



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Llica Risalazo, Esteban Marcos (ORCID: 0000-0002-1987-7481)

ASESOR:

Mg. Benites Zuñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedicado a mi Mamita Juana y mi Papito Celestino
y de la misma manera a la mamita de mis hijos
Aymaro y Tupac, Martha, quienes estuvieron
acompañándome en los momentos más difíciles
de mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que me ayudaron en conseguir este anhelo de muchos años, para poder dar un paso más en la vida profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. Introducción	9
II. Marco teórico	11
III. Metodología	21
3.1. Tipo de diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	21
3.3. Población, muestra y muestreo	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos	25
3.7. Aspectos éticos	25
IV. Resultados	26
V. Discusión	42
VI. Conclusiones	46
VII. Recomendaciones	47
Referencia	48
Anexos	53

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Dimensiones del adoquín de concreto	18
Tabla 2 Población y muestra total de adoquines a usar	22
Tabla 3 Resistencia a la compresión a los 7 días de edad	28
Tabla 4 Resistencia a la compresión a los 14 días	30
Tabla 5 Resistencia a la compresión a los 28 días	32
Tabla 6 Ensayos a realizarse de acuerdo a edad de curado	34
Tabla 7 Ensayo por flexión de la probeta a los 7 días	35
Tabla 8 Resistencia por flexión a los 14 días	36
Tabla 9 Resistencia por flexión a los 14 días	38
Tabla 10 Ensayo de absorción	40
Tabla 11 Resistencia de compresión de los materiales usados	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 El polímero visto químicamente	11
Figura 2 Clasificación de plásticos	16
Figura 3 Adoquines instalados en la plaza de San Miguel Juliaca	18
Figura 4 Dimensiones y formas de adoquín de concreto	19
Figura 5 Pasos de la técnica de la observación	24
Figura 6 Proceso de fabricación y reciclaje del PET	24
Figura 7 Mapa de ubicación del Distrito de San Miguel	27
Figura 8 Realizando el ensayo de compresión en el laboratorio	28
Figura 9 Resistencia a la compresión a los 7 días	29
Figura 10 Resistencia a la compresión a los 14 días	31
Figura 11 Resistencia a la compresión a los 28 días	33
Figura 12 Comparación de resistencias a los 7, 14 y 28 días	33
Figura 13 Resistencia por flexión a los 7 días	36
Figura 14 Resistencia por flexión a los 14 días	37
Figura 15 Resistencia por flexión a los 28 días	39
Figura 16 Comparación de la resistencia por flexión.	39
Figura 17 Absorción del espécimen	41
Figura 18 Producción de plástico al 2017	45

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar la influencia de la Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto, para ello se han definido las proporciones de los agregados y así elaborar un adoquín de concreto incorporado con plástico PET.

Trabajamos con una población de 28 unidades de adoquín patrón y una muestra total de 21 adoquines patrón (no posee PET); ahora, se tuvo una población de 84 adoquines incorporados con PET en las proporciones de 5%, 10% y 25% de ello, se tomaron como muestra 63 adoquines; con una población total de 112 unidades y 84 unidades de adoquín como muestra.

Seguidamente se procedió a elaborar las probetas de adoquín de concreto patrón y adoquines de concreto incorporado, previamente desarrollando el diseño de mezcla $f'c=245$ kg/cm², luego se ha ensayado la resistencia de compresión a las muestras, 3 ensayos de cada muestra y en 3 edades de 7 días, 14 días y 28 días de las cuales, la muestra con 10% de PET llegó a resistir mejor llegando a 260 kg/cm², esto indica que influye en la mejora de las propiedades de concreto. Igualmente se ha practicado el ensayo de flexión con las mismas condiciones y características de resistencia a compresión, donde podemos observar que, cuanto más incorporación de PET se tenga, mayor será la resistencia de flexión, igualmente se ha desarrollado el ensayo de absorción donde se pudo observar que cuanto mayor es la incorporación de PET, menor será la absorción del espécimen.

Palabras clave: adoquín, pavimento, incorporación, propiedades, ensayo

ABSTRACT

The main objective of the present research work is to determine the influence of the Incorporation of PET plastic to improve the properties of the concrete paver, for this purpose the proportions of the aggregates have been defined and thus develop a concrete paver incorporated with PET plastic.

We work with a population of 28 standard cobblestone units and a total sample of 21 standard cobblestones (it does not have PET); now, there was a population of 84 cobblestones incorporated with PET in the proportions of 5%, 10% and 25% of it, 63 cobblestones were taken as a sample; with a total population of 112 units and 84 cobblestone units as a sample.

Next, the specimens of standard concrete pavers and incorporated concrete pavers were elaborated, previously developing the mixture design $f'c = 245 \text{ kg / cm}^2$, then the compressive strength of the samples was tested, 3 tests of each sample and in 3 ages of 7 days, 14 days and 28 days of which, the sample with 10% PET came to resist better reaching 260 kg / cm^2 , this indicates that it influences the improvement of concrete properties. Likewise, the bending test has been practiced with the same conditions and characteristics of resistance to compression, where we can observe that, the more incorporation of PET there is, the greater the bending resistance will be, the absorption test has also been developed where it could be note that the greater the incorporation of PET, the lower the absorption of the specimen.

Keywords: paving stone, pavement, incorporation, properties, test

I. INTRODUCCIÓN

Desde la aparición del Imperio Romano, los bloques de piedra fueron siempre un elemento imprescindible para la construcción de carreteras, así nos muestra “Las calzadas romanas: el origen de nuestras carreteras” (1).

En la actualidad estas “vías romanas” (2) continúan siendo modelos de la pavimentación, en tal sentido, en estos últimos años la elaboración de bloques y adoquines para pavimento semirrígido está siendo elaborado de concreto y esto tiene un problema en el altiplano puneño especialmente en zonas urbanas como las calles de la ciudad de Juliaca, donde por la contaminación del suelo los bloques y adoquines de concreto se sulfatan, por lo que es oportuno introducir de otro tipo de material, desde esa perspectiva se propone elaborar incorporando plástico PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido.

Hoy más que nunca en nuestro país y el mundo se ve muy evidente los efectos de la contaminación de los desechos plásticos especialmente de PET que afectan al aire, suelo y agua; por lo que es de vital importancia transformar estos materiales con el fin de contrarrestar transformando en otro producto como son los adoquines incorporando plástico PET para mejorar sus propiedades de dicho adoquín.

Con estas nuevas unidades de adoquín que posean las mismas y nuevas características del adoquín de acuerdo a la norma (3) y se plantea como problema general ¿De qué manera influye la Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021? Y por otra parte se plantea también como problemas específicos ¿De qué manera influye la Incorporación de plástico de PET para mejorar la resistencia de la compresión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021?, ¿De qué manera influye la incorporación de plástico de PET para mejorar la resistencia a la flexión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021? y ¿De qué manera influye la Incorporación de plástico de PET en el porcentaje de la absorción del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021?.

El presente trabajo de investigación está fundamentada, justificada y amparada por

la norma E.070 de albañilería y Norma Técnica Peruana que será útil como fundamento de sustentación de nuestra literatura teórica.

Por tal razón la justificación práctica se orienta a la Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido para finalmente tener un diseño innovador del adoquín para el sector respectivo.

De la misma forma encontramos la justificación por el lado de contrarrestar y mitigar la contaminación ambiental por este material PET buscando siempre favorecer a la sociedad. Además en nuestro país elementos con este material elaborado no cuentan con certificaciones de calidad, aportando de esta forma a este vacío.

Como propósito general del presente proyecto de investigación es determinar la influencia de la Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021 y como objetivos específicos se tiene Determinar la influencia de la Incorporación de plástico de PET para mejorar la resistencias de la compresión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021, Determinar la influencia de la Incorporación de plástico de PET para mejorar la resistencias a la flexión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021 y Determinar la influencia de la Incorporación de plástico de PET para mejorar la resistencias a la absorción del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021

Como toda investigación nuestra hipótesis general es la incorporación del plástico PET influye en la mejora de las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021 asimismo se tiene las hipótesis específicos, la incorporación del plástico PET influye en la mejora de la resistencia de la compresión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021, la incorporación del plástico PET influye en la mejora de la resistencia a la flexión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021 y la incorporación del plástico PET influye en la mejora de la resistencia a la absorción del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Polietileno tereftalato. También denominado Tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno, polietilentereftalato (muy conocido por las siglas en el idioma inglés PET, Polyethylene Terephthalate) es un tipo de plástico bastante usado en textiles y envases de bebidas.

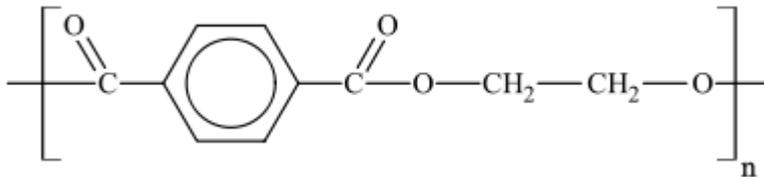


Figura 1. El polímero visto químicamente

Fuente: (4)

Este polímero PET químicamente se obtiene mediante una reacción de policondensación entre el etilenglicol y el ácido tereftálico.

Posee características más relevantes: transparencia, resistencia a la corrosión y alta resistencia al desgaste, de igual forma posee buena resistencia química y térmica, es una barrera a CO₂, también es barrera a O₂ y la humedad, compatible con diferentes materiales, reciclable y aprobado para el uso de productos alimenticios. (4)

El artículo de investigación, de la Universidad Eafit, se muestran los siguientes resultados experimentales donde se evaluó la resistencia a la compresión del concreto, reemplazando parcialmente del agregado fino por polietileno tereftalato (PET) reciclado. Este reemplazo se ha realizado por volumen de tal manera que los espacios ocupados por las partículas de arena son ocupadas por las partículas de PET. Se han realizado mezclas de concreto con reemplazo de 0 % de arena (referencia), 5 %, 10 %, 15 % y 20 %. Dando como resultados que indican aumentar el porcentaje de la arena reemplazada hay una disminución de la resistencia a la compresión. (5)

Por otro lado, se plantea la reutilización de material plástico reemplazando al agregado fino en la elaboración de unidades de hormigón (bloques). Examinando el comportamiento técnico, económico y medioambiental de la proposición. En la evaluación técnica se halló que las probetas de hormigón con un 10% de sustitución PET poseen propiedades mecánicas acorde con la normativa chilena. Analizando en costos se muestra que el bloque es altamente competitivo respecto a los productos actuales del mercado chileno. Y finalmente, viendo el cálculo de la huella del carbono en los distintos periodos de su ciclo de vida se muestra una escala descendente en la etapa de extracción de materias primas. (6)

Incorporación de plástico PET, al respecto la revista de Ciencias de Ingeniería del Ecuador en esta investigación se elaboró el ladrillo ecológico de dimensiones de 30 x 15 x 8.5 cm usando como material base el polietileno reciclado, cangahua, cemento y agua. Como resultados logrados son bloques más económicos para construir viviendas, teniendo un peso de 10 lb y llegando a una resistencia de 38,38 kg/cm². Observándose lo relevante que resulta el ladrillo ecológico, es que, deriva de un material de construcción amigable con el medio ambiente ya que en el proceso no se utiliza la cocción. (7)

Tomando artículo científico, desarrollado por Martínez y Cote, quienes sostienen que los procesos industriales son siempre grandes contaminantes de nuestro planeta, ya sea, por emisión de gases durante el proceso o por los residuos que generan.

En este proyecto se diseñan y elaboran un ladrillo elaborados de cemento y formas escamadas de PET; para tal efecto se experimentaron diversa composiciones aplicando diferentes pruebas de resistencia y comprensión aplicando una máquina de tracción modelo PCE-MTS500. Como resultados podemos distinguir un bloque resistente equiparable con los ladrillos comerciales existentes en el mercado según la norma NTC 673 colombiana; la muestra nos exhibe un esfuerzo de comprensión de 5600 kgf, equiparando con ladrillos comerciales, donde se puede apreciar un esfuerzo máximo de 4480 kgf. Llegando a los costes que existen en el mercado actual que pueda ser beneficioso en costo beneficio. (8)

Continuando con la revisión de fuentes, en este caso con la Tesis, realizada por Moreno y Cañizares, (2011), en Escuela Política Nacional sostienen: El trabajo de selección de residuos urbanos, que producen la ciudad de Quito, el 13.2% del total, es de material plástico acopiado, es decir, (196.8 ton/día) donde lo que predominan son botellas de bebidas gaseosas no retornables, envolturas de plásticos que se eliminan libremente sin ningún sistema de prevención previo. Del mismo modo se pesquisan las propiedades de PET, para eliminar consecuencias nocivas al momento de adicionar en la composición con diferentes materiales tradicionales como agregados finos, agua, cemento y agregados gruesos.

Se han elaborado bloques comunes estándar con las dimensiones de 40x15x20 cm sin incorporar PET y se elaboraron unidades con PET al 75%, 50% y 25% respectivamente, dosificados en la mezcla del volumen. Luego se efectuaron los ensayos de resistencia a la compresión, permeabilidad y temperatura llegando a la comparación del comportamiento entre unidades tradicionales y las unidades que se les incorporó el PET, cumpliendo siempre las normas del instituto ecuatoriano de normalización (INEN).

Llegando al análisis final de costos de trituración del PET, referente a precios referenciales y recomendados para que el proyecto sea realizable y se tenga ingresos razonables. (9)

De acuerdo a un informe presentado por los estudiantes Pastor y otros, de la Universidad de Piura, afirman que: la investigación del diseño de una planta productora de adoquines tomando como base el cemento y PET se efectuaron los ensayos de resistencia en los adoquines con las proporciones de 1 de cemento, 1.5 de arena y 0.5 de PET, de la cual se obtuvieron 100.63 kg/cm² de resistencia, los resultados se mostraron prometedores, pues, se han examinado pasado los 7 días de curado, donde, la resistencia está entre 25% a 30% de la resistencia. Por esto, el bloque estaría cumpliendo con la norma NTP 399.611 con una resistencia mucho mayor a la exigida.

Con respecto a los ensayos de absorción se muestran los siguientes resultados del adoquín, siendo muy por debajo de la exigida por la NTP 399.611, la cual nos exige un promedio de 6%, como máximo. Resultando como promedio el 2.17% de absorción, la cual es bastante alentador.

Concluyendo que la proporción de resistencia final del adoquín y mejorando la dosificación al producto terminado en su proceso de curado con un mayor control, donde, la humedad se conserva adecuadamente, durante, este proceso se demostró que la suplencia de arena por plástico reciclado resultó ser más viable ya que, no perturba en el cambio de la composición permitida. Además, favorece en la reducción de impacto ambiental producido por el residuo sólido. (10)

De la misma forma debo mencionar que la tesis realizada por Astopilco donde como objetivo se ha planteado determinar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos siempre basándose la NTP 399.604 y la NTP 399.601 “Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería”, “Ladrillos de concreto requisitos” respectivamente. El PVC se ha empleado reemplazando al agregado grueso que tradicionalmente se usa, para el diseño de mezcla del ladrillo de concreto basándose en el método ACI, con las proporciones de 1/2 de PVC desmenuzado. Finalmente llegando con los ensayos para, determinar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos. Donde se llegó a la conclusión de que las propiedades físico-mecánicas acrecientan, agregando PVC disgregado, exceptuando la resistencia a la compresión. (11)

Conforme a la investigación de Velásquez, en su tesis de la Universidad Cesar Vallejo, Perú, con su investigación, poniendo como uno de su objetivo general, mostrar qué tipo de dosificación de concreto de tipo reciclado se podrá usarse en pavimentos de tránsito bajo peatonal, obtenido muestras de adoquín patrón según NTP, $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$, seguidamente agregando material metamorfoseado a las muestras; M0 al 0%, M1 al 10%, M2 al 30% y M3 al 50%, de esta forma, realizar al ensayo de compresión, llegando a concluir los ensayos realizados en laboratorio a los adoquines elaborados con material metamorfoseado en la muestra M0 al 0% llega con una resistencia de 396.1 de kg/cm^2 , en la muestra M1 al 10% con una resistencia de 321 kg/cm^2 , con la muestra M2 al 30% con una resistencia de 302.1 kg/cm^2 y la muestra M3 al 50% con una resistencia de 279.5 kg/cm^2 , siempre teniendo en cuenta los resultados del laboratorio, considerándose que la M1 es la adecuada de acuerdo a la NTP. (12)

También es muy necesario mencionar las investigaciones de los extranjeros con respecto a la Incorporación de plástico PET para mejorar las propiedades del adoquín. Se menciona al Fernando Batista da Rocha Jorge del Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Brasil. Donde en su investigación concluye en lo siguiente “Se espera que exista la posibilidad de unir un material muy utilizado como el hormigón con un material de fácil acceso como el PET a un precio asequible que se produce en masa, obteniendo un producto que puede ser utilizado en diversas obras. Satisfacer la demanda de materiales de bajo coste en la construcción civil y definir nuevos destinos para las botellas de PET, evitando la contaminación ambiental” (13)

De la misma forma debo mencionar al investigador Brasileño Alves y otros en la Revista de Ingeniería y construcción civil donde como objetivo se plantean buscar nuevas tecnologías y materiales que respondan al concepto de desarrollo sostenible de esta forma llegan a la conclusión de “Con el uso de residuos de PET en reemplazo parcial de agregado fino en la conformación de micro hormigón, se observa que independientemente de la edad de curado, los especímenes de CP presentaron reducciones (en promedio 15.48%) en los valores de resistencia a la compresión al compararlos. a las probetas CA y está en línea con estudios ya realizados, que verificaron una tendencia a la reducción de la resistencia a la compresión del hormigón con el aumento del contenido de estos residuos. Y Debido a la pequeña reducción de la resistencia en comparación con el material sin la adición de” (14)

Abordando más sobre este material de residuo reciclable tenemos al Profesor asistente del departamento de Ingeniería Civil del Instituto Bannari Amman de Tecnología, Sathyamangalam-638 401, India. Sobre: “Estudio sobre las características de las botellas de plástico para mascotas para desarrollar adoquines de plástico ecológicos”, donde como objetivo principal es reciclar residuos plásticos en adoquines y analizar sus características a partir de la evolución reciente de las necesidades industriales. Concluyendo a lo siguiente: “Los resultados obtenidos de las pruebas indican claramente que el bloque que tiene la misma proporción de residuos plásticos y polvo de cantera posee una alta resistencia a la compresión que la de otras mezclas y todos los bloques de prueba se funden nuevamente a

una temperatura superior a 140 ° C. Dado que estos bloques tienen baja resistencia a la compresión, se pueden utilizar en pavimentos para caminar donde no hay acción de cargas pesadas. Los adoquines de plástico son más económicos que los adoquines convencionales. Este método de uso de residuos plásticos reciclados en adoquines es la mejor manera de reducir el impacto del plástico no biodegradable en el medio ambiente.” (15)

Para poder abordar y tener un mejor conocimiento de nuestra variable independiente de investigación debemos indicar que el Teleftalato de polietileno más conocido con la sigla PET, es un material polímero, un tipo de plástico que es elaborado a partir de un ácido tereftálico y monoetilenglicol. Descubierta por científicos de Gran Bretaña Whinfield y Dickson, por el año 1941. Como se recuerda Europa estaba en guerra por lo que había un menester de sustituir el algodón de Egipto. Después de la finalizada la segunda guerra mundial se empezó a industrializar como fibra inclusive para uso hasta el presente. En los posteriores años se dio uso masivo generando así un cáncer al medio ambiente. (16) Posee prácticamente infinidad de usos como también la forma de reciclado puede ser químico y mecánico, en nuestro caso sería prácticamente un tipo de reciclado de ambos mecánico y a la vez químico. (17)

De igual forma podemos mencionar las clasificaciones de PET que por ahora nos interesa el tipo 1. (18)

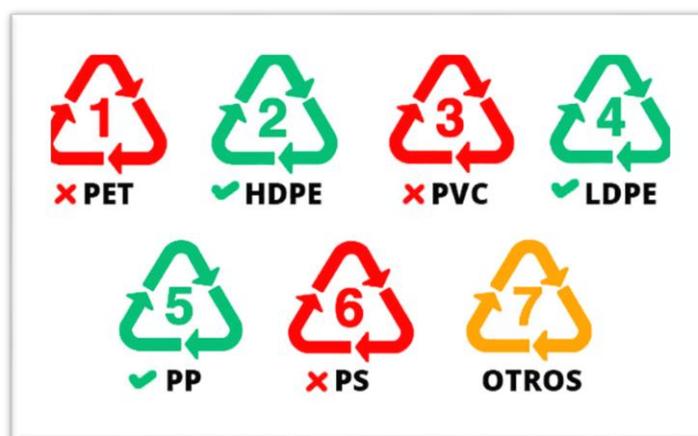


Figura 2. Clasificación de plásticos

Fuente (18)

También los autores Liñan y Alvarez en su tesis con respecto a la incorporación del PET en el diseño de adoquines, con el objetivo de determinar si hay influencia de la incorporación del PET o no, en el diseño de adoquines de concreto para vías de tránsito ligero. Llegando a resultados donde los adoquines para el tránsito ligero de 5% sobradamente alcanzaron una resistencia apropiada, y los de 10% y 15% respectivamente, de igual forma la resistencia a la absorción todos estuvieron dentro de los porcentajes permisibles. Finalmente la resistencia a la abrasión se ubicó en los rangos adecuados según la NTP; Concluyendo podemos afirmar que la agregación (incorporación) del plástico PET influye relevantemente en el diseño de adoquines de concreto, en vista, a que reduce la resistencia a la compresión, acrecienta el porcentaje de absorción. (19)

Prosiguiendo con el desarrollo de las dimensiones de la variable independiente en este caso de resistencia que en términos ingenieriles es la resistencia de materiales tienen como objetivo estudiar el comportamiento de sólidos modificables en su forma y dimensión estableciéndose criterios que puedan determinar qué tipo de material es el más ventajoso, es decir, cómo resiste contra esfuerzos y fuerzas aplicadas sin rotura o deformarse significativamente de acuerdo a las normas permitidas. (20) Otra de las dimensiones de nuestra variables es la dosificación en términos generales iremos al significado de la palabra para ello recurrimos a la RAE donde menciona el siguiente significado, graduar la cantidad o porción de algunas cosas. (21)

Como en toda investigación cuantitativa siempre estará presente la variable dependiente, desde esa óptica nuestra variable independiente son las propiedades mecánicas del adoquín, este elemento posee características propias las cuales detallamos en líneas abajo.

El adoquín es una pieza modelada y moldeada que se usan bastante en plazas, plazuelas, calles, estacionamientos, veredas, etc.; se caracterizan porque son fáciles de instalar, reparar y no es destructivo cuando se requiera modificar el suelo o piso y además posee una resistencia alta al tráfico de vehículos livianos inclusive pesados, es más, este elemento puede ser reciclado y dar otro segundo, de tal

forma que no se genera desechos. (22) Creemos que es uno de los únicos materiales y elementos de un pavimento semirrígido que resulta de fácil instalación y además ya se puede transitar inmediatamente.

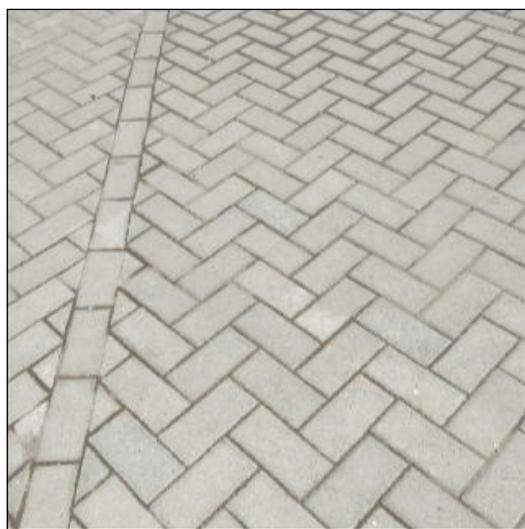


Figura 3. Adoquines instalados en la plaza de San Miguel Juliaca

Fuente: propia

Ahora es necesario dar a conocer que existe una clasificación técnica de adoquines de concreto, según NTP, nos presenta de la siguiente manera. (23) Para nuestra investigación estamos tomando la clasificación del tipo II de la tabla 1, que vendría a ser pavimento de tránsito vehicular ligero.

Tabla 1 Dimensiones del adoquín de concreto

Tipo	Dimensiones			Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Uso	Ejemplos
	Largo cm	Ancho cm	Altura cm			
I	20	10	4	320	Pavimento peatonal	Veredas, parques y plazas
II	20	10	6	420	Pavimento de tránsito vehicular ligero	Calles y avenidas
			8	420		
III	20	10	8	561	Pavimento de tránsito vehicular pesado	Plataformas, aeropuertos, patios, zonas de carga
			10	561		

Fuente: NTP 399.611

Con respecto a las dimensiones tenemos lo siguiente, siempre basado en la norma técnica peruana, aquí podemos mostrar en figura 4.

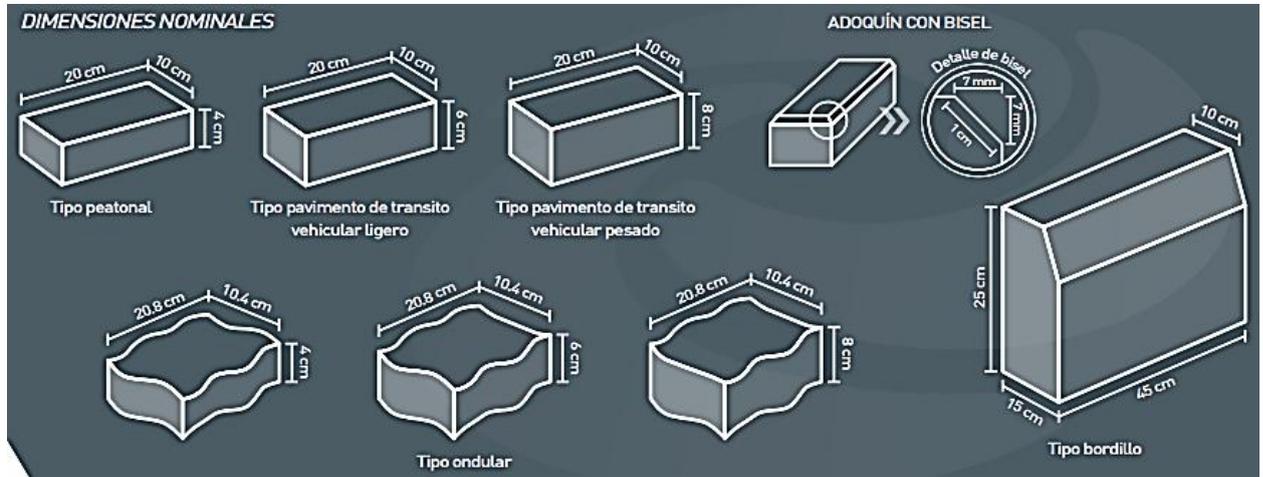


Figura 4. Dimensiones y formas de adoquín de concreto

Fuente: supermix (24)

El adoquín de concreto incorporado con PET que es un derivado de adoquines de concreto en este caso está añadido o incorporado un porcentaje de material reciclado de PET, pero, el material a añadir no supera el 25% del material a elaborar. Con respecto a las formas y tamaños existe una variedad así como se muestra en la figura 5 anterior. Ahora, el material añadido o incorporado depende con qué objetivo se diseñan los adoquines, en algunos casos es picado de por lo menos 1 a 2 mm, en otros casos en forma de escamas de aproximadamente 5 mm y en otros casos en forma de hilos, las cuales tienen diferentes comportamientos y en muchos casos resulta muy adecuado y en otros casos es deficiente. (10)

Ventaja de elaborar los adoquines de concreto incorporando un porcentaje mínimo al material, resulta ser bastante adecuado y cumpliendo las normas técnicas peruanas, de tal forma, coadyuvamos en el cuidado del medio ambiente, generando trabajo y aportando en la economía de la población. (25) En este caso el proyecto es desarrollado por una entidad estatal, promoviendo la producción de materiales alternativos que son económicos y que beneficia a la sociedad.

Ensayo de absorción, La absorción es un método que se practica en el campo de

la ingeniería en este caso de los diferentes tipos de agregados que después de haber sometido durante 24 horas de saturación en agua, terminado este proceso, se inicia a secar someramente, es decir, solo la parte superficial, el agregado saturado y por la diferencia de masa se llega a conseguir el porcentaje de absorción con relación a la masa seca del agregado. (26)

Ensayo de resistencia a la compresión, es otro de los métodos que se practica para conocer mejor sobre la característica mecánica más principal del concreto en este caso. Podemos definir como la capacidad para tolerar y resistir una carga por unidad de área, y expresamos en términos de esfuerzo, normalmente en kg/cm^2 , MPa y también tomando en cuenta la frecuencia que se expresa en libras por pulgada cuadrada (psi). (26)

El ensayo que es mundialmente afamado en el campo de la ingeniería que sirve para determinar la resistencia a la compresión, la cual consiste en elaborar probetas cilíndricas en moldes de acuerdo a la NTP 339.033:2015, es el ensayo sobre probetas cilíndricas confeccionadas en modelos y moldes especiales que deben tener 150 mm de diámetro por 300 mm de altura. (26)

El ensayo a flexión que también se le conoce con el nombre de módulo de rotura, este radica en exponer a la probeta a una alteración plástica, la probeta debe ser recta en toda la sección circular o puede ser poligonal, usando el dobladillo de estas, sin invertir el sentido de flexión, sobre un radio detallado al que se le aplica una presión invariable. (26)

Composición del adoquín de concreto desde su creación siempre estuvieron tres elementos principales como son cemento, agregado y agua en sus diferentes proporciones que de acuerdo a la norma se aplican. Estas composiciones deberán cumplir siempre la NTP 334.009, NTP 334.082 y NTP 334.090 (Cementos Portland Requisitos, Cemento Portland Especificaciones y Cemento Portland adicionados, respectivamente), el cemento posee propiedades cohesivas y adhesivas llegando a formar el conocido “concreto” este material llega a su máxima resistencia a los 28 días de edad. (27)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente proyecto de investigación está encuadrado como tipo experimental, (28) en vista de que, la variable independiente (tereftalato de polietileno) se manipula para conocer la determinación de su influencia sobre la variable dependiente en este caso (propiedades mecánicas del adoquín) por lo que será menester trabajar con diferentes muestras haciendo variación los porcentajes de incorporación de PET de tal forma, tendremos resultados diversos. Según los expertos y partidarios de este paradigma positivista, la investigación experimental es el indiscutible método por excelencia de una investigación científica. (29)

3.2. Variables y operacionalización

Término que significa designar una característica a una determinado aspecto, realidad por observación nos pueda mostrar valores diferentes de una unidad de observación. (30) En la vida real existen variables que asumen valores de diferente índole, en nuestro caso una de las variables principales es tereftalato de polietileno y las propiedades mecánicas del adoquín.

En una investigación experimental es de suma importancia reconocer y efectuar un apropiado control de variables, esto, nos permitirá obtener una confiabilidad con respecto a la interdependencia de las variables de nuestra investigación. Este control apropiado es de vital importancia, pues nos permitirá realizar nuestro estudio en condiciones adecuadas, igualmente nos permitirá conocer y detectar los posibles cambios que puedan darse.

En cuanto a la operacionalización de las variables significa traducir y descifrar la variable a indicadores, en otras palabras, traducir los conceptos de nuestra investigación a unidades de medición que sean factibles de medir. (29)

La operacionalización de variables será sencillo cuando tengamos muy bien planteada nuestra matriz de consistencia de nuestra investigación, la cual además nos permitirá ubicar y orientar la investigación de una forma adecuada, para que no nos desviemos de la ruta trazada para la investigación.

3.3. Población, muestra y muestreo

La población de una investigación es el conjunto de objetos o sujetos que participan de la investigación, pues son parte, que serán estudiadas, cada, sujeto u objeto aportará con un cúmulo de informaciones que serán de vital importancia en el proceso de investigación a desarrollar. (30) La población siempre será cuantificada de alguna u otra manera, en una investigación debemos tomar en cuenta los siguientes términos: universo, población y muestra, el universo es la totalidad de la población y muestra, por lo que, no será menester realizar un muestreo para la investigación, que por supuesto no siempre ocurre esto, por otro lado, población es la totalidad del fenómeno de la investigación, en nuestro caso nuestra población a estudiar será de 21 unidades de adoquín de concreto patrón y por otro lado 63 unidades de adoquín de concreto incorporado con 5%, 10% y 25% de PET respectivamente, distribuidos equitativamente para las 3 proporciones, tanto para ensayo de resistencia a la compresión, ensayo por flexión y ensayo de absorción y 36 unidades para cada una de adoquín de concreto incorporado con 5%, 10% y 25% de PET respectivamente. Tomando en cuenta la NTP E-080 recomienda un mínimo de especímenes por ensayo para las unidades de adoquín. Ver tabla 2. Referente a las muestras existen varios tipos, aleatorias, empíricas, mixto y tipo, de la cual, nosotros tomaremos el muestreo no aleatorio que nos permite trabajar con la Ley de la regularidad estadística, que la elección de unidades a investigar no depende de la probabilidad sino, requiere criterios de la investigación. (30)

Tabla 2. Población y muestra total de adoquines a usar

Edad	Especímenes	Resistencia a la compresión		Resistencia a la flexión		Resistencia a la absorción		p=población n=muestra		Total por adoquín	
		p	n	p	n	p	n	p	n	p	n
7 días	Adoquín patrón	4	3	4	3	--	--	8	6	32	24
	Adoquín con 5% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
	Adoquín con 10% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
	Adoquín con 25% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
14 días	Adoquín patrón	4	3	4	3	--	--	8	6	32	24
	Adoquín con 5% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
	Adoquín con 10% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
	Adoquín con 25% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
28 días	Adoquín patrón	4	3	4	3	4	3	12	9	48	36
	Adoquín con 5% de PET	4	3	4	3	4	3	12	9		
	Adoquín con 10% de PET	4	3	4	3	4	3	12	9		
	Adoquín con 25% de PET	4	3	4	3	4	3	12	9		
		48	36	48	36	16	12	112	84	112	84

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas son las reglas y procedimientos que nos conducirán a la ejecución de procesos que posee criterios que están estrechamente cohesionados con los objetivos de la investigación.

Dentro de la investigación científica existen varias técnicas de investigación según Palella y Martins la observación es primordial en todas las áreas de la ciencia, donde el uso de nuestros sentidos es fundamental para luego organizarlo sistemáticamente el fenómeno de la investigación para finalmente registrar información que posteriormente será analizado. Existen dos clases de observación; científica y no científica, la científica persigue con un objetivo claro y preciso, porque el investigador sabe el porqué del registro, en cambio la que secunda es que no posee objetivos claros de investigación, es decir, no tienen una intención de pesquisar. De las cuales también existen ventajas y desventajas de la técnica de observación, es que, los hechos son percibidos de manera directa sin ningún tipo de encubrimiento la cual permite recoger información precisa, relevante y confiable. Y como inconveniente podríamos decir que la presencia del observador podría provocar alteración de la información de la observación, por lo que se tendría que realizarse discretamente. (31)

Para nuestra investigación usaremos como técnica de la investigación la observación directa que será validada por el ingeniero asesor, pues es, la técnica que más se adecúa a nuestro trabajo.

Con respecto a los instrumentos de recolección de datos se usará cuestionarios y formularios que se plasmarán en fichas de recolección de datos, igualmente estará validado por el ingeniero de laboratorio y asesor. (30)

Veamos la figura 5 donde nos ilustra cuáles son las técnicas de la observación, los pasos a seguir.

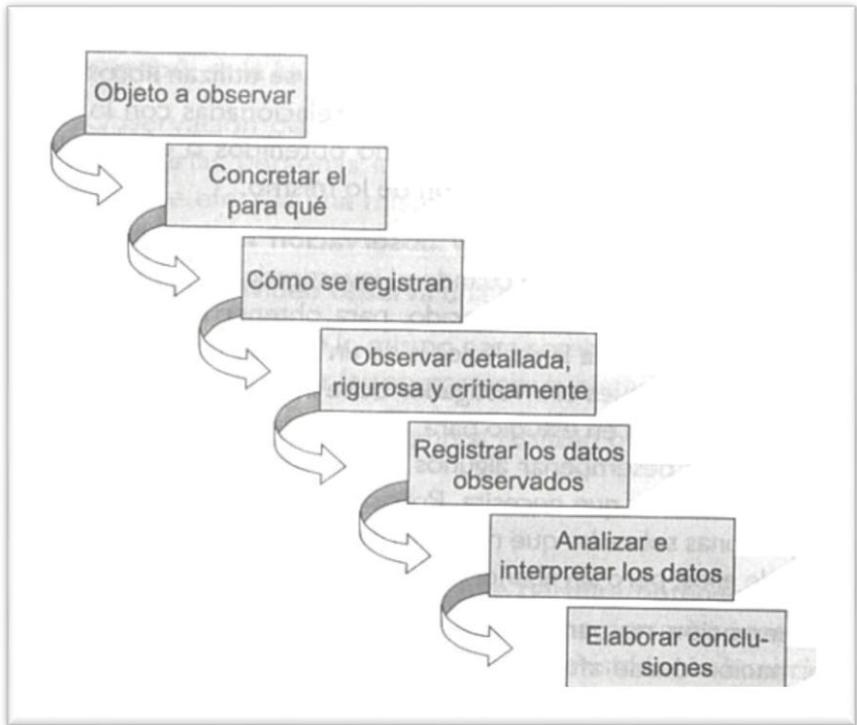


Figura 5. Pasos de la técnica de la observación

Fuente: Santa Paella Metodología de la investigación cuantitativa

3.5. Procedimientos

La elaboración de los adoquines de concreto en pavimento semirrígido incorporado con plástico PET en porcentajes de 5%, 10% y 25 % respectivamente, para lo cual ilustraré con la figura 6.



Figura 6. Proceso de fabricación y reciclaje del PET

Fuente: Elaboración propia

Podemos detallar algunos puntos con respecto a la producción de PET y el reciclaje, cómo inicia el proceso y cómo podríamos transformarla en un producto amigable con el medio ambiente.

Para conseguir el adoquín incorporado con 5%, 10% y 25% de PET, se tuvo que adquirir material particulado de PET para luego añadirlo al mortero para la mezcla correspondiente del trabajo de investigación.

3.6. Método de análisis de datos

Ya llegando a la obtención de datos codificados, las cuales se trasladan a una matriz y salvando en un archivo, el investigador procederá a analizarlos y consecuentemente a continuar con el procesamiento de la información usando software especializado en una computadora, en este caso se usará una hoja de cálculos conocida en off line, desde donde se podrá verificar los datos procesados para su posterior interpretación.

3.7. Aspectos éticos

Nuestro trabajo de investigación se ha realizado con toda la veracidad del caso, de esta forma generando confiabilidad y credibilidad de las informaciones recolectadas, analizadas, procesadas y finalmente interpretadas para su posterior divulgación del trabajo de investigación. Para ello se evidenciará con un banco de fotografías, fichas, entre otros en la parte de anexos del presente trabajo.

IV. RESULTADOS

Ubicación de la zona de estudio

Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021.

Ubicación

Se ubica en la Región Puno, Provincia de San Román, Distrito de San Miguel a 3824 msnm, en parte Sur del Perú. (15.47°S 70.15°W)

La ubicación precisa es en la Avenida Triunfo N° 820.

Los límites territoriales del distrito de San Miguel en la provincia de San Román del departamento de Puno, son los siguientes:

Por el Norte: limita con la provincia de Lampa y la provincia de Azángaro.

Por el Este: limita con la provincia de Huancané y el distrito de Caracoto.

Por el Sureste y Oeste: limita con el distrito de Juliaca. (32)

Clima

En Juliaca y el Distrito de San Miguel se limitan por una línea, es decir, están juntos comparten una misma avenida principal que es la avenida circunvalación, por lo que el clima es prácticamente igual que el tan conocido ciudad de Juliaca, los veranos son cortos, frescos, nublados y lluviosos; los inviernos de la misma forma son cortos, muy frío y mayormente despejados y está seco durante todo el año. Todo el año, la temperatura varía de -5 °C a 18 °C y muchas veces en el invierno la temperatura baja a menos de -10 °C o sube a más de 20 °C. (33)

Juliaca o lo mismo decir Distrito de San Miguel se caracteriza por ser un centro comercial más grande del Sur del Perú.

Detalle con la figura 7, la cual nos ubica mejor sobre nuestro trabajo de investigación.



Figura 7. Mapa de ubicación del Distrito de San Miguel
Fuente (32)

Resultados de laboratorio

Prosiguiendo con nuestra investigación, se han obtenido los siguientes resultados de los tres ensayos realizados, de compresión $f'c=245$ kg/cm², ensayo de flexión y de absorción, para ello previamente se tuvo que realizar el diseño de mezcla de concreto, análisis granulométrico por tamizado de acuerdo a la norma ASTM D-422 y gravedad específica y absorción concordado por norma ASTM C-128 y por supuesto no dejando de lado las NTP de nuestro país.

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c=240$ kg/cm², elaboramos 4 probetas de concreto con los criterios acordes a nuestra matriz de operacionalización, además, debo aclarar que cada probeta se ha elaborado tomando en cuenta las normas técnicas peruanas NTP 399.611.2017, es decir, primero una probeta con las características normales concordantes a la NTP, sin incorporar PET, otra probeta de concreto incorporando con PET al 5%, otra probeta de concreto incorporando 10% de PET y finalmente otra probeta de concreto

incorporando 25% de PET, de cada uno de las muestras se han ensayado 3 especímenes, es decir 3 para cada tiempo (7, 14, 28 días) realizamos este ensayo para demostrar y verificar la variación en las resistencias a la compresión del concreto. Veamos la figura 8.



Figura 8. Realizando el ensayo de compresión en el laboratorio

En la tabla 3 podemos apreciar la resistencia a la compresión.

Tabla 3. Resistencia a la compresión a los 7 días de edad

Muestra	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f' _b (kg-f/cm ²)	%
M-01 (0%)	E-1	15.10	10.20	5.30	154.02	27,420.00	178.03	72.66
	E-2	15.20	10.10	5.20	153.52	27,630.00	179.98	73.46
	E-3	15.20	10.00	5.10	152.00	26,710.00	175.72	71.72
M-02 (5%)	E-1	15.20	10.10	5.10	153.52	28,910.00	188.31	76.86
	E-2	15.10	10.20	5.20	154.02	28,530.00	185.24	75.61
	E-3	15.00	10.10	5.10	151.50	28,150.00	185.81	75.84
M-03 (10%)	E-1	15.20	10.10	5.20	153.52	30,720.00	200.10	81.68
	E-2	15.10	10.00	5.00	151.00	31,020.00	205.43	83.85
	E-3	15.20	10.10	5.00	153.52	30,970.00	201.73	82.34
M-04 (25%)	E-1	15.20	10.20	5.10	155.04	29,550.00	190.60	77.79
	E-2	15.10	10.10	5.20	152.51	28,220.00	185.04	75.53
	E-3	15.00	10.00	5.20	150.00	28,610.00	190.73	77.85

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar en la tabla 3 en donde las muestras y los ensayos nos dan a conocer la variación de resistencia a la compresión, se puede observar también que la muestra con incorporación de PET al 10% está resultando mejor que la muestra estándar o muestra patrón.

Podemos observar mejor en la siguiente figura 9.

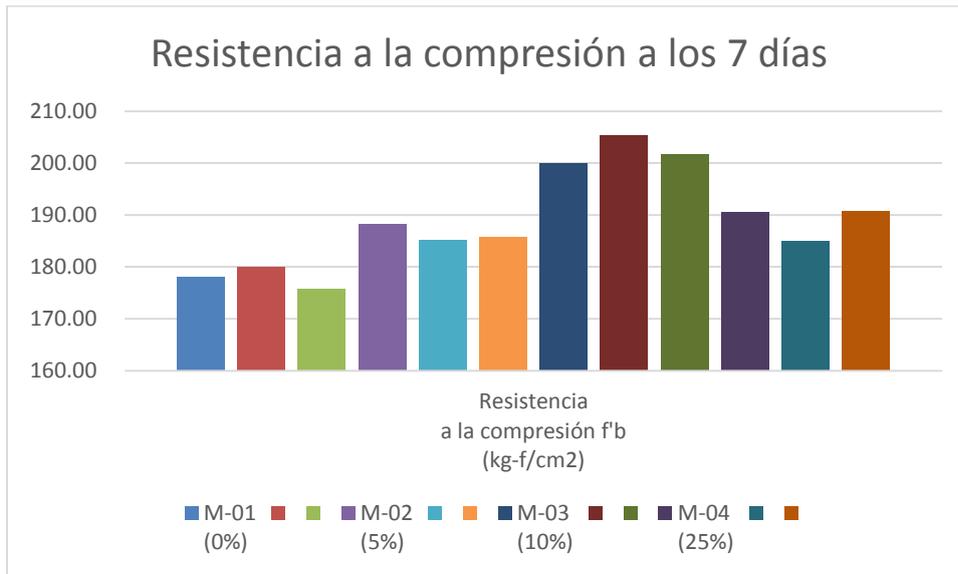


Figura 9. Resistencia a la compresión a los 7 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se aprecia hasta el momento que la mejor que comporta es la muestra con la incorporación de PET al 10%, la cual no quita ni anula a la muestra patrón, que en este caso de acuerdo a la NTP está siendo pertinente. Es una clara mejora de las propiedades de adoquín de concreto.

Ahora analicemos la resistencia a la compresión de 14 días de edad.

Para ello mostramos la siguiente tabla 4.

Tabla 4. Resistencia a la compresión a los 14 días

Muestra	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f'b (kg-f/cm ²)	%
M-01 (0%)	E-1	15.20	10.10	5.10	153.52	32,820.00	213.78	87.26
	E-2	15.20	10.20	5.10	155.04	33,840.00	218.27	89.09
	E-3	15.10	10.10	5.20	152.51	32,950.00	216.05	88.18
M-02 (5%)	E-1	15.10	10.20	5.20	154.02	33,710.00	218.87	89.33
	E-2	15.10	10.10	5.10	152.51	33,850.00	221.95	90.59
	E-3	15.10	10.00	5.00	151.00	33,390.00	221.13	90.26
M-03 (10%)	E-1	15.10	10.10	5.10	152.51	35,920.00	235.53	96.13
	E-2	15.10	10.20	5.10	154.02	36,120.00	234.51	95.72
	E-3	15.10	10.20	5.20	154.02	36,230.00	235.23	96.01
M-04 (25%)	E-1	15.10	10.10	5.20	152.51	34,280.00	224.77	91.74
	E-2	15.20	10.20	5.10	155.04	33,580.00	216.59	88.40
	E-3	15.10	10.10	5.10	152.51	33,690.00	220.90	90.16

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar en la tabla 4 que las muestras y los ensayos nos dan a conocer la variación de resistencia a la compresión $f'_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$, donde se puede observar que la muestra con incorporación de PET al 10% continúa resultando mejor con respecto a otras muestras. Lo ratificaremos con la siguiente figura 10.

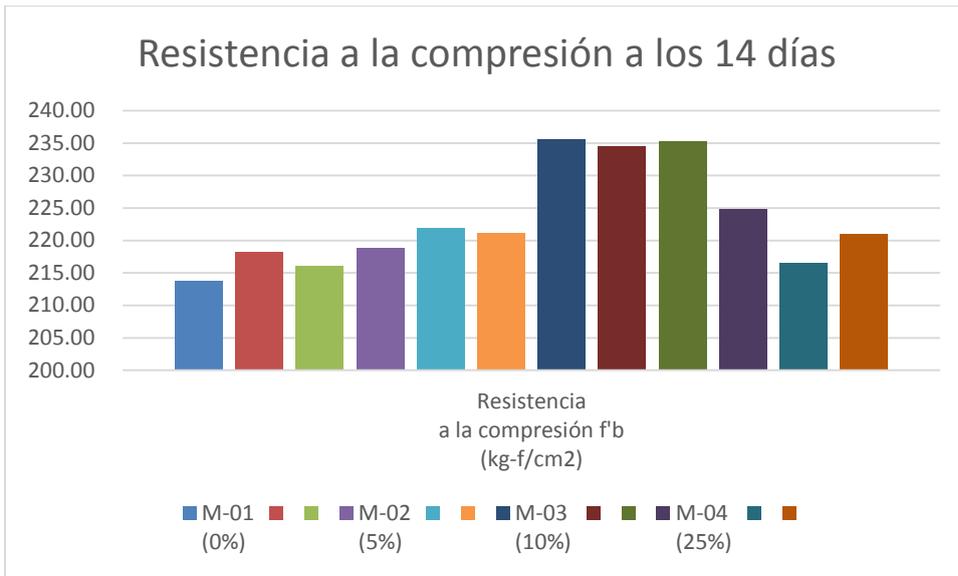


Figura 10. Resistencia a la compresión a los 14 días

Fuente: elaboración propia

En la figura 10 se aprecia que a los 14 días del adoquín incorporado con PET de acuerdo al ensayo realizado se puede observar que posee una mayor resistencia a la compresión respecto a los demás, este comportamiento con incorporación al 10% de PET resulta tener mayor resistencia a la compresión por lo tanto, hasta el momento sería recomendable su uso. Finalmente queremos verificar que la incorporación del PET en un 25% en el adoquín mejora en sus propiedades mecánicas para un pavimento semirrígido en 28 días, en la siguiente figura nos ilustra ampliamente.

Ahora veamos también la resistencia a la compresión pasado los 28 días de edad, para ello nos valdremos de la tabla 6.

Tabla 6. Resistencia a la compresión a los 28 días

Muestra	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f' _b (kg-f/cm ²)	%
M-01 (0%)	E-1	15.10	10.20	5.20	154.02	37,820.00	245.55	100.23
	E-2	15.00	10.10	5.20	151.50	38,260.00	252.54	103.08
	E-3	15.20	10.10	5.10	153.52	38,110.00	248.24	101.32
M-02 (5%)	E-1	15.00	10.10	5.10	151.50	38,960.00	257.16	104.96
	E-2	15.20	10.20	5.20	155.04	38,720.00	249.74	101.94
	E-3	15.20	10.10	5.10	153.52	39,240.00	255.60	104.33
M-03 (10%)	E-1	15.20	10.20	5.20	155.04	40,120.00	258.77	105.62
	E-2	15.15	10.10	5.20	153.02	41,280.00	269.78	110.11
	E-3	15.20	10.20	5.10	155.04	41,370.00	266.83	108.91
M-04 (25%)	E-1	15.20	10.20	5.10	155.04	39,370.00	253.93	103.65
	E-2	15.10	10.20	5.20	154.02	38,420.00	249.45	101.82
	E-3	15.20	10.20	5.20	155.04	38,450.00	248.00	101.22

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo de nuestro plan de investigación la tabla 6 nos muestra que, la incorporación de PET en un 25%, continúa siendo menor con respecto al anterior que poseía una incorporación en un 10%, el comportamiento mecánico y la resistencia a la compresión, esto significa que, a más porcentaje de incorporación de PET al adoquín de concreto tendrá menor resistencia a la compresión, por lo tanto no es recomendable superar más del 15% de incorporación de PET al concreto en los adoquines para un pavimento semirrígido.

Comparando los 3 porcentajes se puede observar lo siguiente, se aprecia mejor en la figura 11.

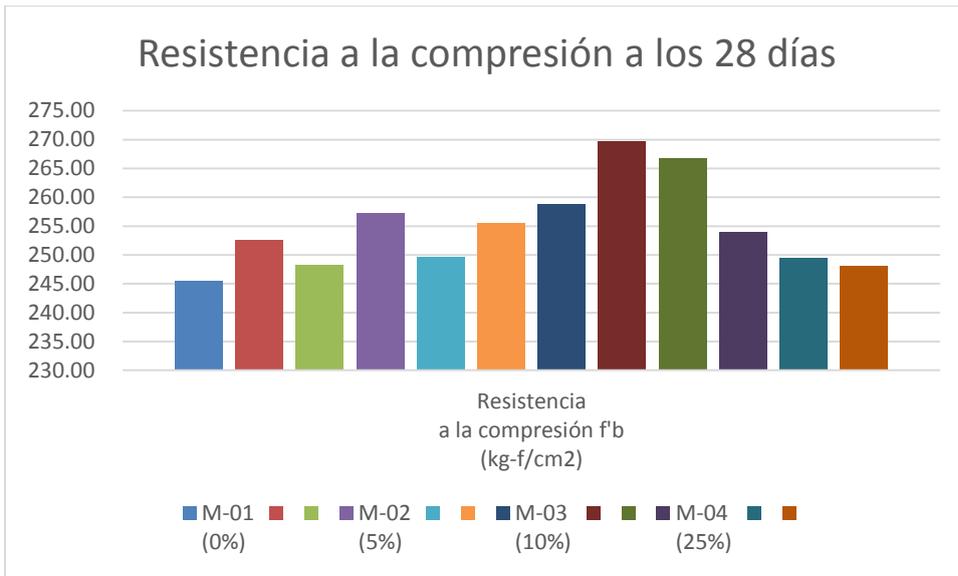


Figura 11. Resistencia a la compresión a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

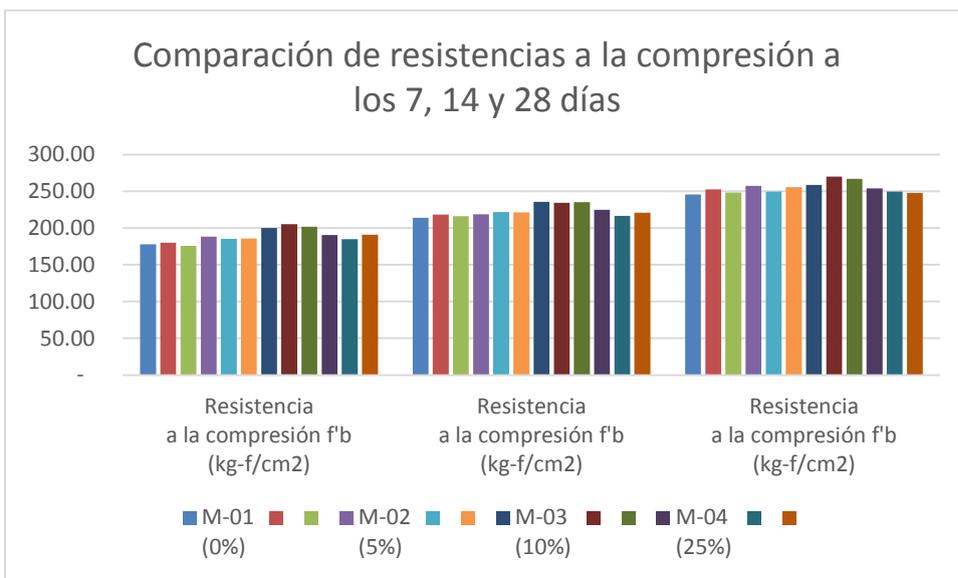


Figura 12. Comparación de resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 12, las resistencias a la compresión de las probetas sin incorporar y probetas con incorporación de 5%, 10% y 25% de PET para mejorar las propiedades mecánicas del adoquín del concreto en pavimento semirrígido, el concreto como se conoce mientras más tiempo está sumergido en agua adquirirá mayor resistencia a la compresión, en la figura 16 se observa que de 7 días hasta los 28 días va evolucionando su resistencia a la compresión, pero,

también se puede observar que, la probeta que estaba incorporado con un 10% de PET presenta mayor resistencia con respecto a los demás, entonces esto significa que hasta el 10% de incorporación de PET en adoquín de concreto para mejorar las propiedades mecánicas en pavimento semirrígido arroja un comportamiento de mejora esta propiedad mecánica del adoquín de concreto.

Veamos también con ese mismo detalle el ensayo de flexión, para ello tenemos los siguientes datos de la tabla 6 nos ilustrará mejor para el ensayo respectivo, adoquín patrón 9 probetas distribuidos equitativamente para los curados correspondientes de 7, 14 y 28 días respectivamente y para el resto de las probetas incorporadas con 5%, 10% y 25% de PET, para cada uno se tendrá 9 probetas y para los curados correspondientes, ello nos muestra la siguiente información.

Tabla 6. Ensayos a realizarse de acuerdo a edad de curado

Edad	Especímenes	Resistencia a la compresión		Resistencia a la flexión		Resistencia a la absorción		p=población n=muestra		Total por adoquín	
		p	n	p	n	p	n	p	n	p	n
7 días	Adoquín patrón	4	3	4	3	--	--	8	6	32	24
	Adoquín con 5% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
	Adoquín con 10% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
	Adoquín con 25% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
14 días	Adoquín patrón	4	3	4	3	--	--	8	6	32	24
	Adoquín con 5% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
	Adoquín con 10% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
	Adoquín con 25% de PET	4	3	4	3	--	--	8	6		
28 días	Adoquín patrón	4	3	4	3	4	3	12	9	48	36
	Adoquín con 5% de PET	4	3	4	3	4	3	12	9		
	Adoquín con 10% de PET	4	3	4	3	4	3	12	9		
	Adoquín con 25% de PET	4	3	4	3	4	3	12	9		
		48	36	48	36	16	12	80	60	112	84

Fuente: Elaboración propia

De esta tabla 6 se puede descomponerse la tabla 7, donde podemos observar los siguientes datos.

Tabla 7. Ensayo por flexión de la probeta a los 7 días

Muestra	Espécimen	Carga de rotura (kg-f)	Distancia entre apoyos	Ancho (cm)	Altura (cm)	f'tb (kg/cm ²)
M-01 (0%)	E-1	534.00	10.0	10.2	5.1	30.19
	E-2	492.00	10.0	10.1	5.0	29.23
	E-3	512.00	10.0	10.0	5.0	30.72
M-02 (5%)	E-1	791.00	10.0	10.1	5.0	46.99
	E-2	787.00	10.0	10.2	5.1	44.50
	E-3	805.00	10.0	10.0	5.0	48.30
M-03 (10%)	E-1	1,062.00	10.0	10.1	5.2	58.33
	E-2	1,125.00	10.0	10.1	5.1	64.24
	E-3	1,156.00	10.0	10.2	5.1	65.36
M-04 (25%)	E-1	1,624.00	10.0	10.0	5.0	97.44
	E-2	1,702.00	10.0	10.1	5.1	97.18
	E-3	1,683.00	10.0	10.1	5.1	96.10

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 7 podemos apreciar que después de haberse practicado el ensayo por flexión a los 7 días, la resistencia aumenta a medida que se incorpora más PET a la probeta, pues se hace más flexible, de modo que resulta muy bien como adoquín que mejora las propiedades mecánicas para el pavimento semirrígido, veamos la evolución. En la siguiente figura 13.

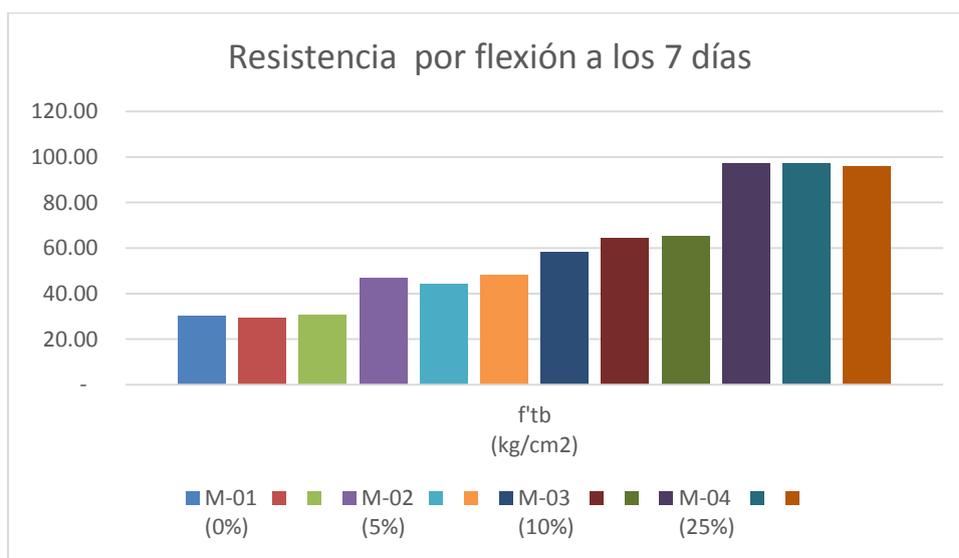


Figura 13. Resistencia por flexión a los 7 días

Fuente: Elaboración propia

En seguida veamos también en la tabla 8 cuando las probetas se curan pasado los 14 días, analicemos en la siguiente figura.

Tabla 8. Resistencia por flexión a los 14 días

Muestra	Especimen	Carga de rotura (kg-f)	Distancia entre apoyos	Ancho (cm)	Altura (cm)	ftb (kg/cm ²)
M-01 (0%)	E-1	715.00	10.0	10.1	5.2	39.27
	E-2	675.00	10.0	10.2	5.1	38.16
	E-3	738.00	10.0	10.1	5.1	42.14
M-02 (5%)	E-1	972.00	10.0	10.2	5.1	54.96
	E-2	1,024.00	10.0	10.1	5.2	56.24
	E-3	1,054.00	10.0	10.2	5.1	59.59
M-03 (10%)	E-1	1,262.00	10.0	10.2	5.1	71.35
	E-2	1,387.00	10.0	10.0	5.0	83.22
	E-3	1,368.00	10.0	10.1	5.0	81.27
M-04 (25%)	E-1	1,924.00	10.0	10.2	5.1	108.78
	E-2	2,021.00	10.0	10.2	5.2	109.91
	E-3	2,016.00	10.0	10.2	5.0	118.59

Fuente: Elaboración propia

Revisando la tabla 8 se muestra muy similar a la anterior, es decir, la resistencia por flexión pasado los 14 días, va en aumento, por lo que, podemos deducir es que más material PET se incorpora podrá adquirir mayor resistencia por flexión, hasta el momento tenemos una evolución de la resistencia por flexión, con la Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido, continuemos verificando este comportamiento en la siguiente figura 14.

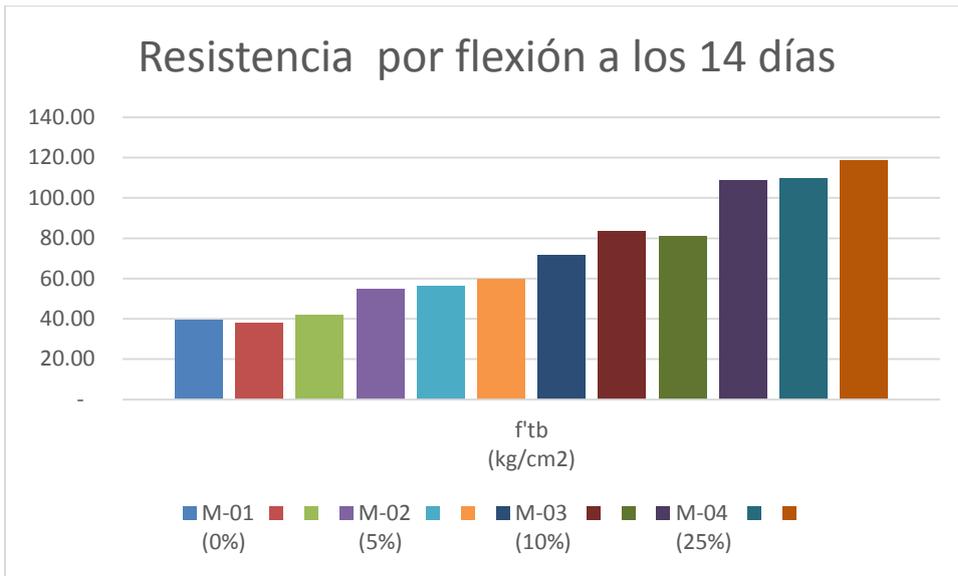


Figura 14. Resistencia por flexión a los 14 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 apreciamos que hay una evolución significativa de la resistencia por flexión pasado los 14 días, entonces hasta el momento nos da una idea de que a mayor incorporación de material plástico a un concreto de adoquín, hay mayor resistencia por flexión.

Para poder ratificar y concluir el ensayo a las probetas de adoquín de concreto para mejorar las propiedades mecánicas para pavimento semirrígido está resultando adecuadamente positivo. Para ello presentamos la siguiente tabla 9.

Tabla 9. Resistencia por flexión a los 14 días

Muestra	Especimen	Carga de rotura (kg-f)	Distancia entre apoyos	Ancho (cm)	Altura (cm)	f _{tb} (kg/cm ²)
M-01 (0%)	E-1	934.00	10.0	10.0	5.2	51.81
	E-2	924.00	10.0	10.0	5.1	53.29
	E-3	1,021.00	10.0	10.2	5.1	57.73
M-02 (5%)	E-1	1,162.00	10.0	10.1	5.1	66.35
	E-2	1,282.00	10.0	10.2	5.2	69.72
	E-3	1,314.00	10.0	10.1	5.1	75.03
M-03 (10%)	E-1	1,426.00	10.0	10.1	5.1	81.42
	E-2	1,525.00	10.0	10.2	5.0	89.71
	E-3	1,632.00	10.0	10.1	5.0	96.95
M-04 (25%)	E-1	2,165.00	10.0	10.2	5.1	122.41
	E-2	2,198.00	10.0	10.1	5.2	120.72
	E-3	2,165.00	10.0	10.3	5.0	126.12

Fuente: Elaboración propia

Pasado los 28 días, se le aplica el ensayo de resistencia por flexión y como vemos en la tabla 9 que, los resultados nos indican una vez más que hay un mayor aumento de la resistencia por flexión, en todo caso, podemos concluir que cuanto existe mayor incorporación de plástico PET, como consecuencia tendremos mayor resistencia por flexión en este caso de las probetas que tienen estas características de incorporación de PET. Como podemos verificar en la siguiente figura 15.

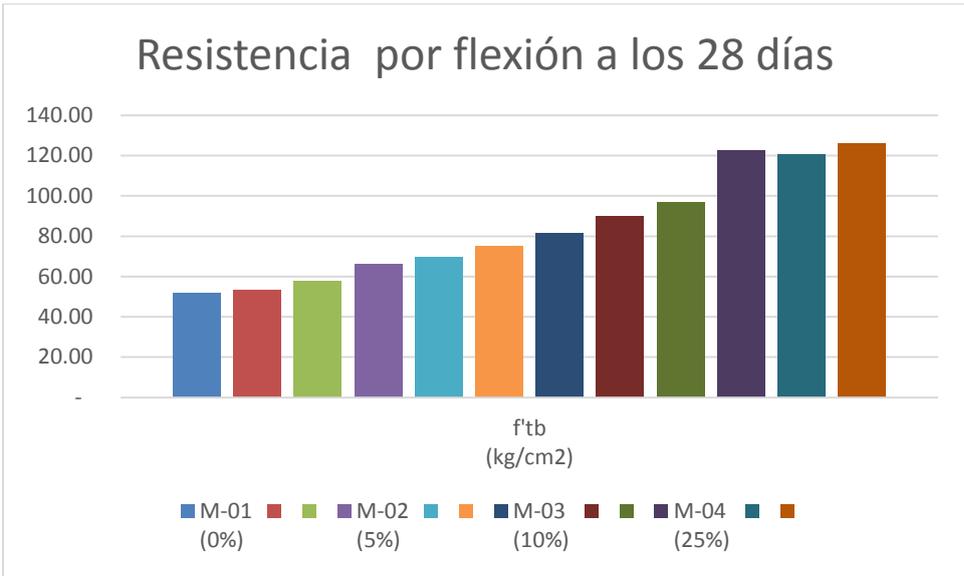


Figura 15. Resistencia por flexión a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

Definitivamente al incorporar PET a las probetas en sus correspondientes porcentajes, la probeta adquirirá mayor resistencia mecánica por flexión, la cual mejora notablemente la resistencia por flexión. Ahora vamos a comparar estas edades, cuánto han evolucionado en su comportamiento de la resistencia por flexión. Como podemos apreciar en figura 15.

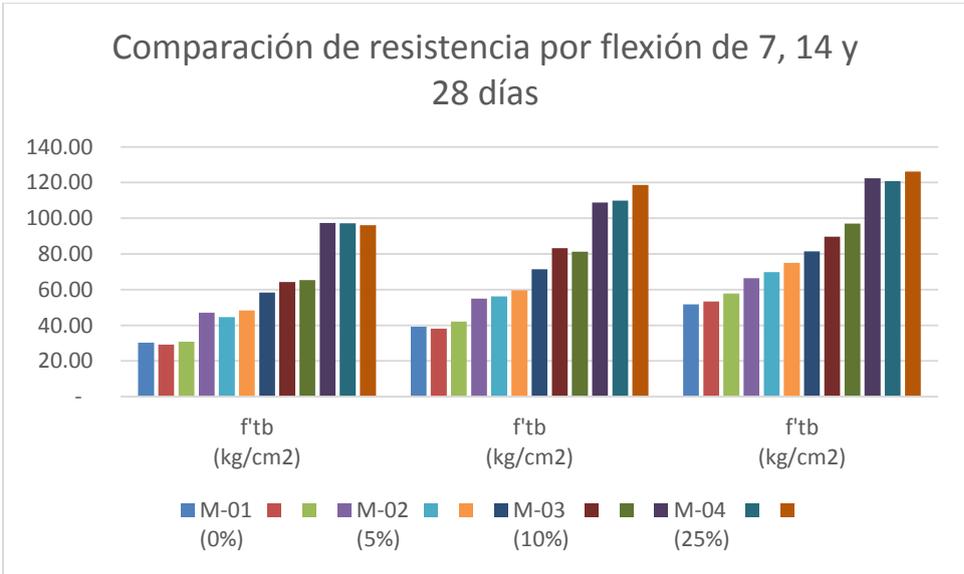


Figura 16. Comparación de la resistencia por flexión.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 16 se puede verificar que hay una notable evolución de la resistencia por flexión, a medida que el concreto fue endureciéndose, también fue aumentando la resistencia por flexión, también observamos que la probeta patrón ha evolucionado hasta el día 28 en un 100% aproximadamente, en cambio las probetas incorporadas con plásticos PET evolucionaron tremendamente solo hasta el día 14 llegó a su resistencia por flexión máxima , es decir, la incorporación de plástico PET ha mejorado bastante las propiedades del adoquín de concreto para un pavimento semirrígido.

Prosiguiendo con el trabajo de los ensayos correspondientes en este caso de ensayo de absorción, la que nos permite conocer si es aceptable las muestras que se presentan, de tal forma que el material a utilizarse tengas las características a los criterios de nuestra investigación. En la tabla 10 se aprecia que no excede el límite permitido, por lo que es viable la absorción del ensayo de manera positiva.

Tabla 10. Ensayo de absorción

Muestra	Espécimen	Ws Peso seco (gr)	Wa Peso saturado 24h (gr)	We 5h ebull.	Absorción %	Absorción Máxima %	Coef. Saturación %
M-01 (0%)	E-1	2,258.0	2,514.0	2,702.0	11.34%	19.66%	0.58
	E-2	2,264.0	2,564.0	2,692.0	13.25%	18.90%	0.70
	E-3	2,269.0	2,534.0	2,647.0	11.68%	16.66%	0.70
M-02 (5%)	E-1	2,230.0	2,453.0	2,532.0	10.00%	13.54%	0.74
	E-2	2,226.0	2,465.0	2,564.0	10.74%	15.18%	0.71
	E-3	2,241.0	2,444.0	2,594.0	9.06%	15.75%	0.58
M-03 (10%)	E-1	2,142.0	2,325.0	2,415.0	8.54%	12.75%	0.67
	E-2	2,135.0	2,312.0	2,395.0	8.29%	12.18%	0.68
	E-3	2,128.0	2,284.0	2,363.0	7.33%	11.04%	0.66
M-04 (25%)	E-1	1,949.0	2,082.0	2,142.0	6.82%	9.90%	0.69
	E-2	1,952.0	2,084.0	2,134.0	6.76%	9.32%	0.73
	E-3	1,955.0	2,071.0	2,135.0	5.93%	9.21%	0.64

Fuente: Elaboración propia

Esto podemos corroborar con la siguiente figura 17.

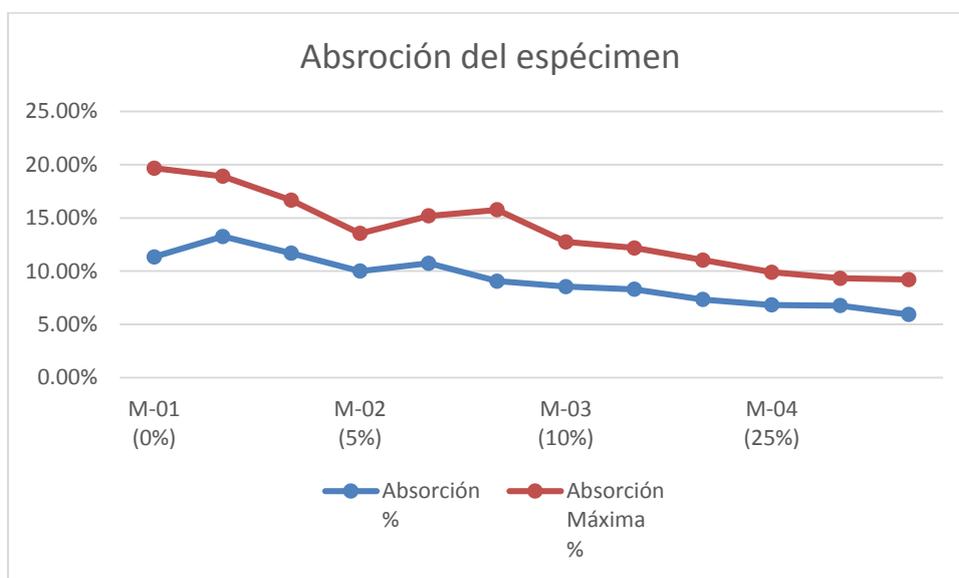


Figura 17. Absorción del espécimen

Fuente: Elaboración propia

En la figura 17 claramente se visualiza que el espécimen es seco y natural, absorberá mayor elemento líquido lo cual no es ideal y cuando se le somete a una absorción máxima, se acerca al límite máximo lo cual tiende a que muestra empiece a fallar, en cambio el espécimen es incorporado con plástico de PET en sus porcentajes de 5%, 10% y 25% la absorción se reduce cada vez, la cual genera dos aspectos importantes, uno es conveniente el espécimen absorba menos, pues, trabajaría mejor en zonas húmedas, en todo caso el espécimen que tienen una incorporación de 10% se comportaría mejor, porque estaríamos dentro del límite permitido por las NTP 331.017, de esta forma nos aseguramos que el espécimen no tendría mayores problemas, generando la confianza en la mejora de las propiedades del adoquín de concreto para pavimentos semirrígidos.

V. DISCUSIÓN

Abordando la Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021, con los resultados ya detallados en líneas arriba, podemos presentar a investigadores como Martinez y Cote ellos abordan en su investigación de cómo resulta el comportamiento de un ladrillo incorporando un porcentaje, de la cual reflejó los siguientes datos de resistencia a la compresión: (34)

Tabla 11. Resistencia de compresión en la elaboración de ladrillos.

	M3 (kgf)	M3 (kgf)	M3 (kgf)	M3 (kgf)	M3 (kgf)
Prueba I	9300	8700	4610	2390	365
Prueba II	9580	8480	4980	2060	420
Prueba III	9660	8100	5600	1100	450

Fuente: (34)

En la tabla 11 se puede observar que las pruebas I, II y III donde se puede apreciar que el ladrillo que posee mayor cantidad de ladrillo posee mayor resistencia a la compresión, (34) en cambio la investigación que hemos abordado es que los especímenes no le damos mayor destaque, pues nuestro objetivo no es controlar la cantidad de ladrillo, sino, es observar qué porcentaje de plástico PET sería el adecuado para elaborar adoquines de concreto para mejorar las propiedades mecánicas del adoquín, además para nosotros la variables es PET y propiedades mecánicas, de manera que, las argumentaciones que plantean los autores no necesariamente pueden coincidir, además, los dos proyectos no son coherentes debido a que los objetivos son diferentes.

Existen también investigadores como García y Vigo, que plantean que el uso del plástico PET mejora en la elaboración de ladrillo de concreto armado, coincidimos en este aspecto, porque, la mezcla que usan son muy similares a las de nuestro trabajo de investigación, además, realiza ensayos a la compresión donde obtiene resultados positivos. (35)

También debo mencionar que Di Marco, el especialista de Bucaramanga Colombia, plantea un Diseño y elaboración de adoquines de bajo coste y material PET para

comunidades rurales, donde incorporando a la mezcla un 5% de PET escamado sustituyendo al mismo porcentaje de árido del volumen de adoquín, el nuevo adoquín con PET sobrepasa los límites de resistencia que los adoquines tradicionales, de esta forma se demuestra que la incorporación de plástico PET mejora las propiedades mecánicas del adoquín. (36) A la cual nosotros coincidimos de acuerdo a nuestros resultados de investigación en sus diferentes porcentajes de adición de PET en un adoquín de concreto, siempre tomando muy en cuenta las NTP.

Siempre con el ánimo de clarificar tenemos otro expositor Cabanillas, plantea la influencia del PET en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto, para ello realiza todas las pruebas pertinentes para demostrar la influencia del PET, donde se observó que, al utilizar el plástico reciclado, se pudo ver una influencia bastante significativa, pues, solo se ha reemplazado el peso de la arena por plástico reciclado llegando a un 30% de reemplazo y se pudo observar que había una caída en la resistencia de flexotracción en el adoquín en un tiempo de 28 días. Igualmente debemos mostrarle que cuando se observó el adoquín en 10% de incorporación de plástico PET en vez de arena, todavía se mantenía con los valores permisibles llegando a la conclusión que en un 10% de incorporación de plástico reciclado PET dio un mejor resultado en el comportamiento de sus propiedades mecánicas del adoquín de concreto permitiendo reciclar y ser bastante amigables con la naturaleza. (37)

A dicha conclusión como uno de que esta también involucrado, tenemos bastantes coincidencias, porque, una de las proporciones de Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021, es de 10% de plástico reciclado, a la cual se han realizado los ensayos correspondientes de sus propiedades mecánicas del adoquín, en esta parte esta investigación coincide en la resistencia a la tracción, lo cual demuestra una vez más el comportamiento en la mejora de sus propiedades físico mecánicas del adoquín elaborado con PET.

Otro de los proyectos que es oportuno resaltar desarrollado por Di marco y Leon quienes pretendieron diseñar y elaborar ladrillo incorporando PET, un material muy abundante en cualquier parte del planeta, de modo tal, que podemos reciclar para crear un nuevo producto que sea útil y que a la vez coadyuve en el cuidado del medio ambiente. Y precisamente el PET cumple estos requisitos para poder reciclarlos con el objetivo de evaluar las propiedades mecánicas de resistencia y absorción del bloque incorporando fibras de plástico reciclado, las cuales reemplazarían el material granular, para ello, se ha adicionado 20% de PET reciclado. Luego del ensayo se puede decir con certeza que adicionar fibras como Tereftalato de Polietileno reciclado, definitivamente hay una mejora en la manejabilidad del mortero, por lo que es viable la incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado como materia prima. (38)

A la cual coincido con esta conclusión, debido a que una vez más se ha comprobado que el PET posee las características adecuadas para formar parte como material o espécimen de una mortero para la elaboración de bloques, adoquines entre otras.

No solamente es mostrar sobre el comportamiento de las propiedades físico mecánicas del adoquín, bloque o ladrillo de concreto, sino que también, es menester conocer que los materiales plásticos reciclados pueden ser de mucha utilidad como para la autoconstrucción de viviendas o emprender un negocio, como el caso que nos presenta Gaggino, quien propone que podría ser parte de un emprendimiento que aportaría en la economía de la población, (39) esto en la actualidad está en práctica muchas de las familias se dedican a esta actividad, el material que compré para poder elaborar mis probetas justamente tuve que conocer cómo trituran el PET para poder ser reciclado.

» Producción por materia prima al 2017

Datos estimados en base a la materia prima importada que no se elabora en el país

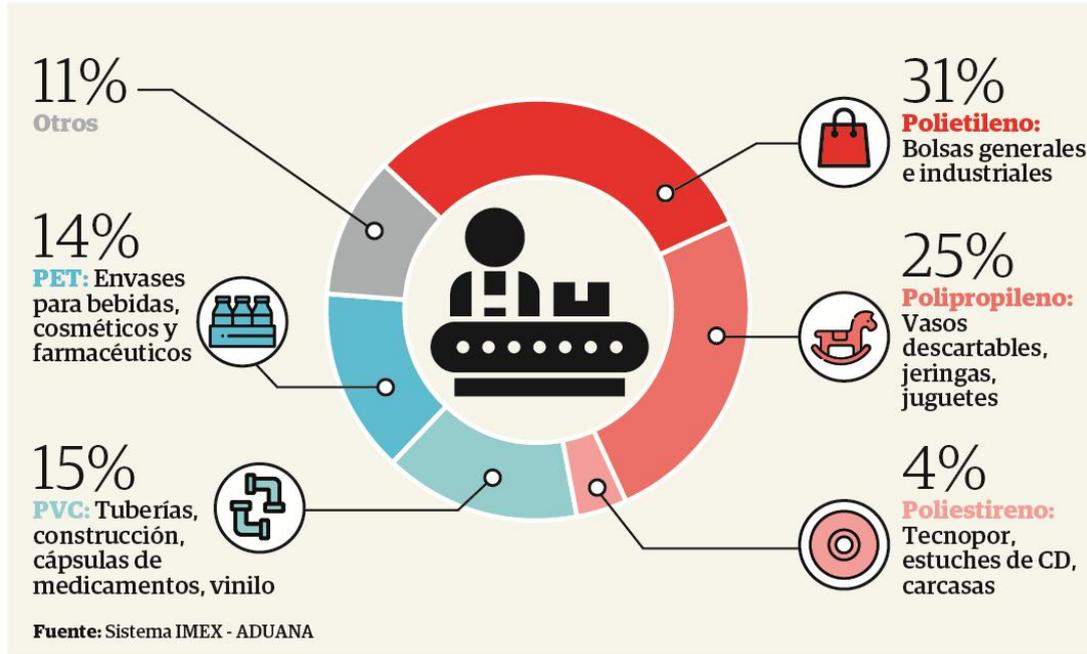


Figura 18. Producción de plástico al 2017

Fuente: Diario Correo (40)

VI. CONCLUSIONES

Uno de los objetivos de nuestra investigación es determinar la influencia de la incorporación de plástico de PET para mejorar la resistencia de la compresión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021, para poder conseguir y ratificar nuestro propósito. Se han seleccionado el material particulado de PET reciclado, la cual fue comprada de uno de los recicladores que a la vez desarrolla el picado de dicho material, de igual forma el resto de los materiales ya conocidos como el cemento, agregado fino y grueso a las cuales se desarrolló el diseño de mezclas de concreto, igualmente se practicó el ensayo de absorción y demás ensayos correspondientes, en seguida, se procedió a preparar la mezcla y llegando a elaborar el adoquín de concreto patrón, de igual forma se han elaborado los adoquines de concreto, incorporando PET particulado en 5%, 10% y 25% respectivamente las cuales se les aplicó el ensayo de resistencia a la compresión después de 7 días, donde se pudo apreciar que de todas las muestras, una de las muestras que poseía una incorporación de 10% de PET se comportaba sobrepasando los requisitos mínimos necesarios, lo cual nos muestra que con una resistencia de $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ resultó una mejora de sus propiedades hasta el momento.

Determinar la influencia de la incorporación de plástico de PET para mejorar la resistencia a la flexión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021, es otro de los objetivos que se persigue, con las mismas condiciones y demás características, en el ensayo de flexión se ha podido observar en sus 3 edades (7, 14 y 28 días) que a mayor cantidad de incorporación de plástico PET mayor resistencia por flexión el de 25% de incorporación de PET.

Determinar la influencia de la incorporación de plástico de PET para mejorar las resistencias a la absorción del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021, claro, en este ensayo podemos apreciar como resultado se tuvo lo siguiente; que, a mayor incorporación de PET la absorción es menor, lo que nos indica que la incorporación de plástico de PET mejora las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido, sobrepasando los límites mínimos permitidos de acuerdo a la norma NTP 399.611.2017.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que las investigaciones futuras tengan reglamentadas con normas correspondientes sobre la incorporación de PET de tal forma coadyuvaría en el cuidado del medio ambiente.

Se recomienda también que el material reciclado sea reglamentado cómo se debe de procesar, reciclar y que las empresas embotelladoras también tengan personal especializado y sus laboratorios para su correspondiente reutilización de este polímero.

De la misma manera se recomienda también que cada estudiante investigador plantee su proyecto de tesis en el campo del reciclaje químico y mecánico.

REFERENCIAS

1. Historia y arqueología. Las calzadas romanas: el origen de nuestras carreteras [en línea] [fecha de consulta: 02 agosto 2021]. Disponible en <http://www.historiayarqueologia.com/2018/10/las-calzadas-romanas-el-origen-de.html>
2. Vías romanas [en línea] [fecha de consulta: 02 agosto 2021]. Disponible en <https://www.viasromanas.net/>
3. NTP 339.033 2015, 339.214. 2007
4. A cerca de PET [en línea] [fecha de consulta: 12 agosto 2021]. Disponible en <https://www.kerwa.ucr.ac.cr>
5. Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto. [en línea] [fecha de consulta: 14 agosto 2021]. Disponible en <http://www.scielo.org.co>
6. Análisis Técnico, Económico y Medioambiental de la Fabricación de Bloques de Hormigón con Polietileno Tereftalato Reciclado (PET) c https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000500025&script=sci_arttext&tlng=p
7. Elaboración de Ladrillos Ecológicos a base de Polietileno. [en línea] [fecha de consulta: 15 agosto 2021]. Disponible en <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/ciya/article/view/74>
8. Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET. [en línea] [fecha de consulta: 16 agosto 2021]. Disponible en <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/493>
9. Agregado alternativo para fabricación de bloques y adoquines en base de Polietileno Tereftalato. [en línea] [fecha de consulta: 18 agosto 2021]. Disponible en <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3968>
10. Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado, Ayrton Pastor Castillo, Jean Pierre Salazar Oliva, Ricardo Seminario Regalado, Andrés Tineo Camacho, Jean Carlo Zapata Valladolid, 2015, Universidad de Piura. [en línea] [fecha de consulta: 10 agosto 2021]. Disponible en <https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2343/5.%20PYT%2C%20Informe%20Final%2C%20Cemento%20y%20PI%2C%20A1stico.pdf?sequence=>

[1&isAllowed=y](#)

11. Comparación de las propiedades físico – mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de PVC, Cajamarca, 2015. [en línea] [fecha de consulta: 12 julio 2021]. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6650?show=full>
12. Elaboración de adoquines de concreto con material de demolición para tránsito peatonal – Villa El Salvador 2019. [en línea] [fecha de consulta: 12 julio 2021]. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47023?locale-attribute=es>
13. Incorporação de fibra de garrafa pet em concreto como aditivo. . [en línea] [fecha de consulta: 18 agosto 2021]. Disponible en <http://www.itpacporto.com.br/arquivos/biblioteca/Incorpora%C3%A7%C3%A3o%20de%20fibra%20de%20garrafa%C2%A0%20pet....pdf>
14. Estudo das propriedades mecânicas de compósitos obtidos através da incorporação do pet moído em microconcreto endurecido. [en línea] [fecha de consulta: 18 julio 2021]. Disponible en <https://periodicos.utfpr.edu.br/recc/article/download/6614/4265>
15. Profesor asistente del departamento de Ingeniería Civil del Instituto Bannari Amman de Tecnología, Sathyamangalam-638 401, India [en línea] [fecha de consulta: 12 julio 2021]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/349331462_Study_on_plastic_pet_bottles_characteristics_to_develop_eco-friendly_plastic_paver_blocks/link/60725bbfa6fdcc5f77983bdf/download
16. PET [en línea] [fecha de consulta: 18 julio 2021]. Disponible en [https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html#:~:text=El%20PET%20\(polietil%C3%A9n%20tereftalato\)%20pertenece,para%20la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20fibras.](https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html#:~:text=El%20PET%20(polietil%C3%A9n%20tereftalato)%20pertenece,para%20la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20fibras.)
17. Fabricación de poliéster [en línea] [fecha de consulta: 15 julio 2021]. Disponible en <https://www.cresca.upc.edu/sites/default/files/docs/1.%20Grup%20BIOSEDA.pdf>
18. GUÍA SOBRE EL PLÁSTICO: USO, TOXICIDAD Y RECICLAJE [en línea] [fecha de consulta: 15 julio 2021]. Disponible en <https://wellwo.es/tipos-de->

[plastico/](#)

19. Diseño de adoquines de concreto con incorporación del PET para vías vehiculares de tránsito ligero en el distrito de El Agustino – 2018 [en línea] [fecha de consulta: 1 julio 2021]. Disponible en https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_c20eaaaedb9407fb0e80f05304d58fbb/Description#tabnav
20. Resistencia de materiales, Introducción a la resistencia de los materiales 3ra ed. Madrid. McGraw-Hill, 2007, pp. 1. ISBN: 978-84-481-5633-6.
21. Diccionario de la Real Academia Española [en línea] [fecha de consulta: 8 julio 2021]. Disponible en <https://dle.rae.es/dosificar?m=form>
22. Las Ventajas de los Adoquines de Concreto – Pavitex [en línea] [fecha de consulta: 7 julio 2021]. Disponible en <https://pavitex.cl/las-ventajas-los-adoquines-concreto/>
23. NTP 399.611 [en línea] [fecha de consulta: 5 agosto 2021]. Disponible en <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/521880/-208750987831870032720200213-14458-1ez01zl.pdf>
24. Adoquines de concreto supermix [en línea] [fecha de consulta: 12 agosto 2021]. Disponible en https://www.supermix.com.pe/files/dip_adoquines.pdf
25. Todoeldia.[en línea] [fecha de consulta: 3 agosto 2021]. <https://www.todoeldia.com/index.php/2020/08/25/las-lajitas-avanza-con-reciclado-plastico-y-hace-adoquines/>
26. Análisis de las características físicas-mecánicas del adoquín con polietileno tereftalato reciclado y adoquín convencional tipo I [en línea] [fecha de consulta: 3 agosto 2021]. <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/923/MISAEEL%20FERNANDEZ%20GARCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
27. Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano. I [en línea] [fecha de consulta: 3 agosto 2021]. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2550/BARRANTES%20VILLANUEVA%2C%20Jorge%20Alejandro%2C%20HOLGUIN%20ROMERO%2C%20Rita.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
28. Metodología de la investigación. [en línea] [fecha de consulta: 19 agosto

- 2021].
http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
29. Metodología de la investigación . [en línea] [fecha de consulta: 13 agosto 2021]. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
30. El proceso de la investigación científica. [en línea] [fecha de consulta: 45 junio 2021]. <http://evirtual.uaslp.mx/ENF/220/Biblioteca/Tamayo%20Tamayo-EI%20proceso%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica2002.pdf>
31. Metodología de la investigación cuantitativa. [en línea] [fecha de consulta: 21 junio 2021]. <https://bibliotecavirtualupel.blogspot.com/2016/09/metodologia-de-la-investigacion.html>
32. Diario Oficial El Peruano. [en línea] [fecha de consulta: 18 junio 2021]. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-de-creacion-del-districto-de-san-miguel-en-la-provincia-d-ley-n-30492-1409577-1/>
33. Weather Spark. [en línea] [fecha de consulta: 13 junio 2021]. <https://es.weatherspark.com/y/26601/Clima-promedio-en-Juliaca-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>
34. Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET. [en línea] [fecha de consulta: 18 agosto 2021]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4974825>
35. Revisión sistemática sobre la utilización de plástico reciclado (PET) en la elaboración de ladrillo de concreto armado [en línea] [fecha de consulta: 18 agosto 2021]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/15028>
36. Diseño y Elaboración de un Sistema de Adoquines de Bajo Costo y Material Reciclado para Construcciones en Núcleos Rurales. [en línea] [fecha de consulta: 18 agosto 2021]. https://www.researchgate.net/publication/296622415_Disenoy_elaboracion_de_un_sistema_de_adoquines_de_bajo_costo_y_material_reciclado_para_construcciones_en_nucleos_rurales/fulltext/56eba53708ae9dcdd82ae72c/Diseno-y-elaboracion-de-un-sistema-de-adoquines-de-bajo-costoy-material-reciclado-para-construcciones-en-nucleos-rurales.pdf

37. Influencia del pet reciclado en la resistencia a la compresión de adoquines convencionales en la ciudad de trujillo, 2020. [en línea] [fecha de consulta: 19 agosto 2021].
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24147/Cabanillas%20Hernandez%20Harold%20Brando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
38. Ladrillos con adición de PET. [en línea] [fecha de consulta: 19 agosto 2021].
<http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2017/5sim/39D.pdf>
39. Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. [en línea] [fecha de consulta: 19 agosto 2021].
<http://www.arpet.org/docs/Ladrillos-y-placas-prefabricadas-con-plasticos-reciclados-Gaggino.pdf>
40. Producción de plásticos en el Perú alcanzará el millón de toneladas este año. [en línea] [fecha de consulta: 19 agosto 2021].
<https://diariocorreo.pe/economia/produccion-de-plasticos-en-el-peru-alcanzara-el-millon-de-toneladas-este-ano-848406/>

ANEXOS

ANEXO 1

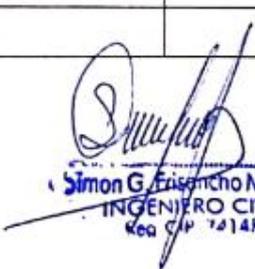
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

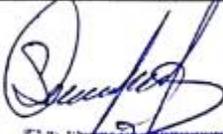
ANEXO 1: Matriz de operacionalización						
Título: Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021						
Tesis: Esteban Marcos Llica Risalazo						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	
INDEPENDIENTE	V1 TELEFTALATO DE POLIETILENO	Es un polímero que se obtiene químicamente entre el etilenglicol y el ácido tereftálico. (Universidad de Costa Rica - Kerwa)	Posee características de transparencia, resistencia a la corrosión y alta resistencia al desgaste, es una barrera a CO ₂ , también es barrera a O ₂ y la humedad, compatible con diferentes materiales, reciclable y aprobado para el uso de productos alimenticios.	Resistencia	diametro de trituración (particulado)	De razón
DEPENDIENTE	V2 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN	Son propiedades propias físicas y mecánicas que posee el adoquín de concreto, que por su naturaleza, puede cambiar relativamente su peso, dureza y resistencia. (Karen E. Caballero M.-- Universidad Tecnológica de Panamá)	Estas propiedades físicas y mecánicas son muy valiosas cuando empezamos a usar estos materiales, para luego someter a ensayos como Resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, ensayo de absorción las cuales nos permitirán tomar una decisión.	Resistencia de compresión	Ensayo a la compresión testigos adoquines f _c =245kg/cm ²	De razón
				Resistencia a la flexión	Ensayo de flexión con testigos de adoquines f _c =245kg/cm ²	De razón
				Porcentaje de absorción	Ensayo de absorción	De razón

ANEXO 2

MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 1: Matriz de consistencia							
Título: Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021							
Tesis: Esteban Marcos Lica Risalazo							
Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera influye la Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la influencia de la Incorporación de plástico de PET para mejorar las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>la incorporación del plástico PET influye en la mejora de las propiedades del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021</p>	V1		Resistencia	diámetro de trituración	NTP 399.613 Norma E
			INDEPENDIENTE					TELEFALATO DE POLIETILENO		dosificación	diseño de mezcla 5% 10% 25%	ACI
<p>Problemas Específicos:</p> <p>¿De qué manera influye la Incorporación de plástico de PET para mejorar la resistencia de la compresión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar la influencia de la Incorporación de plástico de PET para mejorar la resistencia de la compresión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>la incorporación del plástico PET influye en la mejora de la resistencia de la compresión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021</p>	V2		resistencia la compresión	Ensayo a la compresión testigos cilíndricos	NTP 399.613 Norma E 070
<p>¿De qué manera influye la incorporación de plástico de PET para mejorar la resistencia a la flexión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021?</p>	<p>Determinar la influencia de la Incorporación de plástico de PET para mejorar la flexión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021</p>	<p>la incorporación del plástico PET influye en la mejora de la resistencia a la flexión del adoquín de concreto en pavimento semirrígido Juliaca-Puno 2021</p>	V2		porcentaje a la absorción	ensayo de absorción	NTP 399.613 Norma E 070

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
RESPONSABLE	LLICA RISALAZO, ESTEBAN MARCOS				 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FECHA					
LUGAR					
ENSAYO	GRANULOMETRÍA				
PESO INICIAL DE LA MUESTRA					
Peso inicial de la muestra peso de la muestra después del secado en horno					gr
Tamiz	Abertura mm	Peso retenido gr	Peso corregido %	% de peso retenido acumulado %	Porcentaje que pasa %
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
#4	4.750				
#10	2.000				
#20	0.850				
  ALFREDO SÁNCHEZ INGENIERO CIVIL Reg. C.P. 81732		  Wilfredo Ruelas Gómez INGENIERO CIVIL Reg. C.P. 190525		  Simon G. Frischno Mamani INGENIERO CIVIL Reg. C.P. 7414P	

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
RESPONSABLE	LLICA RISALAZO, ESTEBAN MARCOS		
FECHA			
LUGAR			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
Espécimen	Carga máxima (kgf)	Área (cm ²)	f'o (kg/cm ²)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Promedio			
  ALFREDO A. SALAS ATAHUALPA INGENIERO CIVIL Reg. CIP. 81732	  Wilfredo Ruelas Gomez INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 190525	  Simon G. Fajardo Maman INGENIERO CIVIL Reg. CIP. 7414P	

ANEXO 4

PANEL FOTOGRÁFICO



Tamizando material granulometría

Midiendo según escala



Preparando agregados

Sometiendo a absorción del agregado



Secando en el horno del agregado

Preparando PET reciclado



Pesando los agregados



Resistencia a la compresión



Pesando el PET



Verificando el proceso de secado

ANEXO 5

HOJA DE CÁLCULOS

PROYECTO	:	INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
MUESTRA	:	ADOQUIN CON PET
SOLICITAN	:	TESISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO
RESISTENC	:	$f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$
EDAD	:	07 DIAS

Resistencia a la compresion axial (simple)

Muestra	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f_b (kg-f/cm ²)	%
M-01 (0%)	E-1	15.10	10.20	5.30	154.02	27,420.00	178.03	72.66
	E-2	15.20	10.10	5.20	153.52	27,630.00	179.98	73.46
	E-3	15.20	10.00	5.10	152.00	26,710.00	175.72	71.72
M-02 (5%)	E-1	15.20	10.10	5.10	153.52	28,910.00	188.31	76.86
	E-2	15.10	10.20	5.20	154.02	28,530.00	185.24	75.61
	E-3	15.00	10.10	5.10	151.50	28,150.00	185.81	75.84
M-03 (10%)	E-1	15.20	10.10	5.20	153.52	30,720.00	200.10	81.68
	E-2	15.10	10.00	5.00	151.00	31,020.00	205.43	83.85
	E-3	15.20	10.10	5.00	153.52	30,970.00	201.73	82.34
M-04 (25%)	E-1	15.20	10.20	5.10	155.04	29,550.00	190.60	77.79
	E-2	15.10	10.10	5.20	152.51	28,220.00	185.04	75.53
	E-3	15.00	10.00	5.20	150.00	28,610.00	190.73	77.85

Resistencia a la compresión a los 7 días

PROYECTO	:	INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021						
MUESTRA	:	ADOQUIN CON PET						
SOLICITAN	:	TESISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO						
RESISTENC	:	$f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$						
EDAD	:	14 DIAS						

Resistencia a la compresion axial (simple)

Muestra	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f'_b (kg-f/cm ²)	%
M-01 (0%)	E-1	15.20	10.10	5.10	153.52	32,820.00	213.78	87.26
	E-2	15.20	10.20	5.10	155.04	33,840.00	218.27	89.09
	E-3	15.10	10.10	5.20	152.51	32,950.00	216.05	88.18
M-02 (5%)	E-1	15.10	10.20	5.20	154.02	33,710.00	218.87	89.33
	E-2	15.10	10.10	5.10	152.51	33,850.00	221.95	90.59
	E-3	15.10	10.00	5.00	151.00	33,390.00	221.13	90.26
M-03 (10%)	E-1	15.10	10.10	5.10	152.51	35,920.00	235.53	96.13
	E-2	15.10	10.20	5.10	154.02	36,120.00	234.51	95.72
	E-3	15.10	10.20	5.20	154.02	36,230.00	235.23	96.01
M-04 (25%)	E-1	15.10	10.10	5.20	152.51	34,280.00	224.77	91.74
	E-2	15.20	10.20	5.10	155.04	33,580.00	216.59	88.40
	E-3	15.10	10.10	5.10	152.51	33,690.00	220.90	90.16

Resistencia a la compresión a los 14 días

PROYECTO	:	INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
MUESTRA	:	ADOQUIN CON PET
SOLICITAN	:	TESISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO
RESISTENC	:	$f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$
EDAD	:	28 DIAS

Resistencia a la compresion axial (simple)

Muestra	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f'_b (kg-f/cm ²)	%
M-01 (0%)	E-1	15.10	10.20	5.20	154.02	37,820.00	245.55	100.23
	E-2	15.00	10.10	5.20	151.50	38,260.00	252.54	103.08
	E-3	15.20	10.10	5.10	153.52	38,110.00	248.24	101.32
M-02 (5%)	E-1	15.00	10.10	5.10	151.50	38,960.00	257.16	104.96
	E-2	15.20	10.20	5.20	155.04	38,720.00	249.74	101.94
	E-3	15.20	10.10	5.10	153.52	39,240.00	255.60	104.33
M-03 (10%)	E-1	15.20	10.20	5.20	155.04	40,120.00	258.77	105.62
	E-2	15.15	10.10	5.20	153.02	41,280.00	269.78	110.11
	E-3	15.20	10.20	5.10	155.04	41,370.00	266.83	108.91
M-04 (25%)	E-1	15.20	10.20	5.10	155.04	39,370.00	253.93	103.65
	E-2	15.10	10.20	5.20	154.02	38,420.00	249.45	101.82
	E-3	15.20	10.20	5.20	155.04	38,450.00	248.00	101.22

Resistencia a la compresión a los 28 días

		DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021			
MUESTRA	:	ADOQUINES CON PET			
SOLICITANTE	:	TESISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO			
RESISTENCIA	:	$f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$			
EDAD	:	07 DIAS			

Resistencia a la tracción por flexion

Muestra	Espécimen	Carga de rotura (kg-f)	Distancia entre apoyos	Ancho (cm)	Altura (cm)	f_{tb} (kg/cm ²)
M-01 (0%)	E-1	534.00	10.0	10.2	5.1	30.19
	E-2	492.00	10.0	10.1	5.0	29.23
	E-3	512.00	10.0	10.0	5.0	30.72
M-02 (5%)	E-1	791.00	10.0	10.1	5.0	46.99
	E-2	787.00	10.0	10.2	5.1	44.50
	E-3	805.00	10.0	10.0	5.0	48.30
M-03 (10%)	E-1	1,062.00	10.0	10.1	5.2	58.33
	E-2	1,125.00	10.0	10.1	5.1	64.24
	E-3	1,156.00	10.0	10.2	5.1	65.36
M-04 (25%)	E-1	1,624.00	10.0	10.0	5.0	97.44
	E-2	1,702.00	10.0	10.1	5.1	97.18
	E-3	1,683.00	10.0	10.1	5.1	96.10

Resistencia a la flexión a los 7 días

		DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021			
MUESTRA	:	ADOQUINES CON PET			
SOLICITANTE	:	TESISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO			
RESISTENCIA	:	$f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$			
EDAD	:	14 DIAS			

Resistencia a la tracción por flexión

Muestra	Espécimen	Carga de rotura (kg-f)	Distancia entre apoyos	Ancho (cm)	Altura (cm)	f_{tb} (kg/cm ²)
M-01 (0%)	E-1	715.00	10.0	10.1	5.2	39.27
	E-2	675.00	10.0	10.2	5.1	38.16
	E-3	738.00	10.0	10.1	5.1	42.14
M-02 (5%)	E-1	972.00	10.0	10.2	5.1	54.96
	E-2	1,024.00	10.0	10.1	5.2	56.24
	E-3	1,054.00	10.0	10.2	5.1	59.59
M-03 (10%)	E-1	1,262.00	10.0	10.2	5.1	71.35
	E-2	1,387.00	10.0	10.0	5.0	83.22
	E-3	1,368.00	10.0	10.1	5.0	81.27
M-04 (25%)	E-1	1,924.00	10.0	10.2	5.1	108.78
	E-2	2,021.00	10.0	10.2	5.2	109.91
	E-3	2,016.00	10.0	10.2	5.0	118.59

Resistencia a la flexión a los 14 días

		DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021			
MUESTRA	:	ADOQUINES CON PET			
SOLICITANTE	:	TESISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO			
RESISTENCIA	:	$f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$			
EDAD	:	28 DIAS			

Resistencia a la tracción por flexión

Muestra	Espécimen	Carga de rotura (kg-f)	Distancia entre apoyos	Ancho (cm)	Altura (cm)	f_{tb} (kg/cm ²)
M-01 (0%)	E-1	934.00	10.0	10.0	5.2	51.81
	E-2	924.00	10.0	10.0	5.1	53.29
	E-3	1,021.00	10.0	10.2	5.1	57.73
M-02 (5%)	E-1	1,162.00	10.0	10.1	5.1	66.35
	E-2	1,282.00	10.0	10.2	5.2	69.72
	E-3	1,314.00	10.0	10.1	5.1	75.03
M-03 (10%)	E-1	1,426.00	10.0	10.1	5.1	81.42
	E-2	1,525.00	10.0	10.2	5.0	89.71
	E-3	1,632.00	10.0	10.1	5.0	96.95
M-04 (25%)	E-1	2,165.00	10.0	10.2	5.1	122.41
	E-2	2,198.00	10.0	10.1	5.2	120.72
	E-3	2,165.00	10.0	10.3	5.0	126.12

Resistencia a la flexión a los 28 días

PROYECTO	:	INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
MUESTRA	:	ADOQUIN CON PET
SOLICITAN	:	TESISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO
RESISTENC	:	f _c = 245 Kg/cm ²
EDAD	:	28 DIAS

Absorción

Muestra	Espécimen	Ws Peso seco (gr)	Wa Peso saturado 24h (gr)	We 5h ebull.	Absorción %	Absorción Máxima %	Coef. Saturación %
M-01 (0%)	E-1	2,258.0	2,514.0	2,702.0	11.34%	19.66%	0.58
	E-2	2,264.0	2,564.0	2,692.0	13.25%	18.90%	0.70
	E-3	2,269.0	2,534.0	2,647.0	11.68%	16.66%	0.70
M-02 (5%)	E-1	2,230.0	2,453.0	2,532.0	10.00%	13.54%	0.74
	E-2	2,226.0	2,465.0	2,564.0	10.74%	15.18%	0.71
	E-3	2,241.0	2,444.0	2,594.0	9.06%	15.75%	0.58
M-03 (10%)	E-1	2,142.0	2,325.0	2,415.0	8.54%	12.75%	0.67
	E-2	2,135.0	2,312.0	2,395.0	8.29%	12.18%	0.68
	E-3	2,128.0	2,284.0	2,363.0	7.33%	11.04%	0.66
M-04 (25%)	E-1	1,949.0	2,082.0	2,142.0	6.82%	9.90%	0.69
	E-2	1,952.0	2,084.0	2,134.0	6.76%	9.32%	0.73
	E-3	1,955.0	2,071.0	2,135.0	5.93%	9.21%	0.64

Ensayo de absorción

Diseño de mezcla

PROYECTO	INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021		
CANTERA	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	TECN. RESP..	ESTEBAN MARCOS LLICA
MUESTRA	CONCRETO	ING. RESP.	ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA	05/08/2021

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

$$f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$$

<u>CARACTERISTICAS DEL CEMENTO:</u>			
CEMENTO RUMI TIPO IP			
Peso Especifico	:	2.90	Tn/m3
Peso de Material Suelto	:	1.50	Tn/m3
<u>CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS:</u>			
		Und.	Arena
			Piedra
Peso Unit. Seco Compactado	:	Kg/m3	1.690
Peso Unitario Seco Suelto	:	Kg/m3	1.681
Peso Especifico de la masa	:	gr/cc	2.568
Contenido de Humedad	:	%	3.24%
Porcentaje de Absorción	:	%	2.670%
Módulo de Fineza	:		3.1554
Tamaño Máximo	:	pulg.	--
			1/2"
<u>DATOS DE DISEÑO</u>			
Clima	:	Frio	
Slump	:	3" a 4"	
Agua /m3	:	216.00	
Contenido de Aire	:	2.5%	
Relación agua – cemento Teór	:	0.636	
Factor de Seguridad	:	1.45	
Relación agua – cemento	:	0.439	

2. PESO SECO DE LOS MATERIALES POR m3 DE CONCRETO:							
Cemento					=	492.5	kg/m3
Agregado Grueso	0.3565	x	2.546		=	907.8	kg/m3
Agregado Fino	0.2377	x	2.57		=	610.5	kg/m3
Agua Diseño					=	216.0	Lts/m3
						<u>2226.8</u>	Kg/m3
3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:							
Agregado Grueso	1.83-3.14/100		x	907.8	=	6.203	Lts.
Agregado Fino	4.82-4.41/100		x	610.5	=	3.48	Lts.
Agua Efectiva	216.0	+	3.48	6.20	=	206.32	Lts.
4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m3 DE CONCRETO:							
Cemento					=	492.50	kg/m3
Agregado Grueso	907.8	+	6.203		=	914.00	kg/m3
Agregado Fino	610.5	+	3.48		=	613.98	kg/m3
Agua					=	206.32	Lts/m3
						<u>2226.80</u>	Kg/m3
5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:							
Cemento	:	492.50	/	492.50	=	1	
Agregado Grueso	:	914.00	/	492.50	=	1.856	
Agregado Fino	:	613.98	/	492.50	=	1.247	
Agua	:	206.32	/	492.50	=	0.419	
6. PESO DE MATERIALES POR SACO:							
Cemento	:	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
Agregado Grueso	:	1.856	x	42.5	=	78.88	kg/saco
Agregado Fino	:	1.247	x	42.5	=	53.00	kg/saco
Agua	:	0.419	x	42.5	=	17.81	Lts/saco

Página 2

PROYECTO :	INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021		
CANTERA :	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	TECN. RESP. :	ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO
MUESTRA :	AGREGADO GRUESO Y FINO	ING. RESP. :	ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN :	JULIACA	FECHA :	05/08/2021

ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88)

N°	HORA	FECHA	FECHA	HORAS	HORA	HORA	CICLOS	SOLUCIONES DE	
	INICIO	INICIO	FINAL	DE IN- MERSION	ESCU- RRIDO	SECADO		SULFATO DE MAGNESIO	DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.00 pm	05/08/21	06/08/21	18	8.00 am	10.00 am	0	1.29	29
2	2.00 pm	06/08/21	07/08/21	18	8.00 am	10.00 am	1	1.29	28
3	2.00 pm	07/08/21	08/08/21	18	8.00 am	10.00 am	2	1.30	29
4	2.00 pm	08/08/21	09/08/21	18	8.00 am	10.00 am	3	1.30	28
5	2.00 pm	09/08/21	10/08/21	18	8.00 am	10.00 am	4	1.30	28
6	2.00 pm	10/08/21	11/08/21	18	8.00 am	10.00 am	5	1.29	28

AGREGADO GRUESO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES AN- TES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS	
1 1/2"	1"	36.80	950.00	7.32	2.69	
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	39.60	800.00	9.24	3.66	
1/2"	3/8"					
3/8"	N° 4	23.60	750.00	10.62	2.51	
TOTALES:		100.00			8.86	

**ANEXO 8
CERTIFICADO DE LABORATORIO DE ENSAYOS**

28/09/2017

CONSTANCIA DEL RNP



RUC N° 20600401301

REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES

**CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN
PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA**

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Domiciliado en: JIRON TIAHUANACO RESIDENCIAL COLLASUYO I E (A ESPALDAS DEL CEMENTERIO LA CAPILLA) /PUNO-SAN ROMAN-JULIACA (Según información declarada en la SUNAT)

Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:

PROVEEDOR DE SERVICIOS

Vigencia

: Desde 25/10/2016

FECHA IMPRESIÓN: 28/09/2017

Nota:

* Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: www.rnp.gob.pe - opción verifique su inscripción.

Retornar

Imprimir

Consulta RUC

Volver

Resultado de la Búsqueda	
RUC:	20600401301 - GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Tipo Contribuyente:	EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP. LTDA
Nombre Comercial:	-
Fecha de Inscripción:	25/05/2015
Estado:	ACTIVO
Condición:	HABIDO
Domicilio Fiscal:	JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E (A ESPALDAS DEL CEMENTERIO LA
Actividad(es) Económica(s):	Principal - CIIU 74220 - ENSAYOS Y ANALISIS TECNICOS 7730 - ALQUILER Y ARRENDAMIENTO DE OTROS TIPOS DE MAQUINARIA, EQUIPO Y BIENES 4210-CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y VIAS DE FERROCARRIL
Comprobantes de Pago c/aut. de impresión (F. 806 u 816):	FACTURA BOLETA DE VENTA
Sistema de Emisión Electrónica:	-
Afiliado al PLE desde:	-
Padrones:	NINGUNO
Fecha consulta: 10/08/2021 14:47	

Escaneado con CamScanner

**ANEXO 9
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPOS**



Metrotest

LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CMM-398-2020**

Expediente 01205-2020

Solicitante GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Dirección JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17
RES. COLLASUYO I E - PUNO - SAN
ROMAN - JIII IACA

Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA

Marca OHAUS

Modelo R21PE30ZH

Serie 8341130557

Identificación NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Capacidad Máxima 30000 g

División de escala (d) 1 g

División de verificación (e) 10 g

Tipo ELECTRONICA

Ubicación Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración 2020-11-05

Misión:
Prestar servicios con políticas de
mejoramiento continuo y
cumplimiento con las normas y
especificaciones técnicas
requeridas en máquinas y
equipos para medición y
ensayos

Visión:
Lograr la confianza de nuestros
clientes en el desarrollo de sus
empresas a través de nuestros
servicios
Tenemos como objetivo
alcanzar el liderazgo en el
mercado y de esta manera
obtener para nuestros
empleados la consecución de
deales en el plano intelectual y
personal, con constante
investigación e innovación en la
búsqueda de la máxima
exactitud en la medición de
ensayos

Método de Calibración

Comparación Directa Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,9 °C	19,0 °C
Humedad Relativa	58 %	66 %

Sello Fecha de emisión Jefe de Metrología



2020-11-05

[Signature]
Luis Alberto G.

Página 1 de 4
FM/00-01

Calle Antonio Sotomayor 484 Dpto. 152 Urb. Villa Sur - Los Olivos. www.metrotest.com.pe info@metrotest.com.pe ventas@metrotest.com.pe
Tel: 526-7948 Cel: 961-041-111 Fax: 001-501
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST E.I.R.L.



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-398-2020

Observaciones

Automático, el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP 003 2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Pesa de 20 Kg (exactitud M1)	CMM-691-2019
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Pesa de 10 Kg (exactitud M1)	CMM-690-2019
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Juego de pesas (exactitud F1)	CMM-688-2019
Patrones de referencia de INACAL - IIM	Juego de pesas (Clase E2)	LM-C-078-2020 // LM-C-075-2020



Página 2 de 4
FM075 C1

LABORATORIO DE METROLOGÍA - Metrotest E.I.R.L. - Calle Perpetua 1411 - San José, Costa Rica - Teléfono: +506 2252 3311 - Correo electrónico: ventas@metrotest.com
Tel: +506 2252 3311 - Fax: +506 2252 3311 - Correo electrónico: ventas@metrotest.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST E.I.R.L.

Escaneado con CamScanner

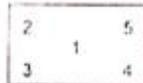


Metrotest

LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CMM-398-2020**

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.7	-0.2	10 000	10 000	0.7	-0.2	0.0	20
2		10	0.6	-0.3		10 000	0.7	-0.2	0.1	
3		10	0.7	-0.2		10 001	0.6	0.7	0.9	
4		10	0.6	-0.3		10 001	0.8	0.7	1.0	
5		10	0.8	-0.3		10 000	0.7	-0.2	0.1	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del Instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$Lectura\ corregida = R + 0,00000381 \times R$$

$$Incertidumbre\ Expandida = 2 \times \sqrt{0,352\ g^2 + 0,000000010978 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima 30000 g, División de verificación (e) 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP 003 2009 - 2da Edición, es

Intervalo		emp	
0 g	a	5000 g	10 g
5000 g	a	20000 g	20 g
20000 g	a	30000 g	30 g



Página 4 de 4

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST E.I.R.L.



Metrotest

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CFTM-055-2021

Solicitante	: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.	Misión
Dirección	: JR. TIAHUANACO MZ. H.L.T. 17 RES. COLLASUYO I E (A ESPALDAS DEL CEMENTERIO LA CAPILLA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos
Instrumento de Medición	: MÁQUINA DE LOS ANGELES	Visión
Marca:	: PINZUAR	Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios
Modelo:	: PC-117	Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos
Serie:	: 1345	
Procedencia:	: COLOMBIA	
Identificación:	: NO INDICA	
Cap. Max.	: 99999 Vueltas	
Lugar de Calibración	: Lab. Tiempo - Frecuencia de Metrotest E I R L	
Fecha de Calibración	: 2021-02-20	
Fecha de Emisión	: 2021-02-20	

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación entre las indicaciones de lectura del indicador digital de la máquina los angeles con el tacómetro patrón, se uso también una balanza calibrada para el peso de las esferas, tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS MTC F 207 - 2000 Y LA NORMA ASTM C 131 - 1 Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

Incertidumbre:

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	18,9 °C	19,5 °C
Humedad Relativa	56 %HR	55 %HR

Observaciones:

- La máquina dispone de 12 esferas de fierro los cuales han sido verificadas en su peso y diámetro.
 - Las mediciones mostradas en el cuadro de resultados es de un promedio de tres lecturas
 - Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO"
 - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- (*) Código asignado por Metrotest E I R L.



Luigi Astengo G.
Jefe de Metrología

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - PERU	Tacómetro Patrón Incertidumbre 0.6 RPM	LTF-C-108-2020
METROTEST E.I.R.L.	Fie de rey Incertidumbre 30 µm	CLM-001-2021
METROTEST E.I.R.L.	Balanza Digital de Clase II	CMM-002-2021

INDICACION TACÓMETRO PATRON (RPM)	INCERTIDUMBRE (RPM)
31.65	1

Resultados de Medicion:

	DIAMETROS DE LAS ESFERAS (mm) 46.38 mm - 47.63 mm Lectura 1	DIAMETROS DE LAS ESFERAS (mm) 46.38 mm - 47.63 mm Lectura 2	PROMEDIO (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
1	46.44	46.44	46.44	0.03
2	46.44	46.44	46.44	0.03
3	46.32	46.32	46.32	0.03
4	46.55	46.55	46.55	0.03
5	46.53	46.53	46.53	0.03
6	46.47	46.47	46.47	0.03
7	46.54	46.54	46.54	0.03
8	46.40	46.40	46.40	0.03
9	46.68	46.68	46.68	0.03
10	46.62	46.62	46.62	0.03
11	46.65	46.65	46.65	0.03
12	46.65	46.65	46.65	0.03

	PESO DE LAS ESFERAS (g) 390 g - 445 g ± 1g	INCERTIDUMBRE (g)
1	417.2	0.1
2	417.2	0.1
3	416.4	0.1
4	415.2	0.1
5	415.3	0.1
6	416.7	0.1
7	415.5	0.1
8	417.4	0.1
9	417.2	0.1
10	415.4	0.1
11	416.2	0.1
12	416.2	0.1
Masa Total	4995.9	



[Signature]
Luis Pineda G.
Jefe de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-242-2021

Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:	MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS		
<i>Rangos</i>	101972,0	kgf	
<i>Dirección de carga</i>	Ascendente		
FABRICANTE	PYS EQUIPOS		
<i>Modelo</i>	STYE-2000		
<i>Serie</i>	170251		
<i>Transductor (Modelo/Serie)</i>	NO INDICA		
<i>Capacidad</i>	1000 kN		
<i>Ubicación</i>	Lab. Fuerza de Metrotest E.I.R.L.		
<i>Codigo Identificacion</i>	NO INDICA		
<i>Norma utilizada</i>	ASTM E4; ISO 7500-1		
<i>Intervalo calibrado</i>	Escala (s)	101 972 kgf	
	De 10 000 a 100 000 kgf		
<i>Temperatura de prueba °C</i>	Inicial	19,9	Final 20,2
<i>Inspección general</i>	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento		
<i>Solicitante</i>	GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.		
<i>Dirección</i>	JR. TIAHUANACO MZ. H LT. 17 RES. COLLASUYO I E (A ESPALDAS DEL CEMENTERIO LA CAPILLA) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
<i>Ciudad</i>	JULIACA		
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	Tipo / Modelo	BOTELLA	
	Código	5Y46357	
	Certif. de calibr.	INF-LE 006-19A PUCP	
<i>Unidades de medida</i>	Sistema Internacional de Unidades (SI)		
FECHA DE CALIBRACION	2021-02-20		
FECHA DE EMISION	2021-02-20		
FIRMAS AUTORIZADAS			



Jefe de Metrología
Luiggi Asenjo G.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-242-2021

Pág. 2 de 3

Metodo de calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA 1000.0 kN Resolución: 0.1 kN Dirección de la carga Ascendente
101972 kgf 10.0 kgf Factor de conversión: 0.00981 kN/kgf

Indicación de la máquina (F.)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
			kN	kN	kN	kN	kN
10	100.00	10 197	99.7	100.2	No aplica	99.8	No aplica
20	200.00	20 394	199.8	200.2	No aplica	201.0	No aplica
30	300.00	30 592	300.5	300.0	No aplica	301.0	No aplica
40	400.00	40 789	400.9	401.5	No aplica	401.9	No aplica
50	500.00	50 986	501.0	501.6	No aplica	502.0	No aplica
60	600.00	61 183	601.0	601.8	No aplica	602.0	No aplica
70	700.00	71 380	701.5	702.0	No aplica	702.6	No aplica
80	800.00	81 578	801.9	802.0	No aplica	802.3	No aplica
Indicación después de carga			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

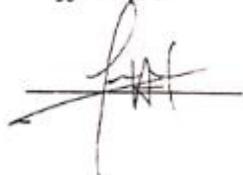
ESCALA: 1000.00 kN Incertidumbre del patrón: 0.086 %

Indicación de la máquina (F.)			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	a (%)
10	100.00	10 197	0.10	0.50	No aplica	No aplica	0.10
20	200.00	20 394	-0.17	0.60	No aplica	No aplica	0.05
30	300.00	30 592	-0.17	0.33	No aplica	No aplica	0.03
40	400.00	40 789	-0.36	0.25	No aplica	No aplica	0.02
50	500.00	50 986	-0.31	0.20	No aplica	No aplica	0.02
60	600.00	61 183	-0.27	0.17	No aplica	No aplica	0.02
70	700.00	71 380	-0.29	0.16	No aplica	No aplica	0.01
80	800.00	81 578	-0.26	0.05	No aplica	No aplica	0.01
Error de cero fo (%)			0.000	0.000	0.000	No aplica	Err máx (0) = 0.00

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-242-2021

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE	MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS		
Errores relativos máximos absolutos hallados			
ESCALA	101972	kgf	
Error de exactitud	-0,36 %	Error de cero	0
Error de repetibilidad	0,60 %	Error por accesorio	0 %
Error de Reversibilidad	No aplica	Resolución	0,05 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 101 972 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

METROTEST EIRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Perú y la SNM INDECOPI.

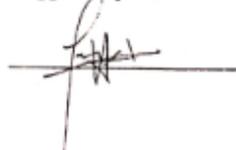
OBSERVACIONES .

- 1 Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- 2 El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
- 4 Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite
- 5 Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.



**ANEXO 10
BOLETA DE ENSAYOS DE LABORATORIO**



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia, Consultoría y Construcción
 Consultor de obras: Elaboración de proyectos, supervisión de proyectos, asesoramiento de proyectos, construcción, perfiles, trabajos de impacto ambiental y afines.
 Estudios geotécnicos y geomecánicos: Servicios de laboratorio de mecánica de suelos, de rocas, concreto y materiales.
 Ingeniería de Pavimentos: Servicios de laboratorio de mezclas asfálticas, tecnología de pavimentos, micropavimentos, pavimentos económicos, diseño de pavimentos, evaluación de pavimentos, evaluación con métodos no destructivos.
 Otros: Alquiler de equipos de ingeniería, venta de materiales de construcción y afines
 Jr. Tiahuanaco Miza, H Lote 17 Res. Collasuyo **alfredalarcon2@hotmail.com**
 Juliaca - SanRoman - Puno **Cel: #979 000744**

RUC: 20600401301

BOLETA DE VENTA

N° 000107

001-

Señor (es): Esteban Marcos Liza Risalazo
 Dirección: Juliaca
 DNI: 0874001

FECHA		
DIA	MES	AÑO
18	09	21

CANT	DESCRIPCION	P. UNITARIO	IMPORTE
01	Búsqueda de algunos de muestras de de datos, Compresión, Simple, ensayo de flexión, ensayo de absorción de Falsa en Tensio Incorporación de y testeo de PET Park prepare las heterogeneidad de adormir los ensayos y el pavimento sustrato para Juliaca Puno 2021		1800
SON: <u>quince mil ochocientos con 00/100</u>		TOTAL S/.	<u>1800.00</u>

Gráfico Color Juliaca S.C.R.L.
 Jr. Jorge Chavez N° 260 - B. Juliaca
 RUC: 205427414163 Fón: 051 - 331700
 N° Aut: 0201142213 F.A. 10-02-2015
 Serie 001 041 000001 al 000590

CANCELADO

ADO. O USUARIO

ANEXO 10 ENSAYOS



Diseño de mezclas de concreto

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredelarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Escaneado con CamScanner



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS · PAVIMENTOS · CIMENTACIONES · LABORATORIO · CALIDAD · TECNOLOGÍA DE MATERIALES · SUPERVISIÓN · PROYECTOS DE INGENIERÍA · CONSULTARÍA

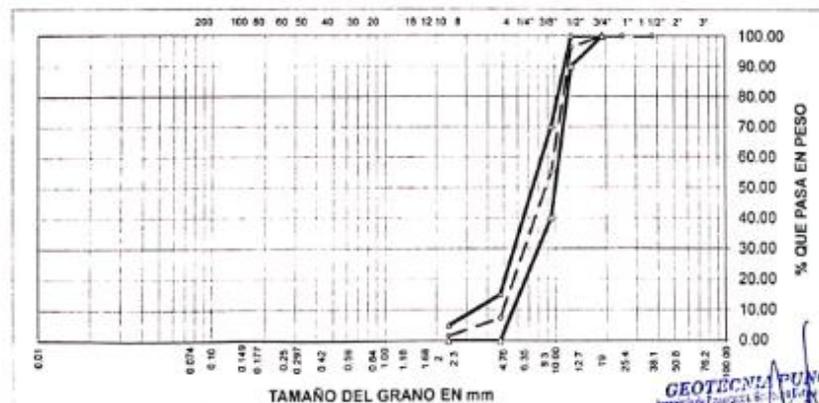


PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
CANTERA : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" **TESISTA :** ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO
MUESTRA : AGREGADO GRUESO **ING. RESPONS. :** ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : JULIACA **FECHA :** 05/08/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 5214 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500				100.00		CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000				100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Módulo de fineza : 7.360
1/2"	12.500	195.00	3.74	3.74	96.26	90 - 100	Peso específico : 2.546 g/cm ³
3/8"	9.500	2.152.00	41.27	45.01	54.99	40 - 70	Peso Unit. Suelto : 1.845 tn/m ³
1/4"	6.300						Peso Unit. Variado : 1.683 tn/m ³
No 04	4.750	2.481.00	47.58	92.59	7.41	0 - 15	Humedad Natural : 2.340 %
No 08	2.360	302.00	5.79	98.38	1.62	0 - 5	Absorción : 1.657 %
No 16	1.180	39.00	0.75	99.13	0.87		
No 30	0.600	11.00	0.21	99.34	0.66		
No 50	0.300	5.00	0.10	99.44	0.56		
No 100	0.150	6.00	0.12	99.56	0.44		
No 200	0.075	4.00	0.08	99.64	0.36		
<No 200		19.00	0.36	100.00			
TOTAL		5.214.00	100.00				

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL
 Ingeniería Geotécnica, Pavimentos y Construcción
ALFREDO ALARCON A. TIANJACHI
 INGENIERO CIVIL

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS · PAVIMENTOS · CIMENTACIONES · LABORATORIO · CALIDAD · TECNOLOGÍA DE MATERIALES · SUPERVISIÓN · PROYECTOS DE INGENIERÍA · CONSULTARÍA.

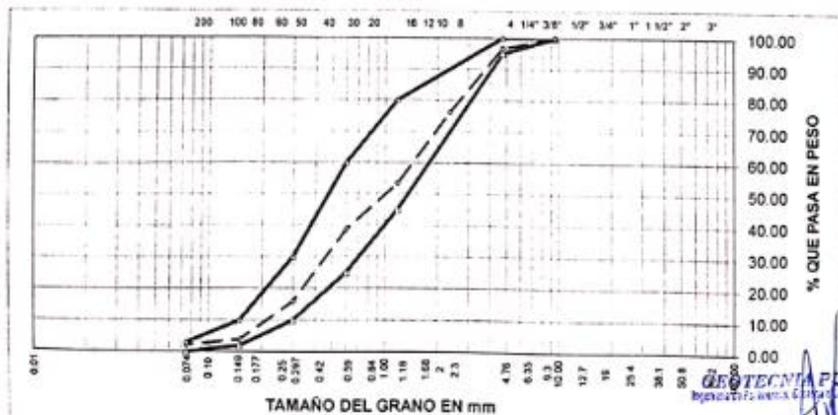


PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUÑO 2021
 CANTERA : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" TECN. RESPONS. : ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO
 MUESTRA : AGREGADO FINO ZARANDEADO ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.
 UBICACIÓN : JULIACA FECHA : 05/08/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial : 864 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						Módulo de fineza : 3.155
1/2"	12.500						Peso específico : 2.568 g/cm ³
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Suelto : 1.681 tn/m ³
1/4"	6.300						Peso Unit. Variado : 1.690 tn/m ³
No. 04	4.750	29.00	3.36	3.36	96.64	95 - 100	Humedad Natural : 3.240 %
No. 06	2.360	178.00	20.60	23.96	76.04		Absorción : 2.670 %
No. 16	1.180	196.00	22.89	46.65	53.35	45 - 80	
No. 30	0.600	127.00	14.70	61.35	38.65	25 - 60	
No. 50	0.300	197.00	22.80	84.15	15.85	10 - 30	
No. 100	0.150	103.00	11.92	96.07	3.93	2 - 10	
No. 200	0.075	15.00	1.74	97.81	2.19	0 - 3	
<No. 200		19.00	2.19	100.00			
TOTAL		864.00	100.00	315.5			

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUÑO E.I.R.L.
 Ingeniería de Obras Civiles y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 10000000000

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
 CANTERA : PIEDRA CHANCADA DE 1/2"
 MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO
 UBICACIÓN : JULIACA

TECN. RESPN : ESTEBAN MARCOS LL
 ING. RESPN. : ALFREDO ALARCON A
 FECHA : 05/08/2021

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire	g	1,132.0	1,145.0	1,158.0
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	687.0	696	703
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm ³	445.0	449.0	455.0
D. Peso material seco	g	1,115.0	1,125.0	1,139.0
E. Volúmen de masa	cm ³	428.0	429.0	436.0
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm ³	2.506	2.505	2.503
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm ³	2.544	2.55	2.545
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm ³	2.605	2.622	2.612
I. Absorción	%	1.52	1.78	1.67

AGREGADO FINO				
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA		
		1	2	3
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire	g	500.0	500.0	500.0
B. Peso frasco + H ₂ O	g	1297.0	1298.0	1301.0
C. Peso frasco + H ₂ O + (A)	g	1797.0	1798.0	1801.0
D. Peso material + H ₂ O en el frasco	g	1602	1604	1606
E. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm ³	195.0	194.0	195.0
F. Peso material seco	g	486.0	487.0	488.0
G. Volúmen de masa	cm ³	181.0	181.0	183.0
H. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm ³	2.492	2.51	2.503
I. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm ³	2.564	2.577	2.564
J. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm ³	2.685	2.691	2.667
K. Absorción	%	2.88	2.67	2.46

Observación:

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos y Construcción

ALFREDO ALARCON A
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 81.123

JR. TIAHUANACO H.17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Escaneado con CamScanner



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS · PAVIMENTOS · CIMENTACIONES · LABORATORIO · CALIDAD · TECNOLOGÍA DE MATERIALES · SUPERVISIÓN · PROYECTOS DE INGENIERÍA · CONSULTARÍA



PROYECTO : INCORPORACIÓN DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
CANTERA : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" **TECN. RESP.** : ESTEBAN MARCOS LLK
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP.** : ALFREDO ALARCON A.
UBICACIÓN : JULIACA **FECHA** : 05/08/2021

DESGASTE DE ABRASION ASTM C131 (Gradación "A")

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL (GRAMOS)	MASA FINAL (GRAMOS)	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE				
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	1,251.0	.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	1,252.0	.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,253.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	1,252.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5,008.0	3,421.00	1,587.00	31.69%

OBSERVACIONES:

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 ALFREDO ALARCON SANDACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Escaneado con CamScanner



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
CANTERA : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" **TECN. RESP.** ESTEBAN MARCOS LLICA RI
MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO **ING. RESP.** ALFREDO ALARCON A
UBICACION : JULIACA **FECHA** 05/08/2021

PESOS UNITARIOS (ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,859.0	9,861.0	9,853.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3833.0	3835.0	3827.0
D. Volumen del molde	cm ³	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm ³	1,845	1,846	1,842
F. Promedio	g/cm ³	1,845		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,934.0	9,941.0	9,938.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3908.0	3915.0	3912.0
D. Volumen del molde	cm ³	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm ³	1,881	1,885	1,883
F. Promedio	g/cm ³	1,883		

AGREGADO FINO				
PESO UNITARIO SUELTO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,502.0	9,534.0	9,518.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3476.0	3508.0	3492.0
D. Volumen del molde	cm ³	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm ³	1,673	1,689	1,681
F. Promedio	g/cm ³	1,681		
PESO UNITARIO VARILLADO				
Número de muestras		1	2	3
A. Peso de material + molde	g	9,642.0	9,637.0	9,328.0
B. Peso del molde	g	6026.0	6026.0	6026.0
C. Peso del material	g	3616.0	3611.0	3302.0
D. Volumen del molde	cm ³	2,077.3	2,077.3	2,077.3
E. Peso unitario	g/cm ³	1,741	1,738	1,590
F. Promedio	g/cm ³	1,690		

JR. TIAHUANACO H. 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Escaneado con CamScanner



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021

CANTERA : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" TECN. RESP. : ESTEBAN MARCOS LLICA RIE

MUESTRA : AGREGADO GRUESO Y FINO ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.

UBICACIÓN : JULIACA FECHA : 05/08/2021

ENSAYO DE DURABILIDAD (ASTM C-88)

N°	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE INMERSION	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	2.00 pm	05/08/21	06/08/21	18	8.00 am	10.00 am	0	1.29	29
2	2.00 pm	06/08/21	07/08/21	18	8.00 am	10.00 am	1	1.29	28
3	2.00 pm	07/08/21	08/08/21	18	8.00 am	10.00 am	2	1.30	29
4	2.00 pm	08/08/21	09/08/21	18	8.00 am	10.00 am	3	1.30	28
5	2.00 pm	09/08/21	10/08/21	18	8.00 am	10.00 am	4	1.30	28
6	2.00 pm	10/08/21	11/08/21	18	8.00 am	10.00 am	5	1.29	28

AGREGADO GRUESO

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO ₄ . Mg (5 CICLOS)						
PASANTE DE MALLAS	RETENIDO EN MALLAS	ESCALONADO LA MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	% DE PERD DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDAS CORREGIDAS	
1 1/2"	1"	36.80	950.00	7.32	2.69	
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	39.60	800.00	9.24	3.66	
1/2"	3/8"					
3/8"	N° 4	23.60	750.00	10.62	2.51	
TOTALES:		100.00			8.86	

GEOTECNIA PUNO SRL
Ingeniería de Pavimentos, Cimentaciones y Construcción

ALFREDO ALARCON TIAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
 CANTERA : PIEDRA CHANCADA DE 1/2" TECN. RESP. : ESTEBAN MARCOS LLICA F
 MUESTRA : CONCRETO ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
 UBICACIÓN : JULIACA FECHA : 05/08/2021

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$

CARACTERISTICAS DEL CEMENTO:

CEMENTO RUMI TIPO IP

Peso Especifico : 2.90 Tn/m³
 Peso de Material Suelto : 1.50 Tn/m³

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS:

	Und.	Arena	Piedra
Peso Unit. Seco Compactado	Kg/m ³	1.690	1.883
Peso Unitario Seco Suelto	Kg/m ³	1.681	1.845
Peso Especifico de la masa	gr/cc	2.568	2.546
Contenido de Humedad	%	3.24%	2.34%
Porcentaje de Absorción	%	2.670%	1.657%
Módulo de Fineza		3.1554	7.3598
Tamaño Máximo	pulg.	--	1/2"

DATOS DE DISEÑO

Clima : Frio
 Slump : 3" a 4"
 Agua /m³ : 216.00
 Contenido de Aire : 2.5%
 Relación agua - cemento Teóric : 0.636
 Factor de Seguridad : 1.45
 Relación agua - cemento : 0.439
 Factor de Cemento : 492.45 Kg/m³ 11.59 Bls/M³
 % Agregado Grueso : 60%
 % Agregado Fino : 40%

1. VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES POR m³ DE CONCRETO:

Cemento	492.45	/	2.90	=	0.1698
Agua	216.00	/	1000	=	0.2160
Aire	2	/	100	=	0.0200
Agregado Grueso	60%	x	0.5942	=	0.3565
Agregado Fino	40%	x	0.5942	=	0.2377
					1.0000

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
 Representación de Ingeniería y Construcción

ALFREDO ALARCON ALARCON
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.E. 81792

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA

	0.2377	x	2.57	=	907.8	kg/m ³
Agregado Fino					610.5	kg/m ³
Agua Diseño					216.0	Lts/m ³
					2226.8	Kg/m ³

3. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN:

Agregado Grueso	1.83-3.14/100	x	907.8	=	6.203	Lts.
Agregado Fino	4.82-4.41/100	x	610.5	=	3.48	Lts.
Agua Efectiva	216.0	+	3.48	=	216.32	Lts.

4. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR m³ DE CONCRETO:

Cemento						492.50 kg/m ³
Agregado Grueso	907.8	+	6.203	=	914.00	kg/m ³
Agregado Fino	610.5	+	3.48	=	613.98	kg/m ³
Agua				=	206.32	Lts/m ³
					2226.80	Kg/m ³

5. LAS PROPORCIONES EN PESO DE OBRA SERAN:

Cemento	492.50	/	492.50	=	1	
Agregado Grueso	914.00	/	492.50	=	1.856	
Agregado Fino	613.98	/	492.50	=	1.247	
Agua	206.32	/	492.50	=	0.419	

6. PESO DE MATERIALES POR SACO:

Cemento	1	x	42.5	=	42.50	kg/saco
Agregado Grueso	1.856	x	42.5	=	78.88	kg/saco
Agregado Fino	1.247	x	42.5	=	53.00	kg/saco
Agua	0.419	x	42.5	=	17.81	Lts/saco

7. VOLUMEN APARENTE DE LOS MATERIALES:

Cemento	492.5	/	1.5000	=	0.3283	
Agregado Grueso	914.0	/	1.8445	=	0.4955	
Agregado Fino	614.0	/	1.6810	=	0.3652	
Agua efectiva	206.3	/	1.000	=	0.2063	

8. LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN EN OBRA SERAN:

Cemento	0.3283	/	0.3283	=	1.00	pie ³
Agregado Grueso	0.4955	/	0.3283	=	1.51	pie ³
Agregado Fino	0.3652	/	0.3283	=	1.11	pie ³
Agua efectiva	0.2063	/	11.5882	=	17.81	Lt

Componentes	Cemento	Piedra Chanc. 1/2"	Arena	Agua
Proporción	1.00	1.51	1.11	17.81

GEOTECNIA ALFREDO EIRL.
Ingeniería de Proyectos, Calidad, Seguridad y Construcción

ALFREDO ALFARO CATAHUACHI
INGENIERO

JR. TIAHUANACO H.17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Ensayo de compresión



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021

MUESTRA : ADOQUIN CON PET

SOLICITANTE : TESISITA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO

RESISTENCIA : $f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$

EDAD : 07 DIAS

Resistencia a la compresion axial (simple)

Muestra	Especimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresion f_b (kg-f/cm ²)	%
M-01 (0%)	E-1	15.10	10.20	5.30	154.02	27,420.00	178.03	72.66
	E-2	15.20	10.10	5.20	153.52	27,630.00	179.96	73.46
	E-3	15.20	10.00	5.10	152.00	26,710.00	175.72	71.72
M-02 (5%)	E-1	15.20	10.10	5.10	153.52	28,910.00	188.31	76.86
	E-2	15.10	10.20	5.20	154.02	28,530.00	185.24	75.61
	E-3	15.00	10.10	5.10	151.50	28,150.00	185.81	75.84
M-03 (10%)	E-1	15.20	10.10	5.20	153.52	30,720.00	200.10	81.68
	E-2	15.10	10.00	5.00	151.00	31,020.00	205.43	83.85
	E-3	15.20	10.10	5.00	153.52	30,970.00	201.73	82.34
M-04 (25%)	E-1	15.20	10.20	5.10	155.04	29,550.00	190.60	77.79
	E-2	15.10	10.10	5.20	152.51	28,220.00	185.04	75.53
	E-3	15.00	10.00	5.20	150.00	28,610.00	190.73	77.85

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos, Estructuras y Obras de Infraestructura

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81792

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
MUESTRA : ADOQUIN CON PET
SOLICITANTE : TESISISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO
RESISTENCIA : $f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$
EDAD : 14 DIAS

Resistencia a la compresion axial (simple)

Muestra	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f_b (kg-f/cm ²)	%
M-01 (0%)	E-1	15.20	10.10	5.10	153.52	32,820.00	213.78	87.26
	E-2	15.20	10.20	5.10	155.04	33,840.00	218.27	89.09
	E-3	15.10	10.10	5.20	152.51	32,950.00	216.05	88.18
M-02 (5%)	E-1	15.10	10.20	5.20	154.02	33,710.00	218.87	89.33
	E-2	15.10	10.10	5.10	152.51	33,850.00	221.95	90.59
	E-3	15.10	10.00	5.00	151.00	33,390.00	221.13	90.26
M-03 (10%)	E-1	15.10	10.10	5.10	152.51	35,920.00	235.53	96.13
	E-2	15.10	10.20	5.10	154.02	36,120.00	234.51	95.72
	E-3	15.10	10.20	5.20	154.02	36,230.00	235.23	96.01
M-04 (25%)	E-1	15.10	10.10	5.20	152.51	34,280.00	224.77	91.74
	E-2	15.20	10.20	5.10	155.04	33,580.00	216.59	88.40
	E-3	15.10	10.10	5.10	152.51	33,690.00	220.90	90.16

GEOTECNIA PUNO SRL.
 HUANCA BAMBURRA 1001, PUNO - PERU

ALFREDO ALARCON AYANACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Escaneado con CamScanner



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021

MUESTRA : ADOQUIN CON PET

SOLICITANTE : TESISITA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO

RESISTENCIA : $f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$

EDAD : 28 DIAS

Resistencia a la compresion axial (simple)

Muestra	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f_b (kg-f/cm ²)	%
M-01 (0%)	E-1	15.10	10.20	5.20	154.02	37,820.00	245.55	100.23
	E-2	15.00	10.10	5.20	151.50	38,260.00	252.54	103.08
	E-3	15.20	10.10	5.10	153.52	38,110.00	248.24	101.32
M-02 (5%)	E-1	15.00	10.10	5.10	151.50	38,960.00	257.16	104.96
	E-2	15.20	10.20	5.20	155.04	38,720.00	249.74	101.94
	E-3	15.20	10.10	5.10	153.52	39,240.00	255.60	104.33
M-03 (10%)	E-1	15.20	10.20	5.20	155.04	40,120.00	258.77	105.62
	E-2	15.15	10.10	5.20	153.02	41,280.00	269.78	110.11
	E-3	15.20	10.20	5.10	155.04	41,370.00	266.83	108.91
M-04 (25%)	E-1	15.20	10.20	5.10	155.04	39,370.00	253.93	103.65
	E-2	15.10	10.20	5.20	154.02	38,420.00	249.45	101.82
	E-3	15.20	10.20	5.20	155.04	38,450.00	248.00	101.22

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
 Agencia de Ingeniería, Construcción y Mantenimiento

ALFREDO ALARCON DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIN 87332

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Escaneado con CamScanner



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



Ensayo de flexion

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Escaneado con CamScanner



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS · PAVIMENTOS · CIMENTACIONES · LABORATORIO · CALIDAD · TECNOLOGÍA DE MATERIALES · SUPERVISIÓN · PROYECTOS DE INGENIERÍA · CONSULTARÍA



PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
MUESTRA : ADOQUINES CON PET
SOLICITANTE : TESISISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO
RESISTENCIA : $f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$
EDAD : 07 DIAS

Resistencia a la tracción por flexion

Muestra	Espécimen	Carga de rotura (kg-f)	Distancia entre apoyos (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	F _{tb} (kg/cm ²)
M-01 (0%)	E-1	534.00	10.0	10.2	5.1	30.19
	E-2	492.00	10.0	10.1	5.0	29.23
	E-3	512.00	10.0	10.0	5.0	30.72
M-02 (5%)	E-1	791.00	10.0	10.1	5.0	46.99
	E-2	787.00	10.0	10.2	5.1	44.50
	E-3	805.00	10.0	10.0	5.0	48.30
M-03 (10%)	E-1	1,062.00	10.0	10.1	5.2	58.33
	E-2	1,125.00	10.0	10.1	5.1	64.24
	E-3	1,156.00	10.0	10.2	5.1	65.36
M-04 (25%)	E-1	1,624.00	10.0	10.0	5.0	97.44
	E-2	1,702.00	10.0	10.1	5.1	97.18
	E-3	1,683.00	10.0	10.1	5.1	96.10

GEOTECNIA PUNO S.R.L.
Ingeniería Civil y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 8 732

JR. TIAHUANACO H. 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
MUESTRA : ADOQUINES CON PET
SOLICITANTE : TESISISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO
RESISTENCIA : $f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$
EDAD : 14 DIAS

Resistencia a la tracción por flexion

Muestra	Espécimen	Carga de rotura (kg-f)	Distancia entre apoyos (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	f_{tb} (kg/cm ²)
M-01 (0%)	E-1	715.00	10.0	10.1	5.2	39.27
	E-2	675.00	10.0	10.2	5.1	38.16
	E-3	738.00	10.0	10.1	5.1	42.14
M-02 (5%)	E-1	972.00	10.0	10.2	5.1	54.96
	E-2	1,024.00	10.0	10.1	5.2	56.24
	E-3	1,054.00	10.0	10.2	5.1	59.59
M-03 (10%)	E-1	1,262.00	10.0	10.2	5.1	71.35
	E-2	1,387.00	10.0	10.0	5.0	83.22
	E-3	1,368.00	10.0	10.1	5.0	81.27
M-04 (25%)	E-1	1,924.00	10.0	10.2	5.1	108.78
	E-2	2,021.00	10.0	10.2	5.2	109.91
	E-3	2,016.00	10.0	10.2	5.0	118.59

GEOTECNIA PUNO S.R.L.
Ingeniería de Pavimentos y Construcción

ALFREDO ALARCON TANUACHI
INGENIERO CIVIL
R.N.I. 11722

JR. TIAHUANACO H.17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLABUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Escaneado con CamScanner



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021
MUESTRA : ADOQUINES CON PET
SOLICITANTE : TESISISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO
RESISTENCIA : $f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$
EDAD : 28 DIAS

Resistencia a la tracción por flexion

Muestra	Espécimen	Carga de rotura (kg-f)	Distancia entre apoyos (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	f _{tb} (kg/cm ²)
M-01 (0%)	E-1	934.00	10.0	10.0	5.2	51.81
	E-2	924.00	10.0	10.0	5.1	53.29
	E-3	1,021.00	10.0	10.2	5.1	57.73
M-02 (5%)	E-1	1,162.00	10.0	10.1	5.1	66.35
	E-2	1,282.00	10.0	10.2	5.2	69.72
	E-3	1,314.00	10.0	10.1	5.1	75.03
M-03 (10%)	E-1	1,426.00	10.0	10.1	5.1	81.42
	E-2	1,525.00	10.0	10.2	5.0	89.71
	E-3	1,632.00	10.0	10.1	5.0	96.95
M-04 (25%)	E-1	2,165.00	10.0	10.2	5.1	122.41
	E-2	2,198.00	10.0	10.1	5.2	120.72
	E-3	2,165.00	10.0	10.3	5.0	126.12

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Cimentaciones y Construcción
ALFREDO ALANCON ATANUACNI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81792

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 978000744

Escaneado con CamScanner



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE
MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



Ensayo de absorción

JR. TIAHUANACO H. 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Escaneado con CamScanner



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS · PAVIMENTOS · CIMENTACIONES · LABORATORIO · CALIDAD · TECNOLOGÍA DE MATERIALES · SUPERVISIÓN · PROYECTOS DE INGENIERÍA · CONSULTARÍA



PROYECTO : INCORPORACION DE PLASTICO DE PET PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN DE CONCRETO EN PAVIMENTO SEMIRRIGIDO JULIACA - PUNO 2021

MUESTRA : ADOQUIN CON PET

SOLICITANTE : TESISISTA ESTEBAN MARCOS LLICA RISALAZO

RESISTENCIA : $f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$

EDAD : 28 DIAS

Absorción

Muestra	Espécimen	Ws Peso seco (gr)	Wa Peso saturado 24h (gr)	We 5h ebull.	Absorción %	Absorción Máxima %	Coef. Saturación %
M-01 (0%)	E-1	2,258.0	2,514.0	2,702.0	11.34%	19.66%	0.58
	E-2	2,264.0	2,564.0	2,692.0	13.25%	18.90%	0.70
	E-3	2,269.0	2,534.0	2,647.0	11.68%	16.66%	0.70
M-02 (5%)	E-1	2,230.0	2,453.0	2,532.0	10.00%	13.54%	0.74
	E-2	2,226.0	2,465.0	2,564.0	10.74%	15.18%	0.71
	E-3	2,241.0	2,444.0	2,594.0	9.06%	15.75%	0.58
M-03 (10%)	E-1	2,142.0	2,325.0	2,415.0	8.54%	12.75%	0.67
	E-2	2,135.0	2,312.0	2,395.0	8.29%	12.18%	0.68
	E-3	2,128.0	2,284.0	2,363.0	7.33%	11.04%	0.66
M-04 (25%)	E-1	1,949.0	2,082.0	2,142.0	6.82%	9.90%	0.69
	E-2	1,952.0	2,084.0	2,134.0	6.76%	9.32%	0.73
	E-3	1,955.0	2,071.0	2,135.0	5.93%	9.21%	0.64

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
S.R.L. - C.R. 1234567890

ALFREDO ALARCON ARHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81702

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744