30	Mpa/m
Módulo de elasticidad de concreto	Ec= 24820	Mpa
Resistencia a la flexo tracción (módulo de rotura)	S'c= 4.35	Mpa
Coefficiente de transmisión de carga	J= 3.00	
Coefficiente de drenaje	Cd= 0.90	
Error estándar combinado	So= 0.32	
Confiabilidad	R= 80 %	
Desviación estándar normal	Zr= -0.841	
Perdida de serviciabilidad	Δ PSI= 2.5	
Servicio final	Pt= 2	
Total de ejes equivalentes 80kn	W80= 3.34×10^6	EE

Fuente: Elaboración propia.

Realizando los cálculos de iteración para determinar el espesor de pavimento mediante la ecuación AASHTO, se obtuvo los siguientes resultados:

D= 200 mm (Espesor de pavimento rígido convencional)

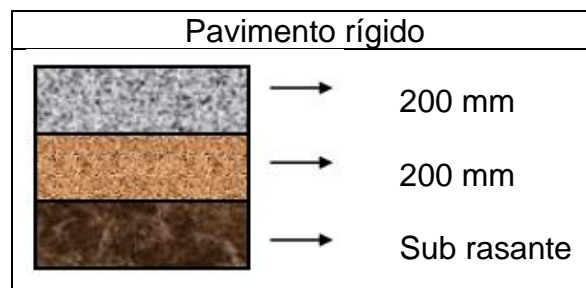


Figura 5. Resultado de espesor de pavimento rígido

4.1.2. Evaluación económica del Pavimento rígido convencional.

a) Costo del proyecto (costo directo)

Tabla 6. Costo unitario de CONCRETO F´C = 280 KG/CM2 por m2

Partida	01.01	CONCRETO F´C = 280 KG/CM2					
Rendimiento	m2/DIA	50.0000	EQ.	50.0000		Costo unitario directo por: m2	107.35
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
010101002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0320	14.24	0.46	
010101003	OPERARIO	hh	2.0000	0.3200	13.18	4.22	
010101004	OFICIAL	hh	2.0000	0.3200	11.65	3.73	
010101005	PEON	hh	10.0000	1.6000	8.60	13.76	
							22.17
Materiales							
0207010010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.1450	120.00	17.40	
0207020010002	ARENA GRUESA	m3		0.1100	70.00	7.70	
020707001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0400	10.00	0.40	
021301001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2.1800	24.50	53.41	
							78.91
Equipos							
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.17	0.67	
0301290010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.0000	0.1600	10.00	1.60	
0301290030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.1600	25.00	4.00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Costo unitario de CONCRETO F´C = 280 KG/CM2 por m3

Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por: m3		528.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
010101002	CAPATAZ	hh		0.2000	0.1600	2.28
010101003	OPERARIO	hh		2.0000	1.6000	21.09
010101004	OFICIAL	hh		2.0000	1.6000	18.64
010101005	PEON	hh		10.0000	8.0000	68.80
						110.81
Materiales						
0207010010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3			0.7170	86.04
0207020010002	ARENA GRUESA	m3			0.5400	37.80
020707001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3			0.2000	2.00
021301001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			10.9000	267.05
						392.89
Equipos						
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	3.32
0301290001004	VIBRADOR A GASOLINA	día		1.0000	0.1000	1.00
0301290003001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm		1.0000	0.8000	20.00
						24.32

Fuente: Elaboración propia

4.2. Pavimento rígido con geoceldas

4.2.1. Evaluación técnica del Pavimento rígido + geoceldas.

a) Resistencia a la compresión de pavimento rígido + geoceldas

Se realizaron probetas de 6 pulgadas con una altura igual al espesor de diseño del pavimento rígido + geoceldas $e=0.15\text{m}$. con un diseño de mezcla de 280 kg/cm^2 . Para determinar la resistencia a la compresión del concreto se procedió a sumergir en agua durante 3, 7 y 14 días de curación (edad del concreto). Con esos periodos se llevó a una prensa, para obtener los resultados de laboratorio. La carga de ruptura (resultado obtenido) se divide entre el área de la sección que resiste la carga. Los resultados de resistencia a la compresión de pavimento rígido + geoceldas se observan en el siguiente cuadro:

Tabla 8. Resistencia a la compresión de pavimento rígido + geoceldas a los 03 días de fragua.

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm ²)	Tensión máxima	Área (cm ²)	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	3	280	28,894.48	177.43	162.85	58%
2	3	280	30,287.30	177.43	170.7	61%
3	3	280	29,843.73	177.43	168.2	60%
Promedio					167.25	60%

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 3 días

Tabla 9. Resultados de resistencia a la compresión de pavimento rígido + geoceldas a los 07 días de fragua.

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm ²)	Tensión máxima	Área (cm ²)	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	7	280	34216.03	177.43	192.85	69%
2	7	280	35632.52	177.43	200.70	72%
3	7	280	35216.27	177.43	198.20	71%
Promedio					197.25	70%

Fuente: Elaboración propia

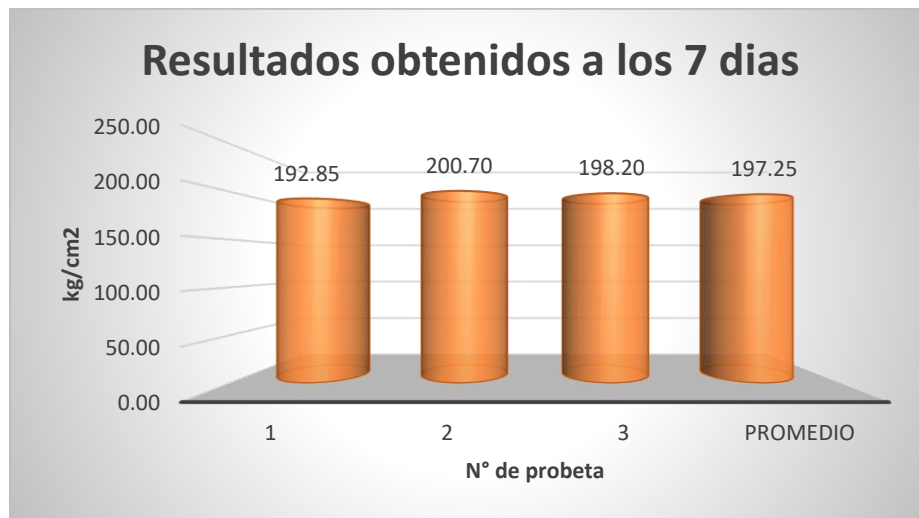


Figura 7. Resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 7 días

Tabla 10. Resultados de resistencia a la compresión de pavimento rígido + geoceldas a los 14 días de fragua.

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm ²)	Tensión máxima	Área (cm ²)	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	14	280	42311.92	177.43	238.16	85%
2	14	280	45425.6	177.43	255.61	91%
3	14	280	44491.55	177.43	250.00	89%
Promedio					247.92	89%

Fuente: Elaboración propia



Figura 8. Resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 14 días

Tabla 11. Promedio de resultados de resistencia a la compresión de pavimento rígido + geoceldas a los 3,7,14 y 28 días de fragua.

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm ²)	Resistencia Obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	3	280	167.25	60%
2	7	280	197.25	70%
3	14	280	247.92	89%
4	28	280	353.62	126%

Fuente: Elaboración propia

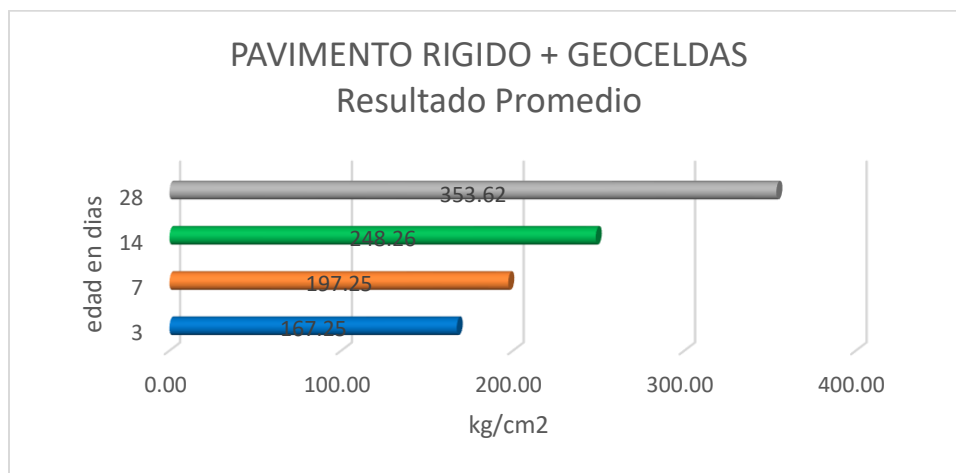


Figura 9. Promedio de resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 3, 7,14 y 28 días de fragua

b) Determinar espesor (Diseño del pavimento rígido geoceldas)

Se propone un diseño con un espesor de 0.15m con refuerzo de geosintéticos, el cual se realizará el análisis estructural de pavimento.

Se utilizaron los datos del diseño de pavimento rígido convencional y se adiciono un geosintéticos con las propiedades obtenidas de las especificaciones técnicas del producto.

Se determinó los parámetros de diseño para calcular el espesor de pavimento rígido más geoceldas con la ecuación del método AASHTO:

Tabla 12. *Parámetros de diseño de pavimento rígido más geoceldas.*

Descripción	DATOS	UNIDAD
Módulo de reacción compuesto de la subrazante (k)	k= 58.30	Mpa/m
Módulo de elasticidad de concreto	E_c = 27893	Mpa
Resistencia a la flexo tracción (módulo de rotura)	S'_c = 4.89	Mpa
Coefficiente de transmisión de carga	J= 2.35	
Coefficiente de drenaje	C_d = 1.0	
Error estándar combinado	S_o = 0.32	
Confiability	R= 85 %	
Desviación estándar normal	Z_r = -1.037	
Perdida de serviciabilidad	ΔPSI = 2.5	
Servicio final	P_t = 2	
Total de ejes equivalentes 80kn	W_{80} = 3.34×10^6	EE

Fuente: Elaboración propia.

Realizando los cálculos de iteración para determinar el espesor de pavimento mediante la ecuación AASHTO, se obtuvo los siguientes resultados:

D= 150 mm (Espesor de pavimento rígido mas geoceldas)

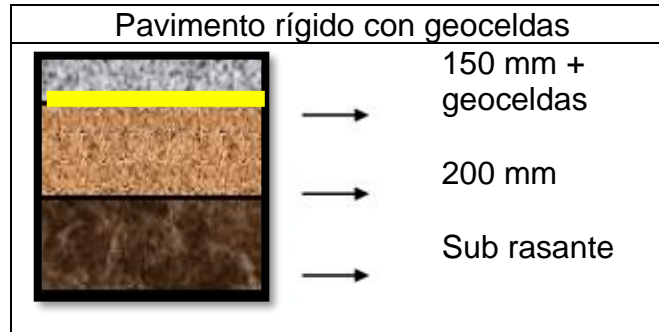


Figura 10: Resultado de espesor de pavimento rígido

4.2.2. Evaluación económica del Pavimento rígido geoceldas

a) Costo del proyecto (costo directo)

- En el siguiente análisis de costo unitario analizado por m2 presenta un costo de 102.29 soles.

Tabla 13. Costo unitario de CONCRETO F´C = 280 KG/CM2 + GEOCELDAS por m2

Partida	01.02		CONCRETO F´C = 280 KG/CM2 - GEOCELDA				
Rendimiento	m2/DIA	70.00	EQ. 70.000		Costo unitario directo por: m2	102.29	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
010101002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0229	14.24	0.33
010101003	OPERARIO		hh	2.0000	0.2286	13.18	3.01
010101004	OFICIAL		hh	2.0000	0.2286	11.65	2.66
010101005	PEON		hh	10.0000	1.1429	8.60	9.83
							15.83
Materiales							
0207010010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.1080	120.00	12.96
0207020010002	ARENA GRUESA		m3		0.0810	70.00	5.67
020707001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0300	10.00	0.30
021002005	GEOCELDAS		m2		1.0000	25.00	25.00
021301001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		1.6350	24.50	40.06
							83.99
Equipos							
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	15.83	0.47
0301290001002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	1.0000	0.0571	10.00	0.57
0301290003001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	1.0000	0.0571	25.00	1.43
							2.47

Fuente: Elaboración propia

- Asimismo, se presenta el siguiente análisis de costos unitario, analizado por m3 con un costo de 672.24 soles

Tabla 14. Costo unitario de CONCRETO F´C = 280 KG/CM2 + GEOCELDAS por m3

Partida	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 + GEOCELDAS					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000		Costo unitario directo por: m3	672.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
010101002	CAPATAZ	hh		0.2000	0.1333	1.90
010101003	OPERARIO	hh		2.0000	1.3333	17.57
010101004	OFICIAL	hh		2.0000	1.3333	15.53
010101005	PEON	hh		10.0000	6.6667	57.33
						92.33
Materiales						
0207010010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3			0.7170	86.04
0207020010002	ARENA GRUESA	m3			0.5400	37.80
020707001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3			0.2000	2.00
021002005	GEOCELDAS	m2			20.0000	166.75
021301001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol			10.9000	267.05
						559.64
Equipos						
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	2.77
0301290010004	VIBRADOR A GASOLINA	día		1.0000	0.0833	0.83
0301290030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm		1.0000	0.6667	16.67
						24.32

Fuente: Elaboración propia

4.3. Comparación de los resultados entre los dos pavimentos rígidos: Pavimento rígido convencional y pavimento rígido + geoceldas

4.3.1. Comparación de evaluación técnica.

a) Comparación de Resistencia a la compresión entre pavimento rígido convencional y pavimento rígido + geoceldas)

De los resultados obtenidos de resistencia a la compresión en pavimento rígido convencional y pavimento rígido + geoceldas, se realizó la comparación a los distintos días de edad de concreto. Obteniendo los siguientes resultados:

➤ Comparación de resultados a los 3 días de edad de concreto.

Tabla 15. Resultados de resistencia a la compresión a los 03 días.

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Resistencia PR convencional (kg/cm ²)	Resistencia PR + geoceldas (kg/cm ²)
1	3	280	177.43	102.43	162.85
2	3	280	177.43	111.06	170.7
3	3	280	177.43	101.97	168.2
Promedio				105.15	167.25

Fuente: Elaboración propia

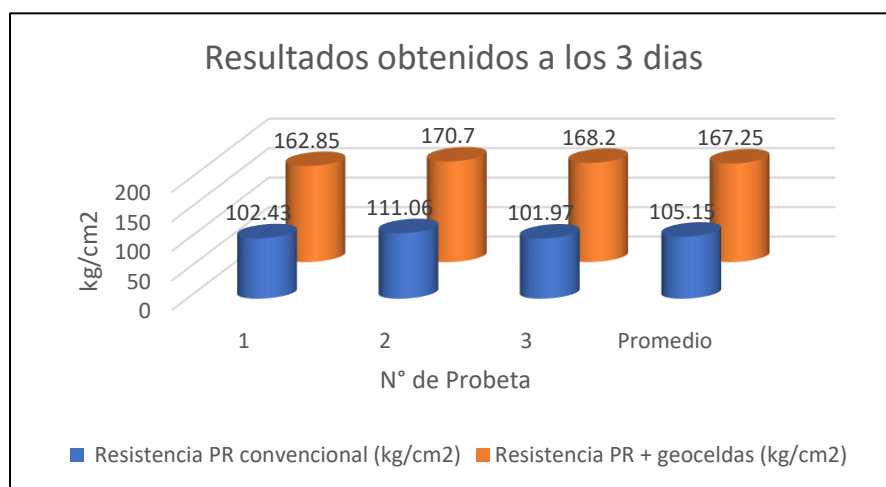


Figura 11. Comparación de resultados de resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 3 días

➤ Comparación de resultados a los 7 días de edad de concreto.

Tabla 16. Comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 07 días.

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Resistencia PR convencional (kg/cm ²)	Resistencia PR + geoceldas (kg/cm ²)
1	7	280	177.43	154.33	192.85
2	7	280	177.43	158.56	200.70
3	7	280	177.43	162.98	198.20
Promedio				158.62	197.25

Fuente: Elaboración propia

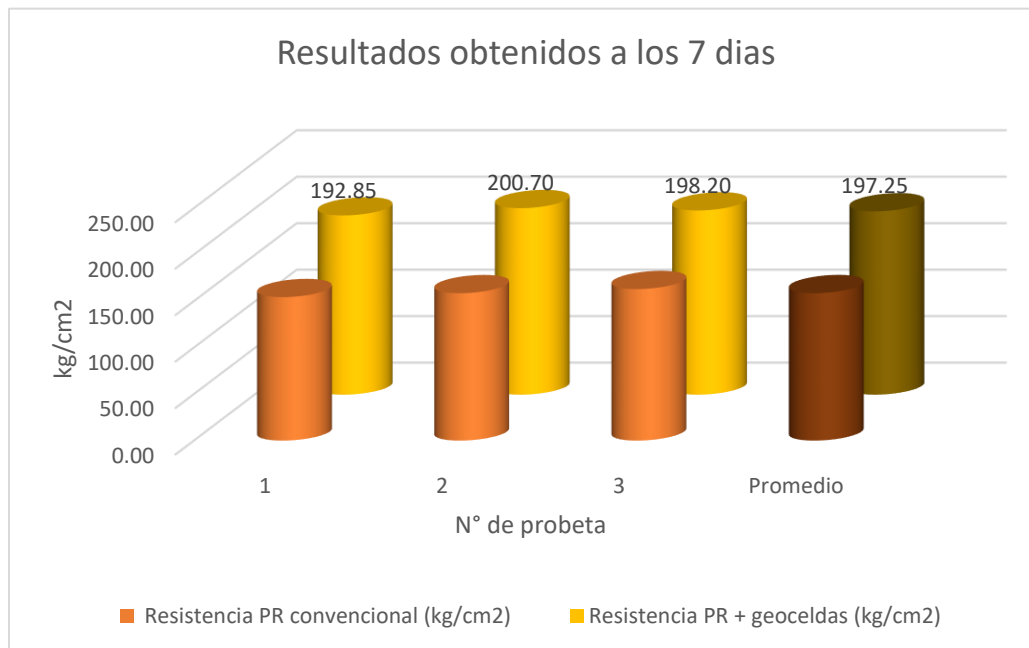


Figura 12. Comparación de resultados sobre resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 7 días

➤ Comparación de resultados a los 14 días de edad de concreto.

Tabla 17. Comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 14 días.

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Resistencia PR convencional (kg/cm ²)	Resistencia PR + geoceldas (kg/cm ²)
1	14	280	177.43	204.83	238.16
2	14	280	177.43	186.16	255.61
3	14	280	177.43	193.50	250.00
Promedio				194.83	247.92

Fuente: Elaboración propia

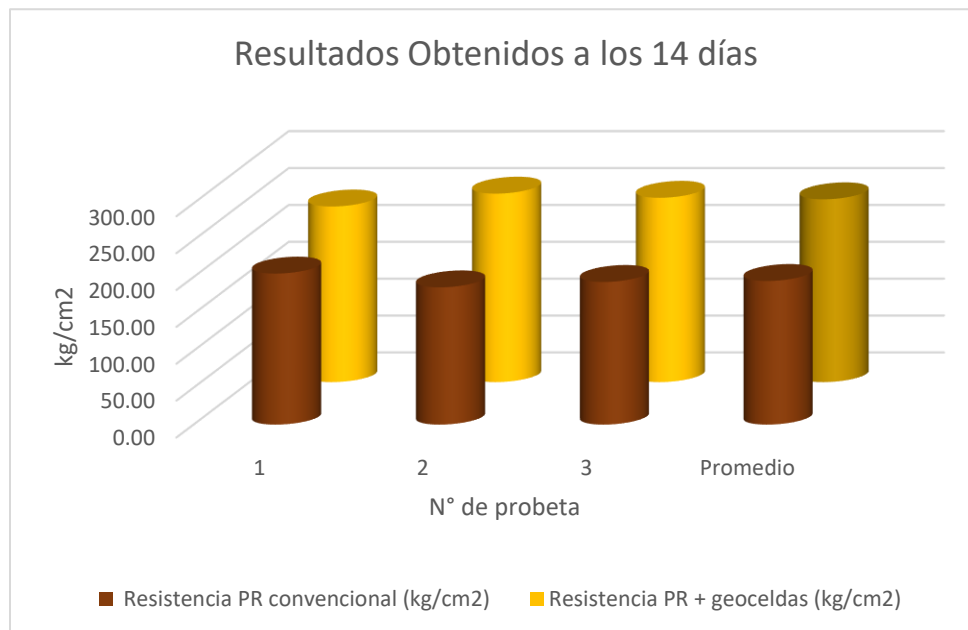


Figura 13. Comparación de resultados sobre resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 14 días

- Comparación del promedio de los resultados de resistencia a la compresión de un pavimento rígido convencional y pavimento rígido + geoceldas.

Tabla 18. Promedio de la comparación de resultados de resistencia a la compresión a los 03,07, 14 y 28 días.

N° de Probeta	Edad en días	Resistencia del concreto según diseño (kg/cm ²)	Resistencia PR convencional (kg/cm ²)	Resistencia PR + geoceldas (kg/cm ²)
1	3	280	105.15	167.25
2	7	280	158.62	197.25
3	14	280	194.83	248.26
4	28	280	289.78	353.62

Fuente: Elaboración propia

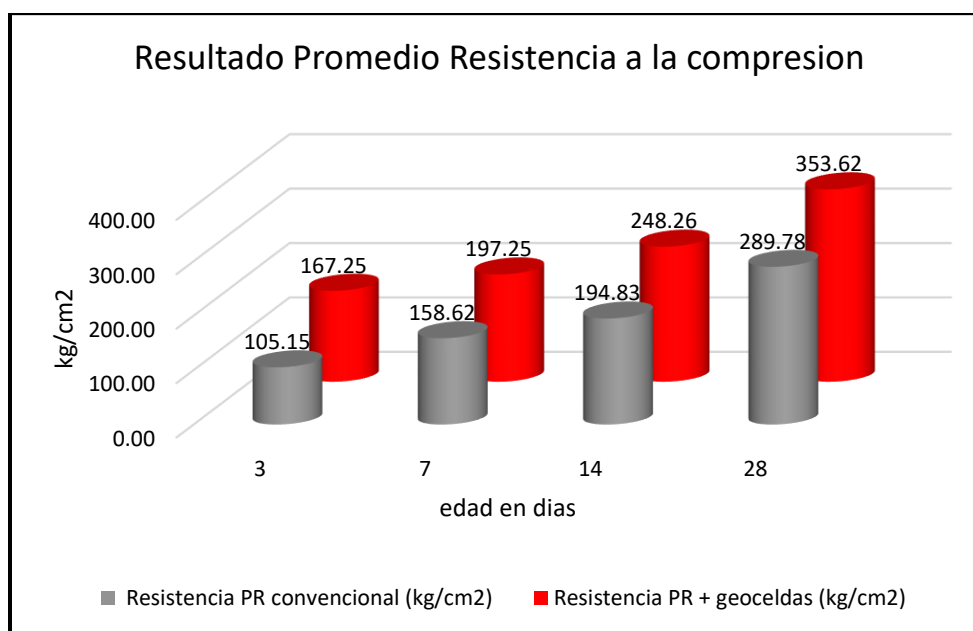


Figura 14. Comparación de resultados sobre resistencia a la compresión del pavimento rígido + geoceldas a los 3, 7, 14 y 28 días

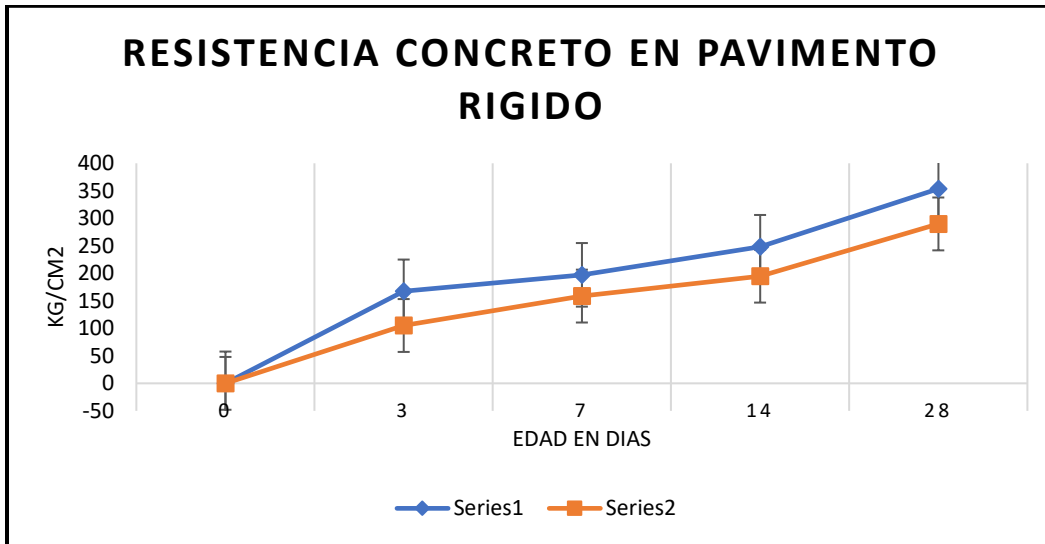




Figura 15. Evolución de la resistencia a la compresión a lo largo del tiempo

b) **Determinar diferencia de espesor (Diseño del pavimento rígido y Diseño del pavimento rígido geoceldas)**

Tabla 19. Comparación estructural de los pavimentos.

Pavimento rígido		Pavimento rígido con geoceldas	
	→ 200 mm		→ 150 mm + geoceldas
	→ 200 mm		→ 200 mm
	→ Sub rasante		→ Sub rasante

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Comparación de evaluación económica

De realizo el análisis de costo unitario por cada metro cubico de concreto $f'c=280$ kg/cm², en el presente cuadro de presupuesto por partida se analizó para un tramo de longitud 1km.

Tabla 20. Presupuesto para un pavimento de 1km de longitud

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTOS				
01.01	CONCRETO f'c=280 kg/cm2	m3	1,200.00	528.02	633,624.00
01.02	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 + GEOCELDAS	m3	900.00	672.24	605,016.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Presupuesto para un pavimento de 1m2

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTOS				
01.01	CONCRETO f'c=280 kg/cm2	M2	1	107.35	107.35
01.02	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 + GEOCELDAS	M2	1	85.26	102.29

Fuente: Elaboración propia

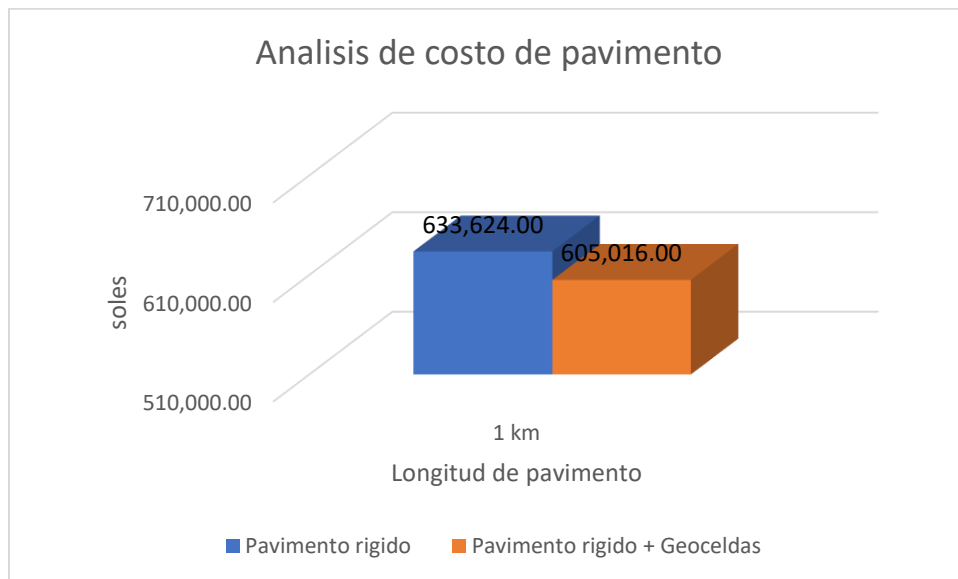


Figura 16. Diferencia del costo para 1km de pavimento rígido

V. DISCUSIÓN

En referencia a los estudios a nivel nacional se tuvieron a Altamirano y Loayza (2020), en su investigación tiene como objetivo analizar comparativamente los diseños estructurales de una pavimentación rígida simple y uno con el método geotextil. Determinaron los índices de tránsito y las características del suelo, donde tuvieron como resultado que hubo reducción, con método del geotextil, en los espesores del pavimento rígido para todas las capas; para esta investigación también se desarrolló estudios de transitabilidad, así también como los ensayos de suelos para obtener para las características del propio. En el antecedente mencionado realiza el estudio con geotextil tejido que busca primordialmente separar las capas del pavimento, además concuerda con la investigación presentada ya que ambas obtienen características positivas, tanto técnica como económica con el diseño del pavimento rígido con geoceldas, es decir, incrementa la resistencia del pavimento al incorporar geoceldas, los cuales fueron obtenidos a través de ensayos de laboratorio con probetas roturadas a los 3, 7 y 14 días y los porcentajes aumentaron en relación con el tiempo 60%, 70% y 89% en promedio, respectivamente. Además, Altamirano y Loayza proyectaron el tráfico a 20 años, el cual a su vez está ligado con la capacidad de resistencia a través del tiempo.

Santiesteban (2019), busca en su investigación estipular de los beneficios al aplicar geoceldas a la pavimentación asfáltica en Huaura. Como resultado que la adición de geoceldas en el pavimento incrementa el CBR en 38.4% de MDS, también concluyeron que el asentamiento en el pavimento flexible se reduce 0.45 mm y por último la aplicación con geoceldas en el pavimento flexible la hace más económica; esta investigación mencionada se desarrolla en pavimentos flexibles, es decir pavimentos asfálticos. La presente investigación se desarrolla para pavimentos rígidos, es decir para pavimentos de concreto, tanto convencional como para aquellos con geoceldas; se llega a concluir que para ambos estudios el utilizar las geoceldas mejoran la capacidad de resistencia del pavimento y adiciona otras características favorables, ya sea para flexible o rígido, además el costo para su mantenimiento es bajo. Además, se puede apreciar que

coinciden en la teoría, lo que figura que la sección de estudio agregando los geosintéticos tiene las características y parámetros que amerita el trabajo de ellos, por lo tanto, las características encontradas en esta investigación se relacionan con otras investigaciones bajo las normas correspondientes.

Según Lázaro y Telles (2018), realizaron una investigación cuyo objetivo de estudio es determinar la resistencia compresiva con el sistema Diamond Grid para mejorar la vía. La investigación se desarrolló para pavimentos flexibles el cual aumenta el esfuerzo del terreno, al igual que para pavimentos rígidos, comparado con pavimentos tradicionales; es decir, el sistema Diamond Grid aumenta de manera favorable la resistencia del pavimento flexible como del rígido. Además, el costo se reduce a largo plazo, teniendo en cuenta el mantenimiento de la vía. Ambas investigaciones muestran que el sistema Diamond Grid es eficaz técnica y económicamente ante los pavimentos flexibles y rígidos. Según la teoría, ambas investigaciones, muestran que los geosintéticos tienen una estructuración semicristalina, el ayuda a proporcionar elevada rigidez, excelente tracción y mucha resistencia a los disolventes, ácidos y álcalis.

Para Sosa (2019), en su estudio tiene como objetivo primordial diseñar un pavimento geosintético para mejorar la resistencia en la sección estructural. Como resultado se tiene que el suelo presenta arcilla y limos, con un CBR de 7.2% con profundidad de acuerdo a la norma de Mecánica de Suelos; y se concluye que la Geomalla Biaxial Extruida MACGRID EGB 20 funciona como reforzamiento por su elevado comportamiento estructural en las diferentes capas que se divide teniendo en cuenta su CBR; y también que su costo es menor en relación al pavimento convencional. Para la investigación se tuvo en cuenta la comparación que realiza entre el pavimento flexible convencional y el pavimento flexible con geoceldas, así poder analizar las características que presenta cada uno, el autor nos menciona que utiliza la geomalla Biaxial Extruida MACGRID EGB 20 que ayuda a reforzar la sección longitudinal del pavimento y también separar los materiales de las capas. Para la presente investigación se realiza con el sistema Diamond Grid el cual nos proporciona datos similares al del sistema empleado por el autor, ello con respecto a la resistencia que ofrece los geotextiles, es decir, ambas investigaciones al realizar diseño con geosintéticos permiten aumentar positivamente las propiedades del pavimento, optimizando recursos.

Según Anyaipoma (2019), realizó un estudio cuyo objetivo primordial es la determinar la aplicación de la geomalla para reforzar la estructura, reducción del espesor y mejorar la resistividad de carreteras asfálticas. Tanto para la investigación del autor como la presente, fueron desarrollados de carácter aplicativo, de nivel explicativo y diseño experimental; pero el estudio del autor aplica en pavimentos flexibles (pavimentos asfálticos) con geomalla biaxial y triaxial donde obtiene que el segundo tiene menor capacidad de resistencia que el primero, que a diferencia del sistema Diamond Groud tiene alta resistencia en todas las características de un pavimento. Cabe resaltar que el sistema triaxial, reduce los espesores de las capas del pavimento en comparación con un pavimento convencional. Ambas investigaciones resultan que los sistemas de geomallas o geoceldas, amplían efectivamente las características del pavimento, no sólo en su composición sino también económicamente.

De acuerdo con Valenzuela (2020) realizó una investigación cuyo propósito es realizar un análisis de comparación de pavimentos flexibles, rígidos y flexibles con el fin de emplearla en el mejoramiento de las vías. Concluyó que el pavimento analizado tiene deficiencias como agujeros, grietas, desprendimiento de agregados y más según la metodología PCI, para pavimento rígido el CRB es de 11.95% con el cual permite el diseño sin necesidad de mejorar la base y sub rasante, y para pavimentos articulados y flexibles se realizó el diseño ESAL; el menor costo tiene los pavimentos flexibles, luego la pavimentación rígida y por último el pavimento articulado. En esta investigación no implementa ningún sistema de reforzamiento para los el análisis de los pavimentos flexibles y rígidos, así que no se puede comparar con el presente estudio. Cabe mencionar, que para ambas investigaciones se utilizó el Manual de Carreteras para realizar el diseño correspondiente, el cual es importante para el diseño de ambos tipos.

Los antecedentes y la investigación realizada, concuerdan en el marco teórico con las geoceldas ya que es una de las ramificaciones de los geosintéticos, tienen características favorables en obras de pavimentos, por ende, las propiedades que se encontraron fueron a través de un análisis exhaustivo en relación con la metodología AASHTO, además, se tuvo en cuenta las dimensiones básicas para el diseño estructural del pavimento rígido como en la capa de rodadura y sub base.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que la geoceldas empleadas en el estudio apoya el reforzamiento del pavimento rígido para mejorar su resistencia a la compresión, a largo plazo los costos de mantenimiento serán menores debido a este sistema por lo que resulta más económico a diferencia de un pavimento rígido tradicional. A través de los ensayos de resistencia a la compresión de las probetas de 6 pulgadas con una altura igual al espesor de diseño del pavimento rígido + geoceldas $e=0.15\text{m}$. con un diseño de mezcla de 280 kg/cm^2 , se obtuvieron como mayor resultado al esfuerzo en las muestras realizado con concreto más geoceldas Diamond Grid. Los que garantizan alcanzar las propiedades óptimas buscadas para un pavimento de concreto.
2. Se concluye que la resistencia a la compresión con geoceldas es mayor que la resistencia a la compresión en un pavimento convencional, aproximadamente 62 kg/cm^2 de diferencia a la edad de 3 días, 38 kg/cm^2 de diferencia a la edad de 7 días y 53kg/cm^2 de diferencia a la edad de 14 días. Por tanto, las geoceldas de Diamond Grid permiten aumentar la capacidad de resistencia en la superficie de rodadura, es decir genera resistencia ante el desgaste por fricción y frotamiento a causa de los vehículos que transitan.
3. Se concluye que para la investigación se desarrolló un espesor de diseño para pavimento convencional de 0.20m para una mezcla de concreto de resistencia 280 kg/cm^2 y un espesor de 0.15 m para pavimento rígido con geoceldas. Con ello se realizó el diseño de pavimento convencional y pavimento con geocelda con el método AASHTO aumentando la rigidez del concreto a 350 kg/cm^2 . Datos obtenidos por laboratorio.
4. Se realizó el análisis de costo unitario por cada metro cubico de concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ por kilómetro de carretera para un pavimento rígido convencional, pavimento rígido utilizando el sistema Diamond Grid. El primero tiene un costo de $\text{S/ } 107.35$ y el propuesto tiene un costo de $\text{S/}.102.29$ con una diferencia de $\text{S/}.5.06$ por cada metro cuadrado.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar otros tipos de ensayos al material para evaluar un comportamiento distinto al estudiado.
2. Se recomienda utilizar otro tipo de diseño ESAL de pavimento rígido reforzado con geoceldas Diamond Grid con el fin de obtener otro tipo de resultados para poder comparar con qué tipo de relleno el sistema se comporta mejor
3. Se recomienda realizar otros ensayos aplicados a pavimento rígido con reforzamiento de geoceldas Diamond Grid para poder así utilizarlo como opción en los nuevos proyectos, el cual permite obtener resistencias mayores y menos gastos de mantenimiento. Además, para realizar un diseño óptimo con el sistema de geoceldas en pavimentos rígidos como flexibles, es recomendable efectuar ensayos con distintas dimensiones de probetas, aplicado en una plancha completa del sistema empleado en esta investigación, con el propósito de evaluar las características obtenidas por ello.
4. Se recomienda utilizar diferentes tipos de relleno para el Diamond Grid con el fin de encontrar un material que aumenta aún más la resistencia del pavimento, no solo en rígidos sino también para flexibles, además, evaluar el costo del pavimento rígido empleado con el sistema Diamond Grid por kilómetro, así mismo el monto de mantenimiento si este necesita reparaciones tradicionales o metodología nueva.
5. Se recomienda investigar más acerca del Sistema Diamond Grid, con el fin de emplearlos en proyectos nuevos, no sólo en carreteras sino también en otros sectores de construcción. Sin olvidar las normas, reglamentos y otros empleados en nuestro país, así mismo, al existir varios sistemas de geoceldas, se recomienda la evaluación de cada una de ellos aplicados en pavimentos rígidos con el propósito de realizar una comparación de las resistencias que resulta cada uno.

REFERENCIAS

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (8 de Enero de 2021). *Gob.pe*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/323984-mtc-ejecuto-264-kilometros-de-carreteras-nacionales-en-el-2020>
- Altamirano Ramirez, P. L., & Loayza Aguilar, C. E. (2020). *Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera Querecotillo – Sullana Piura 2020*. Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Piura. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50757>
- Anyaipoma Aranda, M. M. (2019). *Geomalla como reforzamiento en la reducción del espesor y mejoramiento de la resistencia de pavimento flexibles, en el km. 24 Puente Capelo – Chanchamayo, 2019*. Lima. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47205/Anyaipoma_AMM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arias Gonzáles, J. L. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. Lima: Enfoques Consulting EIRL.
- Azaña Velez, E. (2018). *Análisis comparativo entre pavimento rígido y flexible en la vía urbanización el pinar - centro poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018*. Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26315>
- Diamond Grid. (2015). *Guía de información e instalación*. San Juan. Obtenido de http://www.edfmaterial.com.ar/descargas/Diamond-Grid_EDF.pdf
- Estrada Acuña, J. A., & Mendoza Vega, Y. E. (2019). *Análisis comparativo entre pavimento rígido y flexible en la vía del distrito de Taricá - caserío de San Antonio, Áncash - 2019*. Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Huaraz. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43340>

García, L. (2020). *Análisis comparativo del uso de geoceldas como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles*. Gorardot.

García, L. (2020). *Análisis comparativo del uso de geoceldas como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles*. Gorardot. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9325/ANALISIS%20COMPARATIVO%20DEL%20USO%20DE%20GEOCELDAS%20COMO%20ELEMENTO%20DE%20REFUERZO%20EN%20PAVIMENTOS%20FLEXIBLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernandez Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Instituto de la Construcción y Gerencia. (2015). *Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos*. Lima: Fondo Editorial ICG.

Lázaro Linarez, M. E., & Telles Córdoba, L. S. (2018). *Influencia del sistema Diamond Grid en el mejoramiento de la resistencia a la compresión en un pavimento en la ciudad de Trujillo 2018*. Tesis pre grado, Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22193?show=full>

Menéndez Acurio, J. R. (2016). *Ingeniería de pavimentos*. Lima: Fondo Editorial ICG.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). *Diagnóstico de la situación de las brechas de Infraestructura o de acceso a servicios*. Lima. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/477819/Diagnostico_Brechas_PM I2021-2023.PDF](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/477819/Diagnostico_Brechas_PM%20I2021-2023.PDF)

Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogota.

Oyarzún, L. (2018). *Diseño y construcción de prototipo de pavimentos y superficies drenantes*. Valparaiso.

Oyarzún, L. (2018). *Diseño y construcción de prototipo de pavimentos y superficies drenantes*. Valparaiso. Obtenido de

<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/47782/3560900251878UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Paredes, V., & Quezada, W. (2017). *Diseño del camino vecinal libertad km 25 vía a Macas del cantón Pastaza en la provincia de Pastaza*. Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25261>

Pokharel, k. S., Han, J., Leshchinsky, D., & Parsons, L. R. (2018). Experimental evaluation of geocell-reinforced bases under repeated loading. *International Journal of Pavement Research and Technology*.

Sáez Alván, L. (2019). *Mezclas asfálticas para pavimentos*. Lima: Fondo Editorial ICG.

Santiesteban, E. (2019). *Evaluación de la estructura de pavimento flexible con la aplicación de geoceldas en Huaura – Huaura – Lima, 2019*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Sosa Vargas, L. R. (2019). *Pavimento con geosintéticos para mejorar la resistencia en la capa estructural de la avenida Treboles Provincia y Distrito de Chiclayo – Lambayeque*. Tesis pre grado, Chiclayo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44413>

Suspes, A., Carpio, j., & Maldonado, H. (2018). *Tramo de prueba conestructura convecional y la implementación de Geoceldas en la CL 128A entre TV 60 y AK 72 Bogotá*. Bogotá.

Suspes, A., Carpio, j., & Maldonado, H. (2018). *Tramo de prueba conestructura convecional y la implementación de Geoceldas en la CL 128A entre TV 60 y AK 72 Bogotá*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22415/1/1.%20%20PROYECTO%20FINAL.pdf>

Valenzuela de la Cruz, R. H. (2020). *Análisis comparativo de pavimento rígido, flexible y articulado en la infraestructura vial del casco urbano de Moche, Trujillo, La Libertad*. Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58225>

ANEXOS

Anexos Nro. 1: Operacionalización de variables

VD	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	SUB-INDICADORES
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO	Pavimento rígido convencional	<p>Es aquel formado por una losa de concreto portland sobre una base o directamente sobre la subrasante. Transmite directamente el esfuerzo al suelo en una forma minimizada, es autorresistente (Sáez, 2019, p11).</p> <p>Se caracteriza por distribuir las cargas en una extensa área por debajo de la losa. Esta condición genera menores deflexiones y menores esfuerzos a nivel de la subrasante. Para este tipo de pavimento, resulta más importante la uniformidad de la superficie de apoyo de losa que su resistencia (Menéndez, 2016, p.105).</p>	<p>El pavimento rígido convencional como variable se medirá por intermedio de los indicadores de cada dimensión.</p>	Técnica	<p>Ensayos resistencia a la comprensión. (pavimento rígido convencional)</p>
					<p>Determinar espesor. (Diseño del pavimento rígido convencional)</p>
	Económica			<p>Costo del proyecto (costo directo)</p>	
	Pavimento rígido con geoceldas			<p>Las células geosintéticas que también son conocidas como las geoceldas, tienen una utilización menos compleja a otros geosintéticos. Están conformadas por redes gruesas y tridimensionales</p>	<p>El pavimento rígido con geoceldas como variable se medirá por intermedio de los indicadores de cada dimensión.</p>
<p>Determinar espesor. (Diseño del pavimento rígido +geoceldas)</p>					

		que han sido elaborados por tiras de polimérico, estas tiras se conectan entre si para lograr formar células que se interconecta y que están rellenas (Pokharel, Han, Leshchinsky y Parsons, 2018).		Económica	Costo del proyecto
	ANÁLISIS DE EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA	Con el propósito de brindar seguridad y eficacia a los involucrados en una vía pavimentada ya sea flexible o rígida se debe regir a las normas que proporcionan las entidades correspondientes, no solo aplicar directamente sino también se debe evaluar la metodología a emplear y el costo que conlleva a construirlo (incluye el mantenimiento).	El diseño de un pavimento rígido se debe seguir los procedimientos de los Manuales del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, realizando los ensayos pertinentes desde el inicio, por ejemplo, ensayos de suelos, la cantidad de vehículos que transitan, y más; todo esto teniendo en cuenta el costo que llevará a realizarlo.	Técnica	a.- Resistencia a la compresión de pavimento rígido convencional. b.- Resistencia a la compresión de pavimento rígido con geoceldas. c.-Determinar espesor para pavimento rígido convencional d.- Determinar espesor para pavimento rígido con geoceldas
				Económica	a.- Costo del proyecto para el pavimento rígido convencional b. Costo del proyecto para el pavimento rígido con geoceldas.

Fuente: Elaboración Propia

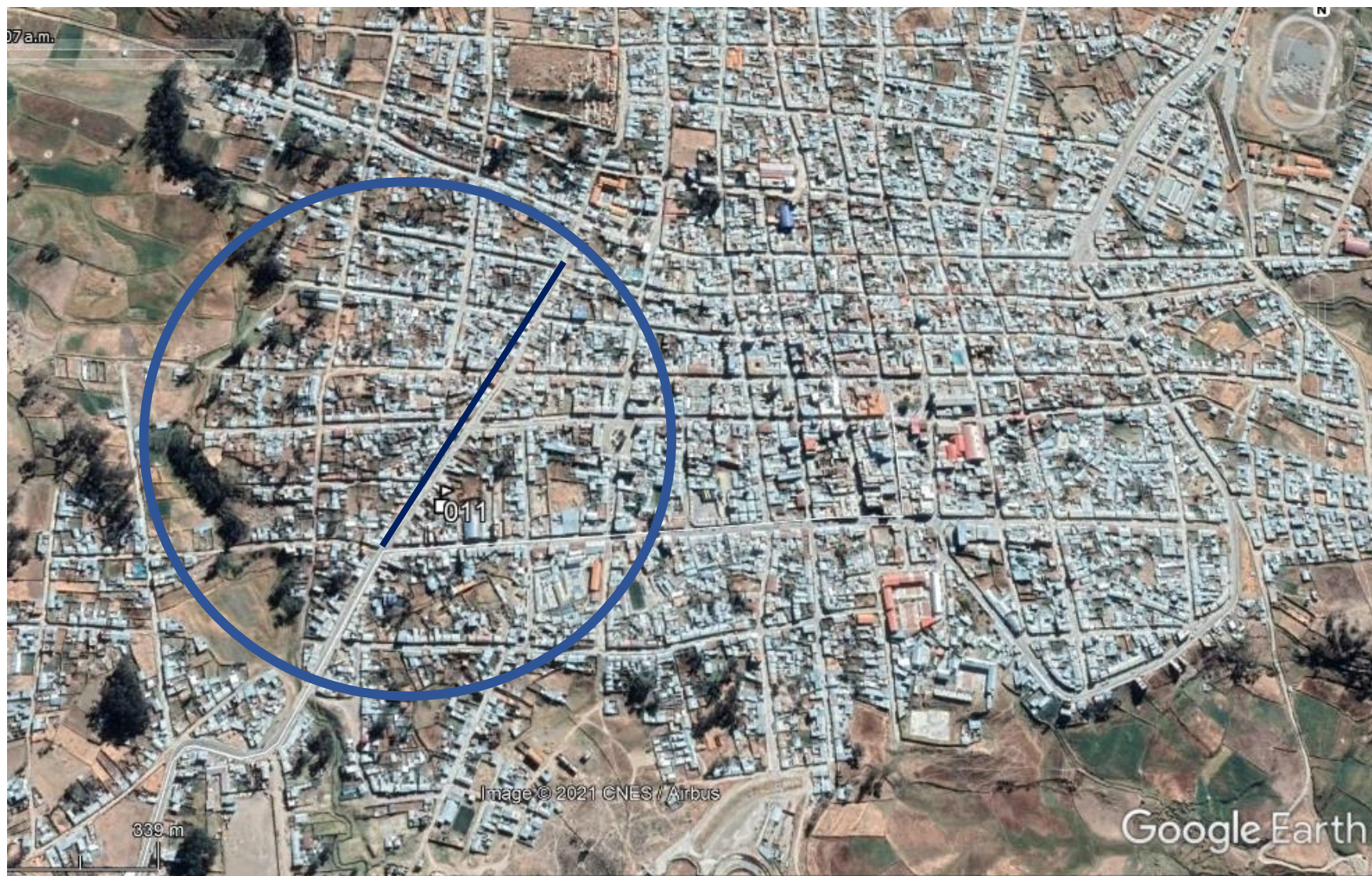
Anexos Nro. 2: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p style="text-align: center;">PROBLEMA GENERAL</p> <p>Las fallas que presenta un pavimento rígido convencional afectan el servicio para que fue construido. La geo celda aparece como una solución tecnológica, que está compuesta por un material sintético que permite mejorar las propiedades mecánicas del pavimento rígido. ¿Cuál es el diseño más recomendable entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio - Ayacucho - 2021?</p> <p style="text-align: center;">PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>PE1. El deterioro prematuro de pavimento rígido por temas climáticos en el tramo ciudad puquio. ¿Determinar la resistencia de compresión más</p>	<p style="text-align: center;">OBJETIVO GENERAL</p> <p>Desarrollar el análisis comparativo entre el pavimento rígido convencional y el pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho - 2021.</p> <p style="text-align: center;">OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>OE1. Analizar y comparar la resistencia a la compresión de la estructura de un pavimento rígido</p>	<p style="text-align: center;">HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La aplicación de la Geocelda como reforzamiento permitiría el mejoramiento de la resistencia a la compresión y la reducción del espesor del pavimento rígido, luego de realizar el análisis comparativo entre el pavimento rígido convencional y el pavimento rígido con geoceldas, por ello se optaría por la aplicación de geo celda por ser técnica y económicamente más factible para la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho - 2021.</p> <p style="text-align: center;">HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>HE1. El uso de geoceldas permitiría aumentar la resistencia a la compresión de un pavimento rígido frente a un pavimento rígido convencional en la Av. Augusto B.</p>	<p style="text-align: center;">Variable 1: Dependiente</p> <p>Diseño Pavimento rígido</p> <p style="text-align: center;">Dimensiones VD:</p> <p>- Pavimento rígido convencional.</p> <p>- Pavimento rígido con geoceldas</p> <p style="text-align: center;">Variable 2: Independiente</p> <p>Análisis de evaluación técnica económica.</p> <p style="text-align: center;">Dimensiones: - EVALUACION TECNICA</p> <p style="text-align: center;">Indicadores:</p> <p>a.- Resistencia a la compresión de pavimento rígido convencional.</p> <p>b.- Resistencia a la compresión de pavimento rígido con geoceldas.</p>	<p style="text-align: center;">Tipo:</p> <p>Aplicada</p> <p style="text-align: center;">Diseño:</p> <p>Experimental</p> <p style="text-align: center;">Nivel:</p> <p>Descriptivo</p> <p style="text-align: center;">Enfoque:</p> <p>Cuantitativo</p> <p style="text-align: center;">Población:</p> <p>Tramo de PE-30A km 152 hasta km 156 Ciudad de Puquio - Ayacucho</p> <p style="text-align: center;">Muestra:</p> <p>Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho</p> <p style="text-align: center;">Muestreo:</p>

<p>óptima entre el pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho - 2021?</p> <p>PE2. Sin el uso de nuevos productos tecnológicos los pavimentos rígidos no reducirían el espesor estándar de diseño. ¿Determinar el diseño del pavimento rígido convencional (espesor) y un pavimento rígido con geoceldas (espesor) en el tramo de en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho - 2021?</p>	<p>convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho - 2021.</p> <p>OE2. Analizar el diseño del pavimento rígido convencional (espesor) y un pavimento rígido con geoceldas en el tramo de en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho - 2021.</p>	<p>Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho - 2021.</p> <p>HE2. El uso de geoceldas permitiría reducir el espesor y costo de un pavimento rígido frente al pavimento rígido convencional en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio Ayacucho - 2021.</p>	<p>c.-Determinar espesor para pavimento rígido convencional</p> <p>d.- Determinar espesor para pavimento rígido con geoceldas</p> <p>- EVALUACION ECONOMICA</p> <p>Indicadores:</p> <p>a.- Costo del proyecto para el pavimento rígido convencional</p> <p>b. Costo del proyecto para el pavimento rígido con geoceldas.</p>	<p>No probabilístico por conveniencia</p> <p>Técnica: Observación directa</p> <p>Instrumento: Guía de observación</p>
---	---	--	--	---

Fuente: Elaboración Propia


Anexos Nro. 3: Plano de Ubicación



Anexos Nro. 3: Formatos de Instrumentos y tablas de recolección de datos


1. Diseño de mezcla

Figura 01: Diseño de mezcla de Concreto de Resistencia 280 kg/cm²17

	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICO DE SUELOS S.A.C.	CODIGO CERT DMC-08-25
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	REVISIÓN 01 FECHA: 24.06.2021

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE RESISTENCIA 280 Kg/cm²	
SOLICITA : PINTO CONDORI EDITH LEONOR, ROJAS HUAMANCHA PERCY	
PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO CON GEOCELDAS EN EL TRAMO CARRETERA INTEROCEÁNICA - CIUDAD DE PUQUIO - AYACUCHO	
UBICACIÓN	
DISTRITO : LUCANAS	
PROVINCIA : PUQUIO	
REGIÓN : AYACUCHO	
JUNIO - 2021	

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Of.: Andrés Bello Gámez 11-16 Parsona - Ica	Web: emsgeo.net Tel: (54) 807075	Email: ventas@emsgeo.net Cel: 956941175 - 95694238
--	---	--

	EMSGEO S.A.C.	CODIGO: CRT-DMC-009-21
	ENSAYOS DE LABORATORIO	REVISION: 00
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	PÁGINA: 1 de 4

PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADO FINO

SOLICITA :	FINTO CONDORI EDITH LEONOR, BOJAS HUAMANCHI PERCY
PROYECTO :	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO CON GEOCELAS EN EL TRAMO CARRETERA INTEROCÉANICA - CIUDAD DE PUQUIO - AYACUCHO
UBICACIÓN :	DISTRITO DE LUCANAS - PROVINCIA DE PUQUIO - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO
FECHA :	24/06/2021

DATOS DE LA MUESTRA		
CAUCATA :	PROCEDENCIA: Carretera Cochabamba	FECHA DE EXTRACCIÓN : 22/06/2021
MUESTRA :	UBICACION : Dñt. San Juan - Lucanas	FECHA DE ENSAYO : 24/06/2021
PROF. DE MUESTRA:	TIPO DE MATERIAL : Afirmado	

ENSAYOS	NORMA	RESULTADO
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	ASTM C 138	1342 Kg/m ³
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTO	ASTM C 138	1524 Kg/m ³
PESO ESPECIFICO	ASTM C 127	2.65 Gr/cm ³
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	ASTM C 535	3.8 %
PORCENTAJE DE ABSORCION	ASTM C 127	0.80 %
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	3/8
MODULO DE FINEZA	ASTM C 125	2.92
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	-	1212.0 Gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - NTP 400.012					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRS. RET.	RETENIDO (%)	(%) RET. ACUMULADO	PASA (%)
3/8"	9.525	50.00	0.00	0.0	100.00
N° 4	4.760	48.00	3.96	4.0	96.04
N° 8	2.380	86.00	7.10	11.1	88.94
N° 16	1.190	164.00	13.53	24.6	75.41
N° 30	0.590	590.00	47.85	72.4	27.56
N° 50	0.297	180.00	14.85	87.3	12.71
N° 100	0.149	64.00	5.28	92.6	7.43
N° 200	0.074	30.00	2.48	95.0	4.95
-200		10.00	4.95	100.0	-
Peso Inicial:		1212.00			

NORMA TÉCNICA NTP 400.012 : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

El Ensayo basado en los resultados obtenidos por "ASHTO Materials Reference Laboratory Proficiency Sample Program", con ensayos realizados con el método ASTM C 136 y ASHTO T 27.


OBSERVACIONES : Las muestras fueron proporcionadas por el Solidante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR: Firma:  EMSGEO S.A.C. MAGCCOL TANTA RAMOS TÉCNICO DE SUELOS FECHA:	REVISADO POR: Firma:  EMSGEO S.A.C. CARLOS HUSSEIN R. CUEVAS SAENZ SUPERVISOR DE LABORATORIO FECHA:	AFIRMADO POR: Firma:  ING. DANIEL CUEVAS SERNA ISEP EN GEOTÉCNICA DE SUELOS OP. 117293 FECHA:
---	---	---

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 DL: Andrés Arellano-Gómez 6-05 Pasco - Ica

Web: emsgeo.net
 Tel.: (54) 807075

Email: ventas@emsgeo.net
 Cel.: 956821175 - 956094288

	EMSGEO S.A.C.	CODIGO: CERT-DMC-045-21
	ENSAYOS DE LABORATORIO	REVISION: 00
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	PAGINA : 2 de 4

PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADO GRUESO

SOLICITA	: PINTO CONDORI EDITH LEONOR, ROJAS HUAMANCHA PERCY
PROYECTO	: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO CON GEOCELDAS EN EL TRAMO CARRETERA INTEROCEÁNICA - CIUDAD DE PUQUIO - AYACUCHO
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LUCANAS - PROVINCIA DE PUQUIO - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO
FECHA	: 24/06/2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA :	PROCEDENCIA: Cantera Ccechapampa	FECHA DE EXTRACION : 22/06/2021
MUESTRA :	UBICACION : Dist. San Juan - Lucanas	FECHA DE ENSAYO : 24/06/2021
PROF. DE MUESTRA:	TIPO DE MATERIAL : Afirmado	

ENSAYOS	NORMA	RESULTADO
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO SUELTO	ASTM C 138	1326 Kg/m³
PESO UNITARIO SECO EN ESTADO COMPACTO	ASTM C 138	1524 Kg/m³
PESO ESPECIFICO	ASTM C 127	2.65 Gr/cm³
PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL	ASTM C 535	0.32 %
PORCENTAJE DE ABSORCION	ASTM C 127	1.00 %
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	3/4"
MODULO DE FINEZA	ASTM C 125	3.55
PESO TOTAL DE LA MUESTRA	-	1240.0 Gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - NTP 400.012


TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRS. RET.	RETENIDO (%)	(%) RET. ACUMULADO	PASA (%)
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.0	
1"	25.400	250.00	20.16	20.2	100.00
3/4"	19.050	324.00	26.13	46.3	73.87
1/2"	12.700	550.00	44.35	90.6	29.52
3/8"	9.525	98.00	7.90	98.5	21.61
Nº 4	4.760	12.00	0.97	99.5	20.65
Nº 8	2.380	0.00	0.00	99.5	20.65
Nº 200	0.074	0.00	0.00	99.5	20.65
-200		6.00	0.48	100.00	-
Peso Inicial:		1240.00			

NORMA TÉCNICA NTP 400.012 : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

El Ensayo basados en los resultados obtenidos por "AASHTO Materials Reference Laboratory Proficiency Sample Program", con ensayos realizados con el método ASTM C 136 y AASHTO T 27.

OBSERVACIONES : Las muestras fueron proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR: Firma:   EMSGEO S.A.C. MAGCCOL TANTA RAMOS TÉCNICO DE SUELOS	REVISADO POR: Firma:   EMSGEO S.A.C. CARLOS HUSSEIN R. CUEVAS SAENZ SUPERVISOR DE LABORATORIO	APROBADO POR: Firma:  ING. DANIEL CUEVAS SERNA ESP. EN GEOTÉCNICA DE SUELOS CIP 117293
FECHA :	FECHA :	FECHA :

	EMSGEO S.A.C.	CODIGO: CERT-DMC-045-21
	ENSAYOS DE LABORATORIO	REVISION: 00
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	PAGINA : 3 de 4

DISEÑO DE MEZCLA ACI 211.1

SOLICITA	: PINTO CONDORI EDITH LEONOR, ROJAS HUAMANCHA PERCY
PROYECTO	: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO CON GEOCELDAS EN EL TRAMO CARRETERA INTEROCEÁNICA - CIUDAD DE PUQUIO - AYACUCHO
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LUCANAS - PROVINCIA DE PUQUIO - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO
FECHA	: 24/06/2021

DOSIFICACION DE CONCRETO PARA f'c 280 kg/cm²

Fc = 280 kg/cm² a los 28 días en condiciones normales y en probetas cilíndricas de 6"x12".

a) CANTIDAD DE MATERIALES PARA UN METRO CUBICO

Cemento PortLand Tipo I	373.70 Kg/m ³
Arena	809.07 Kg/m ³
Piedra	929.69 Kg/m ³
Agua	198.92 Lt/m ³

b) CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA






A/C	0.578
SLUMP TEST	3" - 4"
Densidad	2311.38 Kg/m ³


c) PARA UNA BOLSA DE CEMENTO

Cemento PortLand Tipo I	42.5 Kgs/bolsa
Arena	92.01 Kgs/bolsa
Piedra	105.73 Kgs/bolsa
Agua	22.62 Lts/bolsa

PROPORCION	CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
PROPORCION EN PESO (por Kg de Cemento)	1	2.17	2.49	0.53
PROPORCION EN VOLUMEN (por Bolsa de Cemento)	1	2.45	2.91	22.62 Lt/Blis

OBSERVACIONES : Las muestras fueron proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR: Firma:   EMSGEO S.A.C. MAGCCOL TANTA RAMOS TÉCNICO DE SUELOS	REVISADO POR: Firma:   EMSGEO S.A.C. CARLOS HUSSEIN R. CUEVAS SAENZ SUPERVISOR DE LABORATORIO	APROBADO POR: Firma:  ING. DANIEL CUEVAS SERNA ESP. EN GEOTECNICA DE SUELOS CIP. 117293
FECHA :	FECHA :	FECHA :

	EMSGEO S.A.C.	CODIGO: CERT-DMC-001-20
	ENSAYOS DE LABORATORIO	REVISION: 00
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	PAGINA : 4 de 4

RECOMENDACIONES PARA LA BUENA PRODUCCION DEL CONCRETO

- Los materiales y proporciones deben ser los mismos del diseño, corregir los materiales por humedad.
- La arena no debe contener arcilla o materia orgánica.
- Preparar la mezcla con la dosificación recomendada, medir frecuentemente el asentamiento de diseño tomar cilindros y hacer las correcciones necesarias.
- En lo posible para la producción de un buen concreto es recomendable el empleo de un plastificante con características de dispersores.

Los dispersores son productos que reducen la atracción entre partículas, evitando que se unan con otras, lo cual trae como consecuencia que la fluidez de la pasta mejore notablemente. El aumento de fluidez tiene gran importancia puesto que permite reducir la cantidad de agua que debe agregarse al concreto para obtener una determinada manejabilidad con los siguientes resultados:

- Aumento de la resistencia mecánica del concreto.
- Menor porosidad y por consiguiente se obtiene una mejora en sus cualidades impermeables y en su comportamiento ante los agentes químicos que perjudican al cemento.

- Almacenar correctamente los materiales (agregados) para evitar su contaminación.
- Almacenar correctamente el cemento evitando la humedad.
- Siempre que se fabrica un concreto hidráulico se debe revisar los componentes, para estar seguros que se va hacer el concreto requerido con un buen control de calidad durante su producción.
- El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088 y deberá ser de preferencia potable, se utilizara aguas No potables solo si están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras.

CUADRO: LIMITES PERMISIBLES PARA EL AGUA

DESCRIPCIÓN	LIMITES PERMISIBLES	
SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	5,000 ppm	Máximo
MATERIA ORGANICA	3 ppm	Máximo
ALCALINIDAD (NaHCO ₃)	1,000 ppm	Máximo
SULFATOS (ion SO ₄)	600 ppm	Máximo
CLORUROS (ion CL ⁻)	1,000 ppm	Máximo
Ph	5 a 8 ppm	Máximo

- El curado consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién vaciado, de manera que pueda desarrollar las propiedades deseadas.
- La duración del curado es de 7 días o el tiempo para alcanzar el 70 % de la resistencia especificada a la compresión o de acuerdo al cemento que se está utilizando.
- Realizar pruebas de consistencia del concreto fresco a fin de ajustar el agua necesaria, toda vez que los materiales tienen humedades variables.


ELABORADO POR: Firma:  EMSGEO S.A.C.  MAGCCOL TANTA RAMOS TÉCNICO DE SUELOS	REVISADO POR: Firma:  EMSGEO S.A.C.  CARLOS HUSSEIN R. CUEVAS SAENZ SUPERVISOR DE LABORATORIO	APROBADO POR: Firma:  ING. DANIEL CUEVAS SERNA ESP. EN GEOTECNICA DE SUELOS CIP. 117293
FECHA :	FECHA :	FECHA :

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Of.: Andrés Avelino Cáceres K-16 Parcona - Ica

Web: emsgeo.net
 Telf.: (56) 307075

Email: ventas@emsgeo.net
 Cel.: 956931175 - 956594238

Figura 05: Resistencia a la compresión a los 28 días.

	EMSGEO S.A.C.	CODIGO: CERT-ERP-21-169
	ENSAYOS DE LABORATORIO	REVISION: 00
	ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO	PAGINA : 1 de 1

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO
NTP 339.034 - ASTM C39

SOLICITA : ROJAS HUAMANCHA PERCY / PINTO CONDORI EDITH.
 OBRA : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL Y UN PAVIMENTO RÍGIDO CON GEOCELAS EN LA AV. AUGUSTO B. LEGUIA - CIUDAD DE PUQUIO-AYACUCHO,2021.
 UBICACIÓN : AV. AUGUSTO B. LEGUIA - CIUDAD DE PUQUIO - AYACUCHO.
 FECHA : 14/08/2021

N° DE PROBETAS	FECHA DE LLENADO DE PROBETA	EDAD EN DIAS DE PROBETAS	FECHA DE ROTURA DE PROBETA	RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGÚN DISEÑO (kg/cm2)	TENSION MAX (kg/cm2)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	PORCENTAJE (%)	UBICACIÓN	IDENTIFICACION		OBSERVACION
											CODIGO DE PROBETA	ELEMENTO / ESTRUCTURA	
1	17/07/2021	28	14/08/2021	280	52,044.15	15.04	177.67	293.32	105%	-	-	CONCRETO	-
1	17/07/2021	28	14/08/2021	280	51,084.17	15.03	177.48	287.91	103%	-	-	CONCRETO	-
1	17/07/2021	28	14/08/2021	280	51,119.17	15.04	177.72	288.11	103%	-	-	CONCRETO	-

OBSERVACION : Las muestra de testigos de concreto fueron proporcionado por el solicitante.	Desarrollo de Esfuerzos (Tiempo/Porcentaje) Resistencia Rotura de Probetas	ELABORADO POR:  MAGCCOL TANTA RAMOS TÉCNICO DE SUELOS	REVISADO POR:  CARLOS HUSSEIN R. CUEVAS SAENZ SUPERVISOR DE LABORATORIO	APROBADO POR:  ING. DANIEL CUEVAS SERNA ESP. EN GEOTECNICA DE SUELOS CIP 117293
	7 DIAS DE MADURES Desde 70% hasta 85%	FECHA:	FECHA:	FECHA:
	14 DIAS DE MADURES Desde 85% hasta 95%			
	28 DIAS DE MADURES Desde 100% hasta 120%			

4. Resultados de ESAL

Tabla 01: Resumen estudio de trafico día 01.



FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		Análisis comparativo entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho, 2021										ESTACION									
SENTIDO		E ←					S →					CODIGO DE LA ESTACION									
UBICACIÓN		Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho										DIA Y FECHA	28/06/2021								
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
DIAGRA. VEH.															>= 3S3 icon"/>				>=3T3 icon"/>		
00-01	1		2																		3
01-02																					0
02-03																					0
03-04	3																				3
04-05	2	1			1		2	1				2	1	1							11
05-06	14	4					1				2	1		2							24
06-07	21	2	2		2		1	1			1	3		1							34
07-08	35	4	4		5				1		1		2	3							55
08-09	13	3	2		3				2		3										26
09-10	8	2	6								1										17
10-11	12	4	4				1					1		1							23
11-12	6	3	8						1				1								19
12-13	12	6	5		3							1									27
13-14	10	8	14		4																36
14-15	8	1	15									2	1	1							28
15-16	9	4	15								1			2							31
16-17	6	6	8				1		2		2	2									27
17-18	14	5	10		6		1	1	1			1									39
18-19	21	8	5		4		2	3	3		4	1	2	1							54
19-20	11	11	3		5		2	1													33
20-21	8	12	1		4						1	1		1							28
21-22	31	11	2																		44
22-23																					0
23-24	2																				2
TOTAL	247	95	106	0	37	0	11	7	10	0	16	15	7	13	0	0	0	0	0	0	564

Tabla 02: Resumen estudio de trafico día 02.



**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Análisis comparativo entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho, 2021	
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN	Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho	

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	29/06/2021

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIA GRA. VEH.																					
00-01	1																				1
01-02	2																				2
02-03	1	1																			2
03-04	2																				2
04-05	5	1	3		2		2			2		2	1	4							22
05-06	21	3	2		1			3				1		6							37
06-07	14	6	1		2		1	2			1	3		1							31
07-08	16	8	4		1				1				2	2							34
08-09	6	4	3		2				2		3										20
09-10	11	6	7		1						1										26
10-11	14	2	6		1		1					1		1							26
11-12	12	2	8		3				1				1								27
12-13	8	7	2		3					1		1									22
13-14	13	6	12		0																31
14-15	14	5	11		1							2	1	4							38
15-16	12	8	8		2									5							35
16-17	11	2	8		5		1		2		2	2									33
17-18	7	10	4		6		1	1	1	3		1									34
18-19	21	8	5		4			3	3		3	1	2	2							52
19-20	14	9	1		2		2	1													29
20-21	18	11	3		1							1		6							40
21-22	4	6	2						2		1										15
22-23	2																				2
23-24	1																				1
TOTAL	230	105	90	0	37	0	8	10	12	6	11	15	7	31	0	0	0	0	0	0	562

Tabla 03: Resumen estudio de trafico día 03.



**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Análisis comparativo entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceladas en la Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho, 2021		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho		

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	30/06/2021

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																				
00-01																				0
01-02																				0
02-03																				0
03-04	2	2																		4
04-05	4	1			1		2	1				2	1	1		2				15
05-06	3	4					1			2	1			2		1				14
06-07	26	2	2		2		1	1			1	3		1		1				40
07-08	28	4	4		5				1	1			2	3		3				51
08-09	14	3	2		3				2	3						1				28
09-10	15	0	6		2						1									24
10-11	6	4	4		5		1					1		1						22
11-12	8	5	8		4				1				1							27
12-13	4	8	5		3							1								21
13-14	3	1	14		4															22
14-15	5	2	15		3							2	1	1		1				30
15-16	4	4	15		4					1				2		2				32
16-17	8	0	8		5		1		2	2	2									28
17-18	2	6	10		6		1	1	1			1				4				32
18-19	11	4	5		4		2	3	3	4	1	2	1							40
19-20	16	1	3		5		2	1								1				29
20-21	12	3	5		4					1	1			1						27
21-22	15		4																	19
22-23			3																	3
23-24	1		6																	7
TOTAL	187	54	119	0	60	0	11	7	10	0	16	15	7	13	0	16	0	0	0	515

Tabla 04: Resumen estudio de trafico día 04



**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Análisis comparativo entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceladas en la Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho, 2021		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho		

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	01/07/2021

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																					
00-01																					0
01-02																					0
02-03																					0
03-04	2		2													2					6
04-05	21	1	4		3		2	1				2	1	1		1					37
05-06	14	4	3				1				2	1		2		1					28
06-07	18	2	2		2		1	1			1	3		1		3					34
07-08	11	4	4						1		1		2	3		1					27
08-09	13	3	2						2		3										23
09-10	6	5			2						1										14
10-11	4	4	4		1		1					1		1							16
11-12	6	3	8		2				1				1								21
12-13	11	6	5		3							1									26
13-14	12	8	14													1					35
14-15	15	11	15									2	1	1		2					47
15-16	18	8	15		1						1			2							45
16-17	21		8		3		1		2		2	2				4					43
17-18	14		10		4		1	1	1			1									32
18-19	12	16	5		3		2	3	3		4	1	2	1		1					53
19-20	11	17	3		2		2	1													36
20-21	21	12	5								1	1		1							41
21-22	10		4																		14
22-23	6																				6
23-24			2																		2
TOTAL	246	104	115	0	26	0	11	7	10	0	16	15	7	13	0	16	0	0	0	0	586

Tabla 05: Resumen estudio de trafico día 05



**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Análisis comparativo entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceladas en la Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho, 2021		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho		

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	02/07/2021

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																					
00-01																					0
01-02	2		3																		5
02-03			1																		1
03-04	3	2	2																		7
04-05	11	3	4		1		3	1				2	1	1							27
05-06	21	4	6				1				2	1		2							37
06-07	9	6	2		2		2	1			1	3		1							27
07-08	12	8	3		5				1		1		2	3							35
08-09	11	11	2		3				2		3										32
09-10	4	12	6		2						1										25
10-11	13	6	4		5		1					1		1							31
11-12	6	8	8		4				1				1								28
12-13	5	9	5		3							1									23
13-14	4	10	8		4																26
14-15	8	11	10		3							2	1	1							36
15-16	7	6	15		4						1			2							35
16-17	5	1	8		5		4		2		2	2									29
17-18	8	4	10		6		2	1	1			1									33
18-19	12	6	5		4		1	3	3		4	1	2	1							42
19-20	11	8	3		5		2	1													30
20-21	15	2	5		4						1	1		1							29
21-22	21	3	4																		28
22-23																					0
23-24																					0
TOTAL	188	120	114	0	60	0	16	7	10	0	16	15	7	13	0	0	0	0	0	0	566

Tabla 06: Resumen estudio de trafico día 06



**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Análisis comparativo entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceladas en la Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho, 2021		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho		

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	03/07/2021

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																					
00-01																					0
01-02																					0
02-03																					0
03-04	6	2																			8
04-05	11	1			1		2	1				2	1	1							20
05-06	15	4					1				2	1		2		2					27
06-07	21	2	2		2		1	1			1	3		1		1					35
07-08	7	4	4		5				1		1		2	3		1					28
08-09	6	3	2		3				2		3										19
09-10	15	0	6		2						1										24
10-11	11	4	4		5		1					1		1							27
11-12	8	5	8		4				1				1			1					28
12-13	18	8	5		3							1									35
13-14	3	1	14		4																22
14-15	5	2	15		3							2	1	1							29
15-16	4	4	15		4						1			2							30
16-17	8	0	8		5		1		2		2	2									28
17-18	15	6	10		6		1	1	1			1				1					42
18-19	21	4	5		4		2	3	3		4	1	2	1		1					51
19-20	16	1	3		5		2	1								2					30
20-21	12	3	5		4						1	1		1		2					29
21-22	11		4																		15
22-23			3																		3
23-24	1		6																		7
TOTAL	214	54	119	0	60	0	11	7	10	0	16	15	7	13	0	11	0	0	0	0	537

Tabla 07: Resumen estudio de trafico día 07



**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA	Análisis comparativo entre un pavimento rígido convencional y un pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho, 2021		
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN	Av. Augusto B. Leguía- Ciudad de Puquio Ayacucho		

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	04/07/2021

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																					
00-01	1		2																		3
01-02																					1
02-03																					2
03-04	6																				7
04-05	8	1			1		2	1				4	1	1					3		22
05-06	11	4					1				2	6		2							26
06-07	14	2	2		2		1	1			1	7		1							31
07-08	9	4	4		5				1		1		2	3					1		30
08-09	16	3	2		3				2		3	2									31
09-10	8	2	6								1	1									18
10-11	12	4	4				1					1		1							23
11-12	6	3	8						1			6	1							1	26
12-13	12	6	5		3							4								2	32
13-14	10	8	14		4																36
14-15	8	1	15									1	1	1							27
15-16	9	4	15								1	3		2					1		35
16-17	6	6	8				1		2		2	4									29
17-18	14	5	10		6		1	1	1			1							1		40
18-19	12	8	5		4		2	3	3		4	1	2	1							45
19-20	11	11	3		5		2	1													33
20-21	8	12	1		4						1	1		1							28
21-22	10	11	2																		23
22-23																					0
23-24	2																				2
TOTAL	193	95	106	0	37	0	11	7	10	0	16	42	7	13	0	0	0	0	13	0	550

5. Panel fotográfico.

