



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Fibras Recicladas de Tereftalato de Polietileno en las  
propiedades Físico-Mecánicas del Concreto para Bloques de  
Albañilería en el Sur del Perú, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORAS:**

Gallegos Carcausto, Jhovana Lucy (ORCID: 0000-0001-5618-9437)

Zevallos Morales, Olinda (ORCID: 0000-0002-7604-5630)

**ASESOR:**

Mg. Rodríguez Reyna, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0003-1671-5273)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño sísmico y estructural

**TRUJILLO – PERÚ**

**2021**

## DEDICATORIA

Dedico este este trabajo a mis queridos padres: Nelly y Roberto por su darme la vida y su apoyo incondicional. A mis hijos: Marcela y Eduardo; quienes son mi motivación para seguir adelante, y a mi esposo: Hemerson; quién me inspira en mi superación profesional.

Jhovana Lucy Gallegos Carcausto.

Dedico este trabajo a mis padres: Maura y Néstor; quienes desde el cielo me han protegido en cada etapa de mi vida. Con amor y admiración a las personas más importantes en mi vida mi esposo David y mis hijos: Lizbeth, Jair y Edson por sus muestras de afecto y apoyo para no desfallecer. De la misma manera a mi hermana Belinda y a mi hermano Mauro por su constante apoyo y motivación para seguir adelante.

Olinda Zevallos Morales.

## AGRADECIMIENTOS

- Agradecemos en primer lugar a Dios, por guiar cada día nuestros pasos y su infinito amor.
- Con inmenso respeto expresamos nuestro agradecimiento al **Mg. Ingeniero: Carlos Alberto Rodríguez Reyna**; por su paciencia y por tomarse el tiempo de compartir su conocimiento y experiencia. Agradecerle por permitirnos alcanzar uno de nuestros principales objetivos; como es la tesis; ya que este trabajo no hubiera sido posible sin su constante apoyo durante el proceso de investigación y desarrollo.
- Al Ingeniero Eduard Rodríguez – Coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la UCV - Campus Trujillo, por guiarnos en el proceso de elaboración de este estudio.
- Ingeniero Reynaldo Paredes Quispe, por sus sabios consejos y orientación en materia de investigación.
- Ingeniero Midward Benavente – encargado del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfaltos de la UANCV, por su apoyo en el procedimiento y uso de equipos para desarrollar los ensayos requeridos.

Los autores.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
Tereftalato de Polietileno (PET) .....	7
III. MÉTODOLOGÍA. ....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación. ....	14
3.1.1. Tipo de Investigación.....	14
3.1.2. Diseño de investigación.....	14
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.2.1. Variable independiente.....	14
3.2.2. Variables dependientes .....	14
3.2.3. Definición operacional .....	15
3.3. Población .....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos .....	20
3.5.1. Recopilación de información .....	20
3.5.2. Selección del material. ....	20
3.5.3. Herramientas y equipos para la fabricación de bloques de albañilería	22

3.5.4. Procedimiento para elaborar los bloques de albañilería.....	23
3.5.5. Ensayos de laboratorio para bloques de albañilería.....	26
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos.....	32
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Resultados de laboratorio de los agregados.....	33
4.2. Resultados del Diseño de Mezcla.....	37
4.3. Resultados de la prueba de asentamiento.....	38
4.4. Resultados de la prueba de Absorción a los Bloques de Albañilería.....	39
4.5. Resultados de la prueba de Resistencia a Compresión para Bloques de Albañilería.....	40
V. DISCUSIÓN.....	41
5.1. Ensayo de laboratorio de los agregados.....	41
5.2. Diseño de Mezcla.....	41
5.3. Ensayo de asentamiento.....	41
5.4. Ensayo de Absorción.....	43
5.5. Prueba de Resistencia a la Compresión.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES.....	48
ANEXOS.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Características del concreto fresco.....	13
TABLA 2. Operacionalización de variables.....	15
TABLA 3. Cantidad de muestras.....	16
TABLA 4. Dosificación de materiales.....	24
TABLA 5. Resultados de propiedades físicas de los agregados.....	35
TABLA 6. Resultados los materiales diseño mezcla PET.....	37
TABLA 7. Resultado diseño de mezcla PET.....	37
TABLA 8. Resultados de la prueba de asentamiento.....	38
TABLA 9. Resultados del ensayo de absorción.....	39
TABLA 10. Resistencia a la compresión de bloques de albañilería.....	40

## ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1. Características de los polímeros.....	9
IMAGEN 2. Bloque de albañilería.....	17
IMAGEN 3. Localización de la cantera Isla.....	21
IMAGEN 4. Resumen ensayo Abrasión los Ángeles.....	33
IMAGEN 5. Resumen ensayo análisis granulométrico.....	34
IMAGEN 6. Resumen ensayo diseño de mezcla.....	36
IMAGEN 7. Prueba de asentamiento del concreto fresco.....	42
IMAGEN 8. Comparación de promedios para absorción.....	43
IMAGEN 9. Resistencia a la compresión de bloques de albañilería.....	44

## RESUMEN

En el departamento de Puno el empleo de bloques de concreto para muros de albañilería ha ido creciendo, pero estos se han estado elaborando artesanalmente sin haber considerado las propiedades del concreto. Así mismo el consumo de bebidas en las botellas de tereftalato de polietileno (PET), las cuales son difíciles de degradarse por su composición, ha ido incrementando la contaminación del medio ambiente. Para abordar estos problemas se realizó esta investigación cuyo objetivo general es el de determinar la relación de las fibras recicladas de tereftalato de polietileno en las propiedades físico-mecánicas del concreto para bloques de albañilería en el sur del Perú. Se elaboró un diseño de mezcla considerando el 1% de PET de acuerdo al peso del agregado grueso, se decidió este porcentaje de acuerdo a los antecedentes. Se realizaron ensayos de asentamiento y absorción para las propiedades físicas y ensayo de resistencia a la compresión para las propiedades mecánicas, cabe mencionar que este último ensayo se realizó directamente a los bloques de concreto, obteniendo los siguientes resultados: En el ensayo de asentamiento, realizado al concreto fresco, se produjo una disminución del Slump de 3 a 2pulg al adicionar las fibras de PET; del ensayo de absorción se observó que incrementó de 7 a los 28 días de curado de 1.37% a 1.52% respectivamente en los bloques con adición PET; por último en cuanto a los ensayos de resistencia a la compresión también se observó un incremento desde los 7 a los 28 días de curado de 143.02 a 232.04 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, esto en los bloques con adición PET. Por lo cual concluimos que sí existe relación entre las fibras recicladas de tereftalato de polietileno sobre las propiedades físico-mecánicas del concreto al adicionar el 1% de fibras recicladas a los bloques de albañilería.

**Palabras clave:** Fibras recicladas, tereftalato de polietileno, propiedades del concreto, bloques de albañilería.

## ABSTRACT

In the department of Puno, the use of concrete blocks for masonry walls has been growing, but these have been made by hand without having considered the properties of the concrete. Likewise, the consumption of beverages in polyethylene terephthalate (PET) bottles, which are difficult to degrade due to their composition, has been increasing environmental pollution. To address these problems, this research was carried out whose general objective is to determine the relationship of recycled polyethylene terephthalate fibers in the physical-mechanical properties of concrete for masonry blocks in southern Peru. A mix design was developed considering 1% of PET according to the weight of the coarse aggregate, this percentage was decided according to the background. Settlement and absorption tests were carried out for the physical properties and compressive strength test for the mechanical properties, it is worth mentioning that this last test was carried out directly on the concrete blocks, obtaining the following results: In the settlement test, carried out to fresh concrete, there was a decrease in slump from 3 to 2 inches by adding PET fibers; from the absorption test it was observed that it increased from 7 to 28 days of curing from 1.37% to 1.52% respectively in the blocks with PET addition; Finally, regarding the compressive strength tests, an increase was also observed from 7 to 28 days of curing from 143.02 to 232.04 kg/cm<sup>2</sup>, respectively, this in the blocks with PET addition. Therefore, we conclude that there is a relationship between the recycled fibers of polyethylene terephthalate on the physical-mechanical properties of concrete by adding 1% of recycled fibers to the masonry blocks.

Keywords: Recycled fibers, polyethylene terephthalate, concrete properties, masonry blocks.

## I. INTRODUCCIÓN

En el departamento de Puno el uso de bloques de concreto para muros de albañilería ha ido en aumento, sin embargo, estos se han estado elaborando artesanalmente sin que se hayan considerado las propiedades mecánicas para poder resistir las fuerzas verticales y horizontales a las que son sometidos con el tiempo; requiriendo ser reforzados con materiales alternos mejorando sus propiedades (Ballesteros, 2015, p. 27).

Por unas décadas el consumo de bebidas en botellas de plástico ha ido incrementando considerablemente; estos a su vez son difícilmente degradables debido a su composición. El avance tecnológico y el moderno estilo de vida incrementan la producción y el consumo de materiales de desecho los cuales son muy difíciles de eliminar. Las botellas de PET son uno de ellos las cuales deben ser desechables o que puedan ser reciclables y así mantener sano nuestro medio ambiente, estos materiales son clasificados como no biodegradables (Adnan y Dawood, 2020, p. 2).

Se sabe que un material como el tereftalato de polietileno (PET), se puede reutilizar como elemento eficiente en la construcción de viviendas, sin embargo, los diferentes métodos de construcción no alcanzan incluir el uso de bloques de concreto en las edificaciones, lo cual puede deberse a dos causas: económica y cultural; esta última se refiere a la identidad histórica del material. La elaboración de bloques no necesita de moderna tecnología y tampoco mano de obra calificada, estas posturas permanecen con el tiempo (Farias, 2018, p. 65).

Es así que, para dar respuesta a estos problemas, se han encontrado potenciales en estos desechos de plástico con la adición de fibras PET en el concreto para poder mejorar algunas de sus propiedades. Ya que el plástico es un material de alta resistencia a la degradación en el medio ambiente, lo que se desea es obtener beneficios de este al reutilizarlos, convirtiendo estos envases en fibras, así se podría reducir los impactos negativos generados al medio ambiente y poder incluirlos como una alternativa en materiales para construcción (Marthong & Sarma, 2016, p. 2).

Se podrá conseguir una disposición adecuada para estos plásticos, que son producidos a nivel mundial, reutilizándolos. Estos materiales no cuentan con un destino final adecuado y suficiente. Es así que también se podrían generar beneficios económicos al emplear este tipo de materiales (Mestanza, 2018, p. 4).

Frente a lo planteado y en vista que existen otras investigaciones acerca del uso de PET en el concreto, se plantea un diseño de mezcla con la inclusión del tereftalato de polietileno para el sur del Perú, con el objetivo de fabricar bloques de concreto para uso estructural y para tabiquería.

Ante ello planteamos el siguiente problema:

¿Cómo se relacionan las fibras recicladas de tereftalato de polietileno en las propiedades físico-mecánicas del concreto para bloques de albañilería en el Sur del Perú?

Por lo que se plantean los siguientes objetivos:

**Objetivo General:** Determinar la relación de las fibras recicladas de tereftalato de polietileno en las propiedades físico-mecánicas del concreto para bloques de albañilería en el Sur del Perú.

**Objetivo Específico 1:** Seleccionar la fibra de tereftalato de polietileno y de los materiales; realizando ensayos de: Abrasión, contenido de humedad, pesos unitarios, granulometría, análisis mecánico y propiedades físicas de los agregados.

**Objetivo Específico 2:** Realizar el Diseño de Mezcla siguiendo el método ACI 211.1.74.

**Objetivo Específico 3:** Estudiar la relación de las fibras recicladas de PET en las propiedades físicas del concreto para bloques de albañilería.

**Objetivo Específico 4:** Examinar la relación de las fibras recicladas de PET en las propiedades mecánicas del concreto para bloques de albañilería.

Teniendo como hipótesis las siguientes:

Hipótesis general: Las fibras recicladas de tereftalato de polietileno influyen en las propiedades físico-mecánicas del concreto para bloques de albañilería en el Sur del Perú.

Hipótesis específica 1: Con la selección de las fibras de PET y los ensayos de abrasión, contenido de humedad, pesos unitarios, granulometría, análisis mecánico y propiedades físicas de los agregados se obtienen mejores resultados.

Hipótesis específica 2: El diseño de mezcla es el adecuado para alcanzar las propiedades físico-mecánicas del concreto para bloques de albañilería.

Hipótesis específica 3: Las fibras recicladas de Tereftalato de Polietileno influyen en las propiedades físicas del concreto para bloques de albañilería.

Hipótesis específica 4: Las fibras recicladas de tereftalato de polietileno influyen en las propiedades mecánicas del concreto para bloques de albañilería.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Al-Luhybi & Qader, (2021, p. 1) evaluaron experimentando los residuos plásticos de PET reciclado en las propiedades mecánicas del concreto, agregando más de una longitud diferentes una de la otra (45 y 22mm con un ancho de 4mm), en tres porcentajes de PET (0.1, 0.3 y 0.5%) en base al peso del cemento, en el cual se demostró el efecto negativo de la presencia del PET sobre la trabajabilidad, donde el efecto de la longitud tampoco causa variación en el asentamiento, así mismo las mezclas con fibras de 45mm lograron mayor resistencia a la compresión yendo en aumento a mayor tiempo de curado, llegando a la conclusión de que al agregar 0.1% de fibras de polietileno tereftalato al concreto, mejora ligeramente la resistencia a compresión y se disminuye la trabajabilidad a mayor porcentaje de PET. Este antecedente nos permite tomar en consideración el tamaño de la fibra de PET a ser evaluada.

Así como también Dawo et al., (2021, p. 12) realizaron un estudio experimental comparando el comportamiento del hormigón con fibra de PET y de acero, los resultados logrados demostraron que gracias a la presencia de las fibras de PET no favorece la resistencia a compresión y el módulo de rotura, sin embargo, existe la posibilidad de poder mejorar esa resistencia considerando fibras PET con mayor espesor (0.44 y 0.11mm). Concluyendo también que la absorción se incrementó al usar el 20% de PET.

Rodrigues et al., (2021, p. 1), también evaluaron la influencia de la incorporación de residuos de tereftalato de polietileno (PET) en las propiedades de los ladrillos suelo-cemento, logrando resultados favorables para incrementar la resistencia a compresión y en la trabajabilidad. Encontraron que, mientras mayor sea la cantidad de PET, mayor es el requerimiento de agua, lo cual mejora la trabajabilidad, pero disminuye la resistencia.

Beibei et al., (2021, p. 1), estudiaron cómo influye el polvo obtenido del PET sobre la trabajabilidad del mortero, también resistencia a la flexión y compresión del concreto, sustituyendo el volumen de arena fina con diferentes porcentajes de PET (0, 5, 10%) y la adición de superplastificante al 1% de peso del cemento, con su respectivo curado de 7 y 28 días, resultando no favorable la adición de porcentajes mayores al 5% de PET al mortero, referido a la resistencia a compresión. Para nuestro trabajo de investigación tomamos en cuenta esta conclusión acerca del efecto de no agregar porcentajes mayores a 5% de la fibra de PET al concreto para incrementar la resistencia a la compresión.

Según Al-Hadithi, Tareq y Khairi, (2019, p. 11), el contenido óptimo de fibras de PET en la elaboración de concreto autocompactante puede ser del 1.5%, del volumen de concreto, notándose un incremento para resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y módulo de elasticidad. Mientras que la trabajabilidad disminuye a mayor proporción de fibras de PET.

Perez, (2020, p. 61), se planteó investigar si el polietileno tereftalato tiene influencia sobre las propiedades físicas y mecánicas en bloques de concreto de manera positiva. Para su estudio consideró 5%, 15% y 30% de PET granulado en función del volumen de agregado fino, concluyendo que a mayor porcentaje de PET se reduce el peso del bloque y también la resistencia a compresión disminuye.

Al igual que el autor anterior, Shahidan et al., (2018, p. 1), determinaron las propiedades mecánicas y porcentaje óptimo de PET en el concreto ordinario. Una forma para reducir el plástico es reciclar el Tereftalato de Polietileno como fibras para concreto a través de la industria de la construcción, usando porcentajes de fibras de PET rectas (50mm\*5mm) e irregulares al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% según volumen del concreto, concluyendo que cuando se aumenta el porcentaje de fibra, la resistencia a compresión y el asentamiento se disminuyen.

En la investigación realizada por Maure, Candanedo, Madrid, Bolobosky y Marín, (2018, p. 5), se fabricaron ladrillos de tereftalato polietileno fundido y también se usó virutas metálicas obtenidas por medio de un proceso de extrusión para compararlos con ladrillos convencionales, fundiendo el material de 70°C a 126°C, con estos resultados pudieron comprobar y a la vez obtener un nuevo producto, aplicando al material una fuerza axial y sobre la superficie, 40.4KN de resistencia mecánica. Se presentaron muchas limitaciones e impedimentos para realizar este trabajo, ya que no se contaba con una máquina de proceso industrial que sea de alta capacidad para poder hacer realidad todo este proceso.

Lopes, de Oliveira y Gomes, (2017, p. 1) también evaluaron la utilización de fibras PET durante la elaboración del concreto ecológico concluyendo que estas fibras de botellas de PET mejoran sus propiedades mecánicas en cuanto a flexión, compresión y tensión en el concreto ecológico; demostrando también que el efecto sinérgico entre los factores volumen y longitud de fibra influyen en la eficiencia de la tracción del concreto.

Marthong, (2015, p. 8) investigó el uso de fibras con dimensiones y geometrías diferentes y los efectos en sus propiedades mecánicas presentes en dicho concreto, encontrando que con la adherencia de las fibras, mejora utilizando láminas con extremos planos de fibra de PET, así como también aquellas de menor tamaño mejoran la resistencia a compresión del concreto y su trabajabilidad, concluyendo que con la variación de geometría y diferentes dimensiones de fibra cumplen una función importante. Concluye que la resistencia a compresión se ve reducida por valores mayores al 0.5% de la fibra PET para el concreto.

A continuación, se menciona la normatividad consultada para el presente trabajo de investigación:

- Ley de Gestión Integral de Residuos sólidos N°-27314 (2004) modificado por el Reglamento N° 1278 (2017).
- Ley que Regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables – Ley N° 30884 (2018).
- NTP 399.604, 2002 Unidades de Albañilería. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
- NTP 400.010, 2001 Agregados: Extracción y preparación de las muestras.
- NTP 339.185, 2013 Agregados: Métodos de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
- NTP 400.012, 2001 Agregados: Análisis granulométrico del agregado fino grueso y global.
- NTP 400.017, 1999 Agregado: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.
- NTP 400.021, 2002 Agregados: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.
- NTP 400.022, 2013 Agregados: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

A continuación, se presentan definiciones de los términos más importantes relacionados con la presente investigación:

### **Tereftalato de Polietileno (PET)**

Este material se define como un polímero que no presenta un color definido ya que es transparente, el cual viene a ser un derivado del petróleo, su fórmula corresponde a la de un “poliéster aromático”, el cual es utilizado para la producción de botellas de bebidas gaseosas, etc.; el polímero mencionado no es muy costoso, es resistente y también es durable, el hecho que no sea retornable hace que vaya en aumento su presencia entre los diferentes residuos sólidos generados por la población que los consume, provocando una contaminación excesiva al medio ambiente, es así que el reciclaje de estos envases de PET se ha convertido en una actividad necesaria (Ballesteros, 2015, pág.26).

El tereftalato polietileno es calificado por su alta pureza, su resistencia y también por su tenacidad; así como también resistencia química y transparencia, estos se clasifican en: aquellos que son de bajo peso molecular los cuales se les denominan “fibras”, los que son de peso molecular medio los llaman “grado película” y los que tienen mayor peso molecular les denominan como “grado ingeniería”. El PET es un material que no manifiesta estiramiento, no le afectan los ácidos ni tampoco los gases atmosféricos, no suele absorber altas cantidades de agua, formando fibras resistentes y flexibles, también es resistente al calor. Su elevado punto de fusión hace fácil su planchado, también es resistente a las bacterias, polillas y hongos (Lugo y Torres, 2019, p. 27).

A continuación, se presentan algunas propiedades físicas y mecánicas del PET (Elaplas, 2017).

- Elevada resistencia al desgaste
- Cristalinidad y transparencia
- Absorbe humedad: 0.02%
- Adecuado comportamiento cuando es sometido a permanentes esfuerzos
- Aceptable resistencia química

- Adecuadas propiedades térmicas
- Valores altos de rigidez y de dureza
- Excelentes características dieléctricas y eléctricas
- Elevada resistencia a los agentes químicos y también alta estabilidad a la intemperie
- Totalmente reciclable
- Elongación: 20%

Dentro de las principales aplicaciones del PET están la producción de botellas destinadas a la industria de las bebidas gaseosas y también de agua mineral, igualmente es usado para envases de medicinas, de cosméticos, de aceites y otros como cintas de video y audio, fibras para la industria textil y geo textiles (Ballesteros, 2015, p. 30).

El uso de PET empleado en el concreto como refuerzo, es una nueva alternativa para las edificaciones; los residuos plásticos durante los últimos 20 años se han estudiado como parte del concreto, reemplazando el agregado, como aglutinante del cemento como refuerzo. (Adnan y Dawood, 2020). Asimismo, en el estudio que realizó Foti, (2011, p. 4), a cerca de la elaboración de concreto adicionado con fibras de tereftalato polietileno, donde las fibras recicladas de botellas PET son incluidas de acuerdo a diferentes porcentajes en base al volumen de concreto, volumen del agregado fino y del agregado grueso, o como también en función al peso del cemento y del agregado fino, concluye que la presencia de las fibras PET aumentan la resistencia a compresión y retardan el agrietamiento del concreto, debiéndose a que la geometría que tienen las fibras ayuda a mantener unidas las secciones fisuradas del concreto.

Los envases PET se clasifican en reciclables y no reciclables. Se deben examinar su respectiva identificación internacional, identificando en el propio envase el número **1** en la parte inferior de la botella, así como también identificar las siglas en los símbolos tal como se aprecia en la imagen 1.

## IMAGEN 1. Características de los polímeros

Símbolo	Polímero	Usos comunes	Propiedades	Posibilidad de reciclaje
 PETE	Polietileno tereftalato	Botellas plásticas (agua, bebidas gasificadas, aceite de cocina, etc.)	Ligero, transparente y resistente	Sí, ampliamente reciclado
 HDPE	Polietileno de alta densidad	Botellas para productos de limpieza y desinfectantes	Rígido y resistente al fraccionamiento	Sí, ampliamente reciclado
 PVC	Policloruro de vinilo	Tubos de plástico, pisos de vinilo, aislamiento de cableado eléctrico	Puede ser rígido o ligero, usado en la construcción, cuidado de la salud y electrónica	Frecuentemente no reciclable debido a sus propiedades químicas
 LDPE	Polietileno de baja densidad	Bolsas plásticas, envolturas de alimentos	Ligero, de bajo costo, versátil, frágil a la acción mecánica y térmica	Fácil de romper, hace difícil su reciclaje
 PP	Polipropileno	Tapas de botellas, muebles, utensilios de cocina, automóviles, dispositivos médicos, etc.	Dureza y resistencia, barrera efectiva contra el agua y agentes químicos	Frecuentemente no reciclable debido a sus propiedades químicas
 PS	Poliestireno	Envases de comida para llevar, menaje de plástico, bandeja de huevos	Ligero, estructuralmente débiles, de fácil dispersión	Raramente reciclable
 OTHER	Otros plásticos (acrílicos, policarbonatos, fibras polilácticas)	Botellas resistentes a la refrigeración, congelamiento, biberones, fibra de vidrio	Diverso en naturaleza y con varias propiedades	No se puede reciclar, riesgo de contaminación durante el reciclaje

Fuente: Recuperado de Ritchle, 2020. FAQs on Plastics, citado en (Flores, 2020)

El concreto, es un material de construcción, el cual está elaborado a partir de una mezcla compuesta por cemento, el agua, agregados y algunas veces aditivos; por lo cual se puede considerar como si fuera piedra conglomerado artificial con ciertas características parecidas a las que tiene una roca, con resistencia a la compresión buena y una resistencia a la tensión baja (Foti, 2019, p. 4).

El procedimiento a seguir para elaborar elementos de mampostería hechos de concreto es el siguiente:

- Seleccionar las materias primas con una adecuada granulometría y con una buena calidad para los agregados, permitiendo la elaboración de elementos

acabados cumpliendo con los requisitos estipulados en las especificaciones técnicas.

- Dosificar las materias primas que satisfagan las mínimas condiciones para el diseño de mezcla.
- Mezclar adecuadamente los materiales ya dosificados para la elaboración del concreto logrando buena trabajabilidad.
- El moldeo debe ser mecánico produciendo elementos de buenas características.
- Para poder desarrollar propiedades mecánicas y físicas del producto se deberá cumplir con las especificaciones necesarias de un buen curado.
- Conservar adecuadamente los elementos acabados permitiendo el desarrollo de sus diferentes propiedades (Monroy, A. 1999).

El cemento es un material de color ceniza en forma de polvo fino, que puede adherirse fácilmente en la mezcla con arena y agua, entre otros elementos formando una pasta y con el fraguado se obtiene el concreto endurecido (Carahuata, V. 2018).

El agua cumple las siguientes funciones en el concreto:

- Reaccionar al contacto con el cemento, la cual produce su hidratación.
- Comportarse como un lubricante, lo cual logra mejorar la trabajabilidad en la mezcla.
- Asegura los espacios necesarios en la mezcla. Para hidratar completamente al cemento se necesita del 22 al 25% del agua presente en la mezcla.

El agua puede presentar impurezas en disolución o también en suspensión, estas pueden ser: bicarbonatos o carbonatos, sulfatos, cloruros, materia orgánica, sales de hierro, aceites, sales inorgánicas, ácidos o algunos sedimentos los cuales podrían interrumpir que el cemento se hidrate adecuadamente, produciendo variaciones en la duración del fraguado, también puede causar manchas en la superficie del concreto, pueden reducir su resistencia mecánica e incrementar la exposición a corrosión de las armaduras (Carahuata, V. 2018).

El agregado fino se define como aquel que deriva de la disgregación o ruptura, ya sea natural o mecánica de las rocas; este pasa por el tamiz de 3/8" (9.4mm) el cual está acorde con lo establecido en la NTP 400.037 y en la ASTM C 33.

El agregado estará compuesto por arena natural u obtenida mecánicamente, así como también la combinación de ambas. Las partículas del agregado deberán estar libres de impurezas; de preferencia sus perfiles deberán ser angulares, fuertes, densos y resistentes, no deberá contener polvo, pedazos, partículas blandas o escamosas, esquistos, pizarras, algunos álcalis, presencia de materia orgánica, sales minerales u algunas otras sustancias que puedan provocar daños en el concreto (Corcino, V. 2007).

Se considera agregado grueso a aquel que es retenido por el tamiz N°4 (4.75mm) proveniente de la disgregación manufacturada o natural de las piedras, rocas, las cuales cumplen con lo establecido en la norma (Estructural, 2014). El desgaste de los agregados o resistencia a la abrasión, es una de las propiedades físicas de los agregados que se deben tener en cuenta, debido a que con este dato da a conocer la resistencia y durabilidad que poseerá el concreto para futuras construcciones por ejemplo de losas, estructuras simples o aquellas que necesiten de una adecuada resistencia (Castro F. 2009).

El procedimiento a seguir para el diseño de mezcla que contempla el Instituto Americano del Concreto – ACI 211.1 es ampliamente usado y reconocido, fundado en la relación de agua y cemento, donde se sigue una secuencia y así se obtiene la porción de materiales como el cemento, el agua, la arena, la grava y el aire; ya sea en peso y también el volumen de 1m<sup>3</sup> de concreto (Lugo y Torres, 2019, p. 49). Para la dosificación debemos tener en cuenta las siguientes propiedades de los materiales a ser utilizados.

- Distribución granulométrica
- Finura del agregado fino
- Magnitud máxima del agregado grueso
- La densidad aparente de los agregados fino y grueso
- Masa unitaria comprimida del agregado grueso
- Porcentaje de humedad de los agregados anterior a realizar las respectivas mezclas

- Densidad del cemento

Un bloque de concreto es hueco, moldeado y prefabricado. El moldeo deberá ser controlado por empleo de presión y deberá pasar por proceso de vibración, o la conjunción de ambas, también se requerirá de un periodo de curado sumergido en agua con la finalidad que los bloques de concreto alcancen su máxima resistencia. Estos bloques están formados por pretilos y estos a su vez encierran 3 celdas, conformando un bloque hueco, dichas celdas moldean los conductos verticales para dar paso a instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas, también podrían incluirse soportes de acero, para luego rellenarlos con concreto líquido, así los bloques de concreto son aprovechados para el encofrado permanente, transformándose en unidades sismo-resistentes y estructurales (Flores, P, 2011, p.2).

Para Zúñiga, (2015, p. 19), un bloque de concreto es el material primario que es parte de la albañilería para darle forma, permitiendo un buen moldeo, es destinado para uso estructural basado en una mezcla de arena, cemento, agua y aire; el cual se puede obtener de manera artesanal e industrial.

### **Algunas propiedades mecánicas y físicas de los bloques de concreto**

La resistencia a la compresión de un bloque de concreto, puede ser definida como la interacción entre el área neta o bruta del bloque y su carga de rotura sometido a compresión. Si la resistencia a compresión presenta valores altos, indica la buena calidad de ese concreto y puede ser usado con fines estructurales y ser expuestos a otras cargas, pero si estos valores son bajos, la albañilería que se producirá será poco resistente y menos durable (Flores, 2011, p. 40). Para obtener el valor de la resistencia a compresión se divide la carga de rotura encima del área del bloque.

Se puede definir al asentamiento como una propiedad que nos da a conocer la trabajabilidad o la consistencia del concreto en estado fresco, la cual hace notar la cantidad necesaria de agua y así se pueda usar el concreto en diferentes trabajos. La viabilidad de un concreto determina si este se puede mezclar y colocar, poder compactar y acabar fácilmente (Adnan y Dawood, 2020).

En la tabla 1 se aprecia la diferencia entre consistencia, asentamiento y trabajabilidad del concreto fresco.

**TABLA 1. Características del concreto fresco**

Consistencia	Asentamiento (mm)	Trabajabilidad
Seca	0 a 50	Poco trabajable
Plástica	75 a 100	Trabajable
Fluida	Mayor a 125	Muy trabajable

Fuente: Pasquel, (1998, p. 133)

La absorción es la capacidad de colmar con agua aquellos vacíos presentes dentro de las partículas, este proceso puede ser provocado por capilaridad, donde no necesariamente llegan a llenarse estos poros porque continuamente queda aire atrapado (Pasquel, 1998, p. 76). El grado de absorción y la velocidad con la que el agua podría escurrirse de las partículas del agregado, son controlados por la continuidad y el volumen de los poros (Rivva, 2000, p. 138).

La composición granulométrica de los áridos es un factor de mucha importancia, ya que puede influir en la porosidad del bloque de concreto, brindando al material características aislantes, acústicas y térmicas; así como también, la poca porosidad de la unidad de albañilería, se relaciona con la posibilidad de enlace del aglomerante y la densidad aparente del concreto, o sea que mientras menor es el vacío entre las partículas de los agregados, mayor será la densidad aparente del material, haciendo un material con mejores características de compactación. Una buena compactibilidad de los bloques de concreto resulta de la adecuada conjugación de la ubicación de los granos, lo que generará mejores características en la durabilidad y resistencia de los bloques (Flores, 2011, p. 23).

### **III. METODOLOGÍA**

Este proyecto de investigación aplica el método científico; enfoque cuantitativo. Porque nos permite recopilar y analizar información obtenida de una variedad de fuentes; en este proceso se utilizó herramientas estadísticas y matemáticas para cuantificar el problema del presente proyecto de investigación.

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

La investigación es aplicada. Porque utilizaremos conocimientos teóricos acerca de las propiedades del tereftalato de polietileno; de manera similar, propiedades físico – mecánicas del concreto, basados en la norma (NTP.399.604, 2002).

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

En cuanto al diseño de la metodología utilizada en este estudio fue experimental; puesto que se manipula la variable independiente y se observa la dependiente, controlando las variables intervinientes.

#### **3.2. Variables y operacionalización.**

##### **3.2.1. Variable independiente.**

###### **➤ Fibra PET**

La fibra reciclada, polímero PET (Tereftalato de polietileno).

En base a la revisión documental se decidió emplear el 1% de fibra reciclada en base al peso del agregado grueso para preparar la mezcla de concreto para bloques de albañilería.

##### **3.2.2. Variables dependientes**

- Resistencia a la compresión para bloques de concreto ( $f'_{b}$ )
- Trabajabilidad del concreto.
- Absorción.

### 3.2.3. Definición operacional

#### ✓ Operacionalización de variables.

Seguidamente, se detallan en la tabla 2, como se miden las variables, las descripciones de las dimensiones conceptualmente y operacionalmente, con sus indicadores respectivos.

**TABLA 2. Operacionalización de variables**

VARIABLE	INDICADORES	VALOR / ESCALA	TIPOS DE DATOS
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  Cantidad de fibra PET	%	1%	Continua
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  -Resistencia a la compresión para bloques de concreto (f'c) -Trabajabilidad  - Absorción	f'c kg/cm <sup>2</sup>  Slump  %	210 kg/cm <sup>2</sup>  2" – 3"  $((B-A) / A) \times 100$	Continua  Continua  Continua

### 3.3. Población

Este proyecto de investigación la constituye una población de 60 bloques de albañilería, evaluados en edades de 7, 14 y 28 días, obtenidos a partir de la dosificación de agregados, % tereftalato de polietileno, cemento; agua; para lo cual se ha utilizado agregado TMN 3/8", 1% de tereftalato de polietileno según peso del agregado grueso, cemento portland tipo I, agua; considerando estos materiales a efecto de realizar el ensayo de compresión (NTP.399.604, 2002) y el ensayo de absorción.

➤ **Muestra**

Se tomó como muestra una cantidad de 10 bloques de albañilería, 05 de los cuales fueron denominados bloque patrón (sin PET) y en los otros 05 bloques se adicionó el 1% de tereftalato de polietileno; estas muestras de dimensiones 40x20x15cm. se sometieron a pruebas de resistencia a la compresión y pruebas de absorción, a los 7, 14 y 28 días de edad, para analizar sus características y propiedades físico - mecánicas.

**TABLA 3. Cantidad de muestras**

Bloques de Albañilería	Ensayo de resistencia a la compresión (días)			Pruebas de absorción (días)		
	7	14	28	7	14	28
- Patrón	5	5	5	5	5	5
- Con adición 1% PET	5	5	5	5	5	5

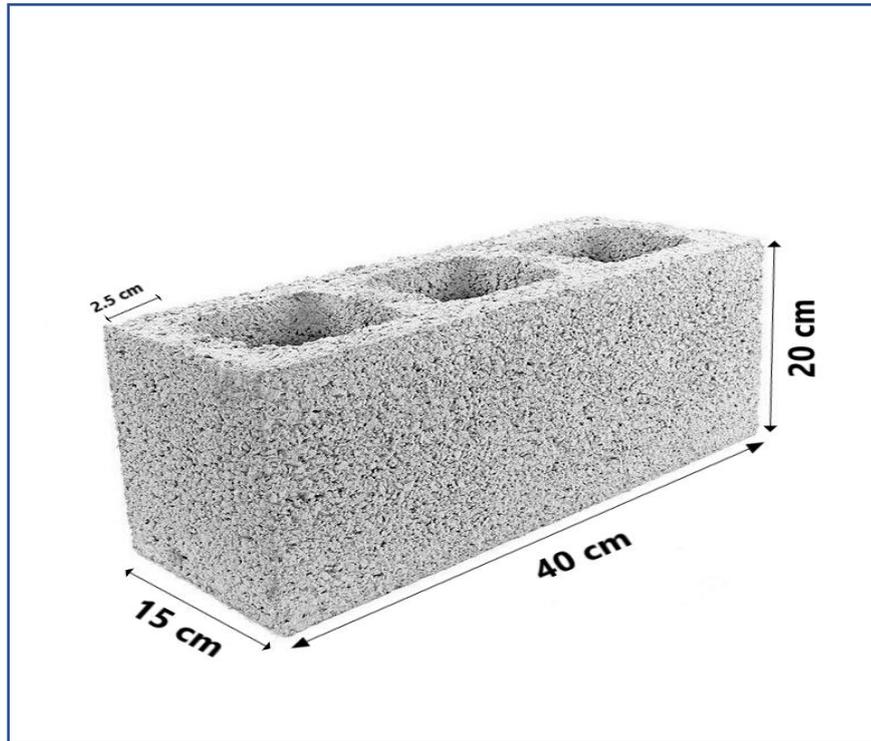
➤ **Muestreo**

En este estudio se utilizó el muestreo no probabilístico y por conveniencia.

➤ **Unidad de datos**

Concreto para bloques de albañilería con adición de 1% de PET, de dimensiones 40x20x15cm (largo, alto y ancho).

**IMAGEN 2. Bloque de albañilería**



### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **➤ Técnicas de recolección de datos**

Las técnicas fueron seleccionadas de acuerdo a las características de la población, y en este trabajo se optaron por las técnicas que se detalla a continuación, dada la aplicación práctica de este estudio:

- Para realizar el proyecto de investigación se recaudó, procesó y analizó los datos e información a fin de dar respuesta a los objetivos planteados.
- Para lograr el objetivo general del proyecto de investigación, para determinar la relación que tienen las fibras recicladas (PET) en las propiedades físico-mecánicas del concreto para bloques de albañilería; se hizo uso de la técnica de análisis de datos, elaboración, manipuleo y observación de las propiedades del concreto.

- Para conseguir el primer objetivo específico, se utilizó técnicas de observación, elaboración y análisis de ensayos mecánicos y propiedades de los agregados tales como: Ensayos de Abrasión, contenido de humedad, pesos unitarios, granulometría, así como técnicas de recolección de fibras PET.
  - Para lograr el segundo objetivo específico, se utilizó la técnica de elaborar y desarrollar el diseño de mezclas basado en el método ACI.211.1.74. Utilizando como fuente bibliográfica: Tópicos de tecnología de concreto (Ing. Enrique Pasquel Carbajal).
  - Para lograr el tercer objetivo específico, se utilizó la técnica de observación, elaboración y manipuleo del concreto fresco a fin de someter a la prueba de Slump mediante el cono de Abrams con la finalidad de determinar la trabajabilidad y por ende la consistencia del concreto para bloques de albañilería.
  - Para lograr el cuarto objetivo específico, se hizo uso de la técnica de observación, evaluación y análisis del laboratorio donde se realizó las pruebas de resistencia a la compresión y la prueba de absorción en razón que se realizaron diversas pruebas aprobadas por un laboratorio acreditado por el (INACAL) y asesorado respectivamente por un profesional en la Ingeniería Civil, esto para las pruebas de resistencia a la compresión.
- **Observación directa:** Las características físico – mecánicas del concreto para bloques de albañilería; fueron cuidadosamente observadas, recopiladas, evaluadas y registradas.
  - **Ensayos:** Para poder obtener los resultados físicos mecánicos de los bloques de albañilería, el slump (concreto fresco) y el ensayo de absorción, la prueba de resistencia a la compresión de los bloques

de albañilería (a los 7 y a los 14 días), se hizo uso de las instalaciones del “Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y asfaltos” de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de la provincia de San Román – Puno. De igual forma se realizó la prueba de resistencia a la compresión de bloques de albañilería a la edad de 28 días en las instalaciones del laboratorio de Roberto Cáceres Flores S.R.L – Laboratorio de ensayo acreditado INACAL – DA REG N° LE-091.

➤ **Instrumentos de recolección de datos**

- El instrumento utilizado fue una ficha de observación; el mismo que contiene información referida a:
  1. La dosificación y el diseño de la mezcla de concreto para los bloques de albañilería, comprenden los siguientes datos: calidad de la mezcla, cantidad y calidad de los materiales, resultados obtenidos.
  2. Las resistencias obtenidas para los bloques de albañilería conforme a los formatos brindados por los laboratorios de la universidad y la empresa donde se realizaron.

Asimismo; se utilizó los siguientes instrumentos para recolectar datos, los que comprenden:

- a) Cuaderno de anotaciones.
- b) Cámara fotográfica, que permitió guardar imágenes de las actividades más importantes en el presente estudio.
- c) Ensayos de laboratorio, los cuales arrojan la información técnica de las características físicas – mecánicas de los bloques de albañilería, indispensable para poder ejecutar las comparaciones, discusiones y conclusiones sobre el presente estudio.
- d) Laptop.

e) Formatos, se usó para recopilar datos de las pruebas que se ejecutaron a los bloques de albañilería, dichos formatos fueron normados de acuerdo a los ensayos siguientes:

- Análisis granulométrico (Norma ASTM C33 87).
- Determinación del contenido de humedad (NTP 339 127).
- Absorción y peso específico de los agregados (Norma ASTM C 127 128).
- Peso unitario de los agregados (ASTM C 29).
- Ensayos de abrasión de los Ángeles (ASTM C 131 Y C 535)
- Diseño de mezcla (Método ACI 211).
- Método para la medición de asentamiento (NTP 339.035- 1998).
- Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C-39).

### **3.5. Procedimientos**

#### **3.5.1. Recopilación de información**

Se efectuaron investigaciones respecto a los estudios concernientes al comportamiento y propiedades físico – mecánicas del concreto con adición de elementos reciclados de diversas índoles; uno de ellos el tereftalato de polietileno. Recabando así información como artículos científicos, tesis y proyectos de investigación.

#### **3.5.2. Selección del material**

##### **➤ Extracción de Agregados**

En la ciudad de Puno, provincia de San Román, se encuentra ubicada la cantera “Isla”, la misma que está situada en la salida a Lampa – perteneciente al Sector Ilo Ilo; lugar de donde se extrajo el agregado grueso (triturado) y agregado fino (arena). Este material se seleccionó a



material. Finalizada esta etapa, se cortó por el cuello y el fondo, con ayuda de herramientas elaboradas artesanalmente (cúter y tapa de botellas) obteniendo cintillos o tiras largas, que finalmente fueron cortadas en una dimensión de 5mmx50mm.

➤ **Cemento.**

Dando cumplimiento a la norma NTP 334 009 y la ASTM C 150; se hizo uso del cemento portland TIPO I, producto fabricado por la empresa Rumi S.A.A, generalmente en la ejecución de las obras civiles, se empleó dicho material, en una proporción de 373 kg/m<sup>3</sup>.

➤ **Agua.**

Para elaborar la mezcla de concreto y el curado de los bloques de albañilería, se utilizó agua apta para el consumo del ser humano, libre de sustancias tanto materias orgánicas, aceites ácidos y sustancias alcalinas.

El líquido elemento empleado con el fin ya descrito, se obtuvo del campus de la Universidad-Andina-Néstor-Cáceres-Velásquez, líquido extraído de las piletas y que cumplen con los límites máximos y mínimos permisibles conforme al Reglamento de la Calidad del líquido para Consumo Humano según el DS---N°9-031-2010-SA; y de la norma NTP 339.088.

### **3.5.3. Herramientas y equipos para la fabricación de bloques de albañilería**

#### **- Molde metálico**

Este equipo permitió fabricar bloques de 40x20x15cm (largo, altura, ancho). Dicha plantilla consiste en un empujador que consta de una placa de montaje con un mango giratorio. El molde debe ser un poco mas grande en la parte inferior que en la parte superior para facilitar el desmontaje. Se recomienda limpiar suavemente con petróleo después de cada jornada de trabajo. (NTP.399.604, 2002)

- Martillo de goma
- Varilla de metal
- Pala
- Carretilla
- Guantes
- Cucharón
- Badilejo

#### **3.5.4. Procedimiento para elaborar los bloques de albañilería.**

El procedimiento para la preparación de los bloques de albañilería patrón y con adición de 1% de PET se basaron en la NTP.399.604, 2002 y de acuerdo a los siguientes pasos:

##### **1. Fecha, hora y ubicación de la zona de trabajo**

En fecha 11 de noviembre del 2021, aproximadamente a las 13.00 horas, en las instalaciones del laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfaltos de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, ubicado en la Provincia de San Román – Puno, se elaboró los bloques de albañilería en dos tipos de concreto (patrón y con adición de fibra 1% de PET), es preciso indicar que durante el transcurso de dicho trabajo la temperatura máxima era de: 17°C y mínima: 5°C.

##### **2. Peso de materiales**

En una balanza de uso del laboratorio, con denominación PCE-BSH 6000, con una capacidad de 6 Kilogramos, se pesó los materiales como (cemento, árido fino y árido grueso, fibra reciclada PET).

##### **3. Dosificación y mezclado**

- En una carretilla buggy y de acuerdo a la siguiente dosificación:

**TABLA 4. Dosificación de materiales**

<b>Materiales</b>	<b>Patrón</b>	<b>Concreto Adición (PET)</b>
- Cemento	3.59 Kg.	3.45 Kg.
- A.F	6.29 Kg.	8.71 Kg.
- A.G	7.47 Kg.	6.48 Kg.
- Agua	1.60 Lts	1.96 Lts.
- PET	0,00	0.065 kg.

- Se mezcló los materiales en seco.
- El agua se añade poco a poco hasta obtener una mezcla homogénea y trabajable.
- La prueba de asentamiento del concreto o prueba del cono de Abrams (Slump) para los bloques de albañilería patrón, presento un slump de 3" a 4" (76.2 mm a 101.6 mm). Cabe mencionar que una vez culminado dicho ensayo, la mezcla se desechó.

#### **4. Moldeado y fraguado**

- Previo al moldeo de los bloques de albañilería, con apoyo de un trapo el molde se mojó (con petróleo: combustible diésel) en una mínima cantidad evitando que el petróleo escurra para evitar que contamine al concreto (apenas humedecida la superficie) de tal manera que este material no se pueda mezclar con el petróleo y sea fácil el desencofrado.
- Se ha procedido a colocar la mezcla de concreto-en-el-molde metálico en dos-capas conforme se iba vibrando se daba 25 golpes con la varilla metálica y un martillo-de-goma; para eliminar el aire que pudiera contener la mezcla y mejorar de esta manera la correcta distribución

del material, este proceso se debe repetir hasta llenar en su totalidad el molde metálico. La vibración se hizo hasta terminar el vaciado de la mezcla-de-concreto de cada capa.

- Una-vez que se llenó la mezcla-de-concreto en el molde metálico, se procedió con el enrasado de la superficie con apoyo de un badilejo, a fin de obtener un acabado y nivelado. Luego se dejó reposar el molde por un tiempo de 2 a 3 min aproximadamente. Para posteriormente desmoldar sin que sufran cambios en sus dimensiones.
- El-desmolde se realizó con-sumo cuidado sobre una superficie plana y colocando la-cara donde es visible el concreto, se tomó los cuidados necesarios en este paso, ya que un movimiento repentino podría destruir todo o parte del bloque y el proceso tendría que ser repetido.
- Los bloques-de albañilería, se dejaron secar a temperatura ambiente durante la noche, con-la finalidad de conseguir el fraguado respectivo.
- Finalmente se obtuvieron 30 unidades de bloques de albañilería patrón y 30 bloques de albañilería con adición de 1% PET.

## **5. Curado**

Para un correcto curado, los bloques de albañilería se dejaron reposar en una poza de agua y protegidos de los rayos de sol, durante un periodo de tiempo; 20 bloques se curaron 7 días, 20 bloques se curaron a los 14 días y los otros 20 bloques fueron curados a los 28 días.

## **6. Almacenado**

Luego de culminado el período de curado (7, 14 y 28 días), los bloques de albañilería se conservaron secos, protegidos de la humedad y la

intemperie. Hasta el ensayo de absorción y la-prueba-de-resistencia-a-la-compresión.

## **7. Refrendado (CAPPING)**

El refrentado (capping), de los bloques de albañilería se realizó en las zonas donde el prisma entra en contacto con los cabezales metálicos del dispositivo de prueba; este método consiste en aplicar con mortero (yeso-cemento) de aproximadamente 3mm de espesor, con la finalidad de corregir las irregularidades que presente la unidad de albañilería (NTP.399.604, 2002)

### **3.5.5. Ensayos de laboratorio para bloques de albañilería**

➤ **Ensayos de asentamiento del cono de Abrams (Slump).** (C et al., n.d.) (Drews, 2008)

Este ensayo se realizó en estado fresco del concreto para las mezclas de concreto patrón y concreto con adición de 1% de PET, siguiendo el proceso que dicta la norma ASTM C 143, de acuerdo al siguiente detalle:

#### **Herramientas**

- Cono de Abrams
- Varilla metálica
- Badilejo
- Cinta métrica.
- Cuaderno de apuntes y lapiceros.

#### **El procedimiento seguido fue:**

- Se mojó la placa ligeramente con petróleo.
- En una base horizontal plana, se colocó la placa de apoyo horizontal.

- En el centro de la placa, se
- colocó el cono.
- Se apoyó sobre las pisaderas del cono.
- Se llenó  $\frac{3}{4}$  del cono con la mezcla de concreto.
- Se compactó el concreto haciendo 25 golpes, con apoyo del pisón.
- Se completó  $\frac{3}{3}$  partes del cono y retiró el exceso de concreto.
- El cono se retiró verticalmente y se coloca de manera invertida junto al cono de concreto.
- El pisón se colocó horizontalmente sobre el cono invertido de modo que descansa sobre el cono de concreto asentado.
- Se midió la distancia entre la superficie inferior del pisón y la cara superior del cono de concreto asentado.
- Cabe precisar que una vez culminado el ensayo se desechó el material.

➤ **Ensayo de resistencia al desgaste “Abrasión los Ángeles”**(Angeles et al., n.d.)

#### **Equipos y herramientas**

- Esferas: (Carga abrasiva), grupo de bolas de acero con un diámetro de 45 a 50 mm y con un peso de 5000 gramos.
- Mallas de 1",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ " y N°12.
- Máquina de Abrasión de los Ángeles.
- Horno con temperatura de  $105 \pm 5^\circ\text{C}$
- Balanza con una capacidad de 20 kg y alrededor de 1 gramo.
- Bandejas rectangulares y cucharón.
- **Material**
- Muestra de 1.25 – 5 kilogramos de granulometría lavada y seca.

#### **Procedimiento**

- a) El número de bolas (carga abrasiva) se selecciona en función del tamaño de la granulometría, el tamaño máximo, y peso de la muestra.
- b) Se colocó la muestra y el número de bolas de acero (carga abrasiva).

- c) Se encendió la máquina y giró a 500 revoluciones con una velocidad de 30 a 33 rpm, durante un tiempo de 15´15”.
- d) Se descargó el material de la máquina y se retiraron las bolas de acero.
- e) El material se separó y tamizó a través de la malla N° 12.
- f) El material tamizado en la malla N° 12, se lavó, luego de enjuagado se colocó en una estufa a 105°C a 110°C (221°F a 230°F), por 24 horas.
- g) El valor se expresa como un porcentaje de pérdida por desgaste, para ello se aplicó la siguiente fórmula:

### **FÓRMULA**

$$\% \text{ por pérdida por desgaste} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Donde:

Peso inicial = Masa de muestra seca antes de la prueba.

Peso final = Masa de muestra seca después de la prueba.

- **Ensayo de absorción de bloques de albañilería** (NTP.399.604, 2002)

Se consideraron 5 bloques de albañilería de cada tipo y edades (7, 14 y 28); estas se secaron en un horno por 24 horas. Posteriormente se pesaron, luego se sumergieron en agua potable durante 24 horas, posteriormente se secaron superficialmente con un paño para obtener datos de sus pesos y realizar el cálculo del % de absorción.

Es preciso mencionar que una vez culminado el ensayo la muestra se desechó.

- **Ensayo de resistencia a la-compresión.** (NTP.399.604, 2002)  
(NTP-399-613)

Los bloques de albañilería en los dos tipos fueron sometidos al ensayo de resistencia a la compresión, para ello fue necesario romper los bloques en tres edades diferentes, 7, 14, 28 días. La finalidad de este proceso experimental es demostrar que las unidades de albañilería con adición de 1% de PET cambian sus propiedades respecto a una muestra patrón. Asimismo, se pretende que el bloque de albañilería con adición de 1% de PET, llegue a alcanzar o superar las características de los bloques de albañilería convencionales.

Para este fin se consideraron 10 bloques de albañilería de ambos tipos (05 bloques patrón y 05 bloques con adición de 1% de PET).

Los bloques de albañilería de ambos tipos, se elaboraron el día 11 de noviembre del 2021 y para los bloques para los ensayos a los 28 días el ensayo a la compresión se realizó en fecha 23 de diciembre de 2021.

### **Equipos e instrumentos**

- Máquina de ensayos de compresión axial.
- Formato de datos

### **Materiales**

- 05 unidades de bloques de albañilería patrón
- 05 unidades de bloques de albañilería con adición 1% PET

### **Preparación de las muestras.**

A las muestras se coloca una capa de yeso cuyo espesor medio no supere los 3 mm, se extiende hasta obtener una superficie lisa y plana. El proceso se repite en el otro lado del bloque de albañilería. Luego verificamos que las dos caras estén más o menos paralelas y esperamos 2 horas antes de hacer la prueba.

## Procedimiento

- Las muestras de ensayos se prueban con los centros de gravedad de las superficies de apoyos alineados verticalmente con el centro de gravedad de empuje de la máquina de ensayo, la carga se aplicó en la dirección de su menor dimensión.
- La carga se sujeta a la mitad de la velocidad máxima esperada, independientemente de la velocidad de la que provenga, y luego se ajustan los controles de la máquina para proporcionar una acción suave del cabezal móvil.
- Una vez culminado el ensayo en mención las muestras fueron desechadas.

## Cálculos

La resistencia a la compresión se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{P_{\text{máx}}}{A}$$

Donde:

$\sigma$  = La resistencia a la compresión.

$P_{\text{máx}}$  = La carga de rotura

$A$  = El área total

El área total se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$A = a \times l$$

Donde:

a = Ancho de la muestra, en cm.

l = Largo de la muestra, en cm.

### **3.6. Método de análisis de datos**

En este método se utilizó técnicas que se detalla a continuación:

- Técnica de análisis de las variables dependientes e independientes.
- La técnica de análisis de datos utilizada en este estudio es la inferencia estadística, la cual se explica en la presentación comparativa de tablas y gráficos.
- Por lo tanto, los datos recopilados a través de gráficos y tablas utilizando los programas Microsoft Word, Microsoft Excel (hoja de cálculo), para el grupo de estudio en comparación con la prueba patrón para observar la aparición de ocurrencias de grupos, con referencia al punto de partida
- Para poder obtener los resultados físicos mecánicos de los bloques de albañilería, se hizo uso del “Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y asfaltos” de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de la ciudad de San Román – Puno. De igual manera se realizó la prueba de resistencia a la compresión de bloques de albañilería a edades de 28 días en las instalaciones del laboratorio de Roberto Cáceres Flores S.R.L –

Laboratorio de ensayo acreditado el Instituto Nacional de Nacional de Calidad (INACAL) – DA REG Nro LE-091.

### **3.7. Aspectos éticos**

- El proyecto de investigación es verídico y original, habiendo lo autores realizado las citas correspondientes y además habiendo sometido el documento a verificación de similitud al software.
- El proceso de búsqueda de información fue iniciado el 18 de octubre del 2021 y los ensayos se culminaron el 30 de diciembre del 2021. Los ensayos se llevaron a cabo de acuerdo a las normas nacionales e internacionales, con apoyo de profesionales expertos competentes en el área de ingeniería.

## IV. RESULTADOS.

### 4.1. Resultados de laboratorio de los agregados.

Se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio: Abrasión, contenido de humedad, pesos unitarios, granulometría, análisis mecánico y propiedades físicas de los agregados.

➤ **Abrasión:**

Este ensayo se realizó a agregado grueso, la muestra fue obtenida por cuarteo, donde el porcentaje de pérdida obtenido fue de 24.58%, lo que implica que este agregado tiene una resistencia al desgaste del 75.42% y por lo tanto la cantera de donde proviene este agregado es aceptable para ser empleado en los diferentes elementos de construcción.

#### **IMAGEN 4. Resumen ensayo Abrasión los Ángeles**

##### **RESISTENCIA AL DESGASTE**

##### **"ABRASIÓN LOS ÁNGELES"**

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

**CANTERA LA ISLA - TIPO DE AGREGADO; GRUESO, MUESTRA OBTENIDA  
POR CUARTEO**

<b>NUMERO DE REVOLUCIONES</b>	500
<b>CARGA ABRASIVA</b>	12 ESFERAS
<b>PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA</b>	5000
<b>PESO SECO RETENIDA EN LA MALLA NRO 12</b>	3771
<b>PESO DEL MATERIAL QUE PASA POR MALLA NRO 12</b>	1229
<b>PORCENTAJE DE PERDIDA</b>	24.58%
<b>RESISTENCIA AL DESGASTE</b>	75.42%

➤ **Análisis granulométrico por tamizado:**

**IMAGEN 5. Resumen ensayo Análisis Granulométrico**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
NORMA ASTM C-33**

MUESTRA	DATOS
TMN	3/4"
MODULO DE FINEZA	3.11

**ARENA**

PESO DE MUESTRA SECADA AL HORNO	485.98	gr
PESO DE MUESTRA SATURADA SECA (SSS)	500	gr
PESO DEL PICNÓMETRO CON AGUA	1313.55	
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA+ AGUA	1617.27	
PESO ESPECIFICO	2.55	gr/cm <sup>2</sup>
ABSORCIÓN	2.88	%
P.U VARILLADO	1.733	gr/cm <sup>3</sup>
P.U SUELTO	1.637	gr/cm <sup>3</sup>
HUMEDAD NATURAL	315.00%	%

**GRAVA**

PESO DE MUESTRA SECADA AL HORNO	785.55	
PESO DE MUESTRA SATURADA SECA (SSS)	800	
PESO DEL PICNÓMETRO CON AGUA	1313.55	
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA+ AGUA	1798.54	
PESO ESPECIFICO	2.54	gr/cm <sup>2</sup>
ABSORCIÓN	1.84	%
P.U VARILLADO	1.64	gr/cm <sup>3</sup>
P.U SUELTO	1.48	gr/cm <sup>3</sup>
HUMEDAD NATURAL	1.18	%

➤ **Contenido de Humedad:**

El contenido de humedad obtenido para la arena fue de 3.15%.

El contenido de humedad obtenido para la grava fue de 1.18%.

Estos resultados permitieron la corrección por humedad de los agregados para elaborar el diseño de mezcla con adición PET y mezcla patrón.

➤ **Pesos unitarios:**

Se obtuvieron los pesos unitarios para la arena y la grava, con 25 golpes por capa:

Para la arena: 1.733gr/cm<sup>3</sup>

Para la grava: 1.645gr/cm<sup>3</sup>

**TABLA 5: Resultados de propiedades físicas de los agregados**

<b>Arena</b>	<b>Peso específico (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Absorción (%)</b>	<b>Módulo de fineza</b>
	2.55	2.88	3.11
<b>Grava</b>	2.54	1.84	-----

## IMAGEN 6. Resumen ensayo diseño de mezclas

### DISEÑO DE MEZCLAS METODO ACI 211

**F'C = 210 KG/CM2**  
**F'CR = 294 KG/CM2**  
**ASENTAMIENTO = 3" - 4"**  
**TMN= 3/4"**

#### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos P.e SSS	2.54	2.55
P.e Bulk	1645	1733
P.U. Varillado	1482	1637
P.U. Suelto	1.84	2.88
% de Absorción	1.18	3.15
% de Humedad Natural	-	3.11
Modulo de Fineza	-	3.11

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).	3"-4"
2. TMN	3/4"
3. Cantidad de agua será de: <b>205</b> Lt/m3	205 lt/m3
4. Aire atrapado de: <b>2.0</b> %	2.00%
5. Relación agua/cemento (a/c) será de: <b>0.55</b>	0.55
6. Cemento	<b>373</b> kg/m3
7. Módulo de fineza del agregado fino	3.11
8. Peso seco del agregado grueso	969 kg/m3
9. Volumen absoluto del agua	0.205
10. Volumen absoluto de cemento	0.129
11. Volumen absoluto de agregado grueso	0.382
12. Volumen subtotal de arena	0.736
13. Volumen absoluto de arena	672 kg/m3
14. Agregado grueso húmedo	981 kg
15. Agregado Fino Húmedo	693 kg
16. Agua efectiva	210

#### 4.2. Resultados del Diseño de Mezcla.

Conforme al segundo objetivo específico, se elaboró un diseño de mezcla para bloques de albañilería con adición de 1% de PET, aplicando el método ACI 211.1.74. El 1% de PET se consideró en base al peso del agregado grueso. En la tabla 6, se muestra resultados del diseño en mención:

**TABLA 6. Resultados de dosificación diseño mezcla PET, ACI 211**

RESUMEN DOSIFICACIÓN	
MATERIALES	CANTIDAD
Agua efectiva	= 209.146 Litros
Cemento	= 370.968 kg
Agregado grueso	= 696.524 kg
Agregado fino	= 936.396 kg
Fibra PET	= 7.036

#### DOSIFICACIÓN EN PESO

**1 : 2.52 : 1.88 : 0.02 / 24 litros / saco**

Según el diseño elaborado para una población constituida por 60 bloques de concreto se hizo uso de material en cantidades descritas en la Tabla 7.

**TABLA 7. Resultados diseño mezclas PET, ACI 211**

DOSIFICACIÓN DISEÑO ACI – 211				
MATERIAL	POR TANDA		DOSIFICACIÓN	
	60 BLOQUES	1 BLOQUE	60 BLOQUES	1 BLOQUE
Agua efectiva	116.787	1.946 Litros	13.38	0.22
Cemento	207.149	3.452 kg	1.00	1.00
Agregado grueso	388.940	6.482 kg	1.88	1.88
Agregado fino	522.885	8.715 kg	2.52	2.52
Fibra PET	3.929	0.065 Kg	0.02	0.02

Según los resultados de (Nibudey et al., 2014) en el cual indica que el óptimo porcentaje de adición de fibras de PET es del 1% con el cual se logra mejorar las propiedades mecánicas del concreto, así mismo nuestro diseño elaborado logró superar la resistencia deseada al igual que en la investigación de (Quenta, 2019).

#### **4.3. Resultados de la prueba de asentamiento.**

Con esta prueba, se pudo medir la consistencia del concreto en su estado fresco. En la tabla 8 se observa los valores del Slump de las mezclas patrón (sin PET) y con adición PET.

**TABLA 8. Resultados de la prueba de asentamiento (pulg)**

Mezcla de concreto	Patrón	Con adición PET (1%)
Asentamiento (pulg)	3	2

Se puede apreciar la variación entre los valores del Slump al agregar el 1% de PET (5X50mm) a la mezcla, lo que implica una disminución de la trabajabilidad con la diferencia de 1 pulg. comparada con la mezcla de concreto patrón cuyo valor fue de 3 pulg. La mezcla con adición PET disminuyó el Slump en un 33% del valor de la mezcla patrón, dando a conocer que el 1% de PET añadido a la mezcla hace menos trabajable el concreto fresco requiriendo más tiempo en el mezclado.

#### 4.4. Resultados de la prueba de Absorción a los Bloques de Albañilería

En-la-tabla 9, se aprecia los porcentajes obtenidos-en las diferentes pruebas de Absorción a los bloques de concreto con PET y sin PET.

**TABLA 9. Resultados del ensayo de Absorción (%)**

	7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
	Absorción (%)		Absorción (%)		Absorción (%)	
	Con adición PET (1%)	Patrón	Con adición PET (1%)	Patrón	Con adición PET (1%)	Patrón
M1	1.41	1.26	1.52	1.39	1.57	1.41
M2	1.4	1.25	1.51	1.30	1.53	1.40
M3	1.37	1.29	1.51	1.34	1.58	1.39
M4	1.41	1.23	1.50	1.35	1.55	1.39
M5	1.37	1.25	1.45	1.41	1.51	1.42
Promedio	1.39	1.26	1.50	1.36	1.55	1.40
Desviación Est.	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01
Absorción (%)	<b>1.37</b>	<b>1.23</b>	<b>1.47</b>	<b>1.31</b>	<b>1.52</b>	<b>1.39</b>

Según los resultados obtenidos a los 7 días de curado, se registró una diferencia del porcentaje de absorción entre los bloques con adición PET y bloques patrón del 11.1%, notándose el mayor valor para los bloques con adición PET; a los 14 días la diferencia fue de un 11.8% y a los 28 días fue del 9.4%. También se obtuvo que el incremento en el porcentaje de absorción entre los bloques con adición PET desde los 7 a los 28 días fue del 9.7%, mientras que entre los bloques patrón la diferencia fue de 11.2%. La absorción de los bloques con adición PET a los 28 días no resultó considerable, esto implica que ya no sería necesario llegar a los 28 días de curado pudiendo minimizar costos en futuras investigaciones. Los valores obtenidos son similares a la norma.

#### 4.5. Resultados de la prueba de Resistencia a Compresión para Bloques de Albañilería

En la tabla 10, podemos observar los resultados obtenidos de Resistencia-a-la Compresión obtenida en 7, 14 y 28 días, logrando mayores valores a los 28 días del tiempo de curado.

**TABLA 10: Resistencia a Compresión de Bloques de Albañilería**

	7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )		Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )		Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Con adición PET (1%)	Patrón	Con adición PET (1%)	Patrón	Con adición PET (1%)	Patrón
M1	141.43	148.74	194.61	184.70	234.93	215.48
M2	145.19	144.30	198.30	177.99	232.03	215.14
M3	149.66	141.40	198.73	192.44	235.41	216.63
M4	147.02	136.56	192.96	188.61	232.69	214.61
M5	147.00	141.60	199.83	193.07	232.70	218.05
Promedio	146.06	142.52	196.89	187.36	233.55	215.98
Desviación Est.	3.04	4.46	2.94	6.22	1.51	1.38
Resist. Comprs. (f' b)	<b>143.02</b>	<b>138.06</b>	<b>193.94</b>	<b>181.14</b>	<b>232.04</b>	<b>214.61</b>

De la variable de respuesta Resistencia a la Compresión, podemos observar que en 7 días de curado la diferencia entre los valores logrados de los bloques de albañilería con adición PET y patrón fue de 3.6%; este concreto con adición PET se podría utilizar para proyectos que requieran de un concreto que posea alta resistencia a compresión y que sean a edades tempranas. A los 14 días la diferencia fue de 7.1%, estos bloques se podrían emplear en muros para tabiquería; así mismo, a los 28 días la diferencia entre los valores fue de 8.12%. El incremento de la resistencia entre los bloques de albañilería con adición 1% PET desde 7 hasta los 28 días fue del 41.48%, mientras que el incremento entre los bloques de concreto sin PET fue del 35.66%.

## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1. Ensayo de laboratorio de los agregados**

De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos de abrasión, contenido de humedad, pesos unitarios, granulometría, análisis mecánico y propiedades físicas podemos resaltar que están acorde con los valores indicados según las normas ASTM C131, ASTM D 2216, ASTM C29, ASTM C33, AASTHO T-26 Y T-19 y NTP 400.017, metodologías que llevaron a ejecutar todos estos ensayos en laboratorio y lograr los resultados deseados.

### **5.2. Diseño de Mezcla**

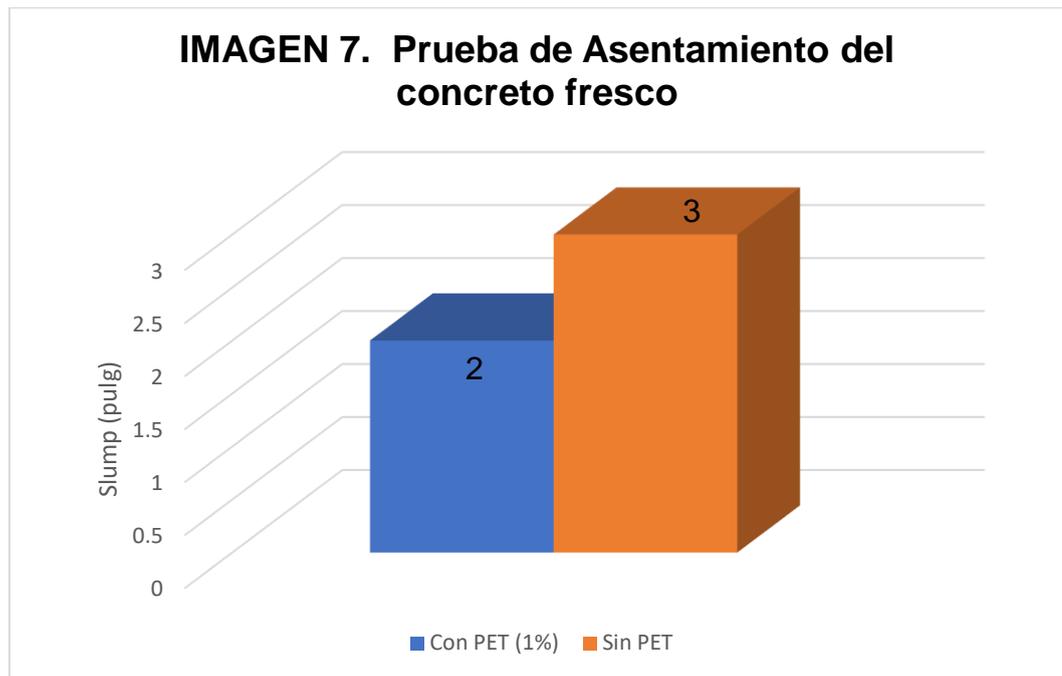
De acuerdo al segundo objetivo específico, es que se elaboró un diseño de mezcla en el cual se consideró el 1% de PET en base al peso del agregado grueso, este diseño fue realizado de acuerdo al método del comité 211.1.74 del ACI. Según los resultados de (Nibudey et al., 2014) en el cual indica que el óptimo porcentaje de adición de fibras de PET es del 1% con el cual se logra mejorar las propiedades mecánicas del concreto, así mismo nuestro diseño elaborado logró superar la resistencia deseada al igual que en la investigación de (Quenta, 2019).

### **5.3. Ensayo de asentamiento**

De acuerdo a la imagen 8, se encontró que con la adicción del 1% de fibra PET (5mmX50mm), al concreto fresco, el asentamiento disminuye (pasa de 3 a 2pulg). Esto se debería a la restricción en el flujo del concreto, al movimiento áridos y difícil transporte de los áridos, descrito por Al-Luhybi & Qader, (2021, p. 6) y Nibudey et al., (2014, p. 10) . Otra razón por la que la trabajabilidad disminuye al adicionar el PET (1%) se debería a la

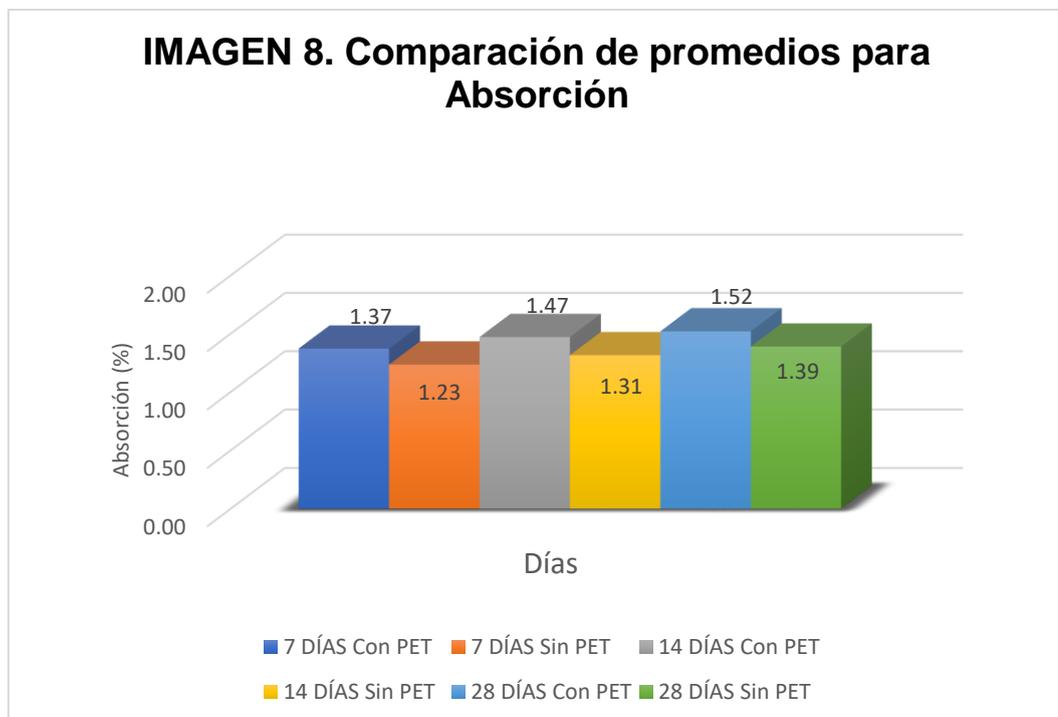
relación de agua/cemento igual a 0.5 el cual menciona Marthong, (2015, p. 5).

Así mismo, esta reducción se debería a que las fibras en el concreto estarían provocando mayor fricción entre las partículas conduciendo a una menor trabajabilidad en la mezcla, tal como lo describe Shahidan et al., (2018, p. 4).



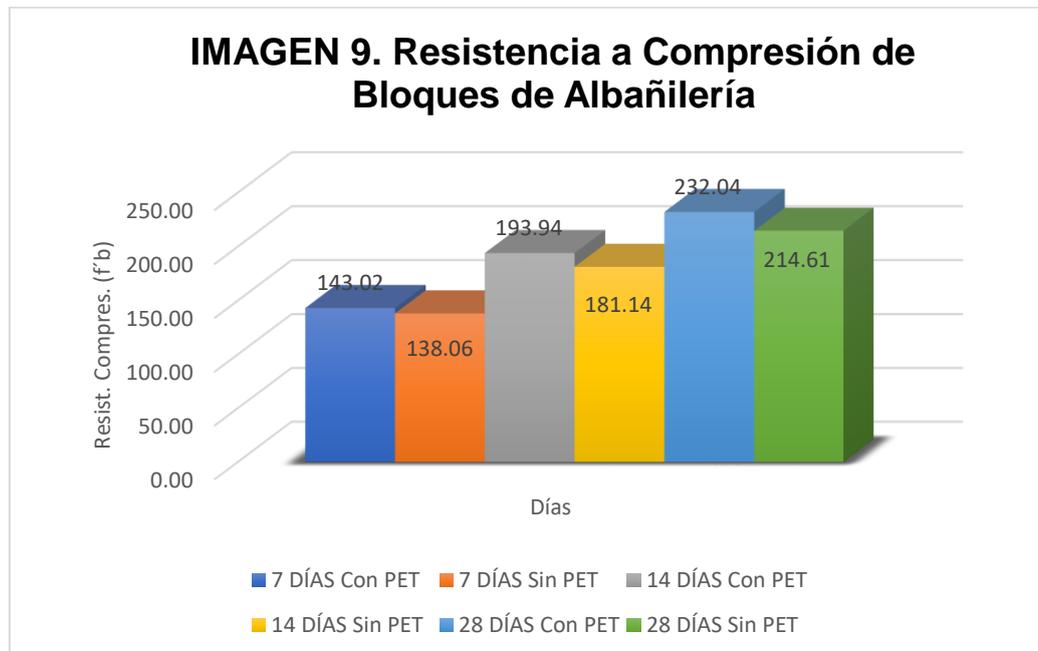
#### 5.4. Ensayo de Absorción

En referencia al ensayo de absorción, el incremento del porcentaje de absorción en los bloques con adición PET, se podría deber a la existencia de porosidad por la presencia de las fibras de PET. Según Dawo, Al-Khazraji y Falih, (2021, p. 8) al agregar el PET en un concreto convencional se incrementa el porcentaje de absorción, tal como nuestros resultados obtenidos en la imagen 9. En esta imagen también que existe poca diferencia en el incremento del porcentaje de absorción durante los 14 a 28 días de curado, esto puede ser debido a la fijación temprana de las fibras de PET a los 14 días.



## 5.5. Prueba de Resistencia a la Compresión

En la imagen 9, podemos apreciar el incremento de la resistencia a la compresión de los bloques de albañilería con adición del 1% de fibras recicladas de PET, a los 7 días, 14 días y 28 días de curado. Autores como Al-Luhybi & Qader, (2021) y Shahidan et al., (2018, p. 5), han planteado que al agregar fibras de PET al concreto, este tiende a incrementar su resistencia hasta un cierto valor, si se le aumentara el porcentaje de PET la resistencia disminuiría, también podría tener una tendencia a producir bolas de fibras, las cuales en exceso se debilitarían cuando la superficie de las fibras entren en contacto entre sí, esta área entre las superficies de las fibras volvería débil al concreto.



## 5.6. Fortalezas y debilidades de la metodología utilizada

### Fortalezas

1. Comprender que las variables pueden ser consideradas, medidas, manipuladas y comparadas en diferentes momentos. Es decir, permitir encontrar el efecto que causa la variable independiente sobre la variable dependiente.
2. Debido a la Confiabilidad de la información recopilada y procesada, los datos fueron estables, seguros y equivalentes a sí mismos.
3. El presente estudio, logró alcanzar los resultados de los ensayos en los bloques de albañilería a la población general, puesto que la relevancia del presente trabajo de investigación se halla en que en la ciudad de Puno y demás provincias, los bloques de concreto vienen siendo empleados generalmente para cercos perimétricos. Gracias a los resultados encontrados en nuestra investigación, donde los bloques de concreto adicionados con PET lograron mejorar su resistencia ( $232 \text{ kg/cm}^2$ ), en comparación con los bloques patrón ( $214 \text{ kg/cm}^2$ ), conseguimos calificar a nuestros bloques como Bloque P; con lo que esta investigación realza su relevancia, porque estos bloques podrán ser considerados en muros portantes de carga vertical y lateral, contribuyendo así a la seguridad estructural de las viviendas para los pobladores, a fin de evitar pérdidas humanas ante cualquier sismo, así como también evitar pérdidas económicas. Sumado a esto se considera el impacto ambiental positivo que concierne a la disminución de residuos plásticos al reciclar estas botellas de tereftalato de polietileno.
4. Se pudo realizar análisis y pruebas estadísticas avanzadas que permitieron lograr la correcta presentación del proyecto.

## **Debilidades**

1. En la región Puno, no existe laboratorios de ensayos certificados por INACAL; por lo que, se tuvo que trasladar las muestras a otro departamento, para los respectivos ensayos.
2. La falta de especialistas para el apoyo en el análisis estadístico e interpretación de los datos obtenidos.
3. Tomar más tiempo en la ejecución del proyecto de investigación. Porque cada paso del proceso lleva tiempo.

## VI. CONCLUSIONES

1. Existe relación de las fibras recicladas de tereftalato de polietileno en las propiedades físico-mecánicas del concreto, conforme a los resultados logrados en los diferentes ensayos realizados, dichas propiedades fueron afectadas en la resistencia y absorción del concreto positivamente; y negativamente para la trabajabilidad del concreto en su estado fresco, al agregar el 1% de PET en función al peso del agregado grueso.
2. Las fibras recicladas de PET seleccionadas fueron las adecuadas para el diseño, así como también la selección de los materiales, sometidos a ensayos de Abrasión, contenido de humedad, pesos-unitarios, granulometría, análisis mecánico y propiedades físicas de los agregados, aportaron positivamente para la obtención de mejores resultados en cuanto a las propiedades físico-mecánicas del concreto.
3. El diseño de mezcla elaborado con la adición de fibras recicladas de tereftalato de polietileno al 1% resultó adecuado, logrando alcanzar la resistencia a la compresión requerida para los bloques con adición PET y bloques patrón.
4. Como propiedades físicas del concreto fresco, estudiamos el asentamiento, como propiedades del concreto endurecido se estudió la absorción; la adición del 1% de PET en la mezcla disminuyó su trabajabilidad en un 33%, mientras que, en los resultados de absorción de los bloques de albañilería a los 7 días tuvo un incremento del 10% al agregarle el PET, en comparación de los bloques sin PET, hasta los 14 y 28 días el incremento fue de 18%.
5. La propiedad mecánica examinada fue la resistencia a compresión, logrando un aumento en la resistencia de los bloques con adición del 1% de PET a los 7, 14 y 28 días de curado, en comparación con los bloques sin PET producidos con las mismas condiciones, evidenciando que este valor de porcentaje de PET al concreto permite ser añadido a bloques de albañilería para edificaciones para tabiquería y muros portantes. Lo que implica utilizar una cantidad mínima de PET no sobrepasando el 1%.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda en futuras investigaciones que los bloques de albañilería se elaboren con una máquina vibro compactadora a fin de evitar que se generen poros o vacíos en la elaboración del concreto, así mismo, se recomienda que se realice con control de temperatura para obtener más información que permita dar mayor utilidad a los resultados obtenidos.
- Se recomienda investigar la incorporación de otros tipos de materiales de desecho, que reemplacen la materia prima en las unidades de albañilería y de este modo, contribuyendo al reciclaje, se minimizará el impacto ambiental.
- Se recomienda que, en la región de Puno, se pueda trabajar en la creación de una planta recicladora de PET, debido a que para la ejecución del presente proyecto de investigación ha sido laborioso conseguir la fibra reciclada PET, puesto que con esta planta sería más factible el proceso, triturado y el costo de la fibra en mención.
- En el sur del Perú, el ladrillo de arcilla se usa en general para muros portantes y el bloque de concreto se usa solo para muros de tabiquería; por lo que los autores recomendamos que se emplee el bloque de concreto estructuralmente o como muro portante.

## I. REFERENCIAS.

- Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto. Lima. Perú: Editorial San Marcos.
- Acosta L. (2014). Análisis comparativo de la resistencia a compresión de bloques huecos de concreto con adición de fibra de polipropileno. Tesis para optar el título de ingeniería civil. Universidad Nueva Esparta. República Bolivariana de Venezuela.
- Adnan, H. M., & Dawood, A. O. (2020). Strength behavior of reinforced concrete beam using re-cycle of PET wastes as synthetic fibers. *Case Studies in Construction Materials*, 13, e00367. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00367>
- Al-Hadithi, A. I., Noaman, A. T., & Mosleh, W. K. (2019). Mechanical properties and impact behavior of PET fiber reinforced self-compacting concrete (SCC). *Composite Structures*, 224(July 2018), 111021. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.111021>
- Al-Luhybi, A. S. y, & Qader, D. N. (2021). Mechanical Properties of Concrete with Recycled Plastic Waste. *Civil and Environmental Engineering*, 0(0). <https://doi.org/10.2478/cee-2021-0063>
- Angeles, A. L. O. S., Desgaste, L. A. A. L., & Alcance, F. Y. (n.d.). MTC E 207 .
- ASTM-D-2216-98. (1998). Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. ASTM International, January, 1–5.
- Ballesteros Almeida, L. S. (2015). UTILIZACIÓN DE FIBRAS SINTÉTICAS RECICLADAS, EN MEZCLA CON CONCRETO; PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS. In Universidad Técnica del Norte.
- Beibei, X., Devid, F., Carlo, M. G., Luciana, R., Fabio, D. T., & Andrea, F. G. (2021). Experimental Characterization of Mortar with Recycled PET Aggregate: Preliminary Results. *Procedia Structural Integrity*, 33, 1027–1034. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2021.10.114>
- C, A. D., Del, R., & Cemento, C. D. E. (n.d.). MÉTODO DE ENSAYO

ESTÁNDAR PARA. 0–3.

- Dawo, A. O., AL-Khazraji, H., & Falih, R. S. (2021). Physical and mechanical properties of concrete containing PET wastes as a partial replacement for fine aggregates. *Case Studies in Construction Materials*, 14, e00482. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00482>
- Drews, A. (2008). Standard Test Method for. *Manual on Hydrocarbon Analysis*, 6th Edition, 04, 545-545–3. <https://doi.org/10.1520/mnl10913m>
- Elaplas. (2017). Ficha tecnica politereftarato de etileno PET. 473.
- Enrique Rivva López. (2000). Concrete-Materials-NATURALEZA-Y-MATERIALES-DEL-CONCRETO.pdf. In *La Naturaleza Del Concreto* (pp. 12–15). [www.ucacue.edu.ec](http://www.ucacue.edu.ec)
- Estructural, P. D. A. (2014). NORMA ASTM C 33. C, 11–14.
- Farias Solano, M. A. (2018). Influencia del porcentaje de polietileno tereftalato en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto - 2018. Ucv, 0–128.
- Flores, P. (2020). La problemática del consumo de plásticos durante la pandemia de la COVID-19. *South Sustainability*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.21142/SS-0102-2020-016>
- Foti, D. (2011). Preliminary analysis of concrete reinforced with waste bottles PET fibers. *Construction and Building Materials*, 25(4), 1906–1915. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.11.066>
- Foti, D. (2019). Recycled waste PET for sustainable fiber-reinforced concrete. In *Use of Recycled Plastics in Eco-efficient Concrete*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102676-2.00018-9>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y B.-L. (2014). Selección de la muestra. *Metodología de La Investigación*, 170–196.
- Lugo Mejia, J., & Torres Peres, Y. (2019). Caracterización Del Comportamiento Mecánico Del Concreto Simple Con Adición De Fibras Poliméricas Recicladas Pet. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.
- Marthong, C. (2015). Effects of PET fiber arrangement and dimensions on mechanical properties of concrete. *IES Journal Part A: Civil and Structural Engineering*, 8(2), 111–120. <https://doi.org/10.1080/19373260.2015.1014304>
- Marthong, C., & Sarma, D. K. (2016). Influence of PET fiber geometry on the

mechanical properties of concrete: An experimental investigation. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 20(7), 771–784. <https://doi.org/10.1080/19648189.2015.1072112>

- Maure, J. L., Candanedo, M., Madrid, J., Bolobosky, M., & Marín, N. (2018). Fabricación de ladrillos a base de polímeros PET y virutas metálicas. *Revista de Iniciación Científica*, 4, 33–38. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1816>
- Mestanza Guamancuri. José Luis. (2018). Análisis de las propiedades físico–mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de envases PET utilizando agregados de la cantera de San Antonio y cemento Holcim tipo GU Trabajo. *Universidad Central Del Ecuador*, 231.
- Ministerio de vivienda. (2006). Norma técnica E.070 albañilería. 58.
- Mohammed, A. A., & Mohammed, I. I. (2021). Effect of Fiber Parameters on the Strength Properties of Concrete Reinforced with PET Waste Fibers. *Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Civil Engineering*, 45(3), 1493–1509. <https://doi.org/10.1007/s40996-021-00663-2>
- Nibudey, R. N., Nagarnaik, P. B., Parbat, D. K., Pande, A. M., & Polytechnic, G. (2014). COMPRESSIVE STRENGTH AND STORPTIVITY PROPERTIES OF. 7(4), 1206–1216.
- NTP.399.604. (2002). Unidades de albañilería: métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Norma Técnica Peruana, Lima 41. [https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002\\_59efca8908bbc537369d180e\\_pdf](https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002_59efca8908bbc537369d180e_pdf)
- NTP 339.088. (2006). HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. In *Colegio de Ingenieros del Perú - Consejo departamental de Lima*.
- Pereira, E. L., de Oliveira Junior, A. L., & Fineza, A. G. (2017). Optimization of mechanical properties in concrete reinforced with fibers from solid urban wastes (PET bottles) for the production of ecological concrete. *Construction and Building Materials*, 149, 837–848. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.148>
- Perez Alarcon, E. (2020). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO

F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE POLIETILENO TIPO PEBD RECICLADO CON UN CONCRETO TRADICIONAL, LIMA NORTE 2020. Universidad Privada Del Norte, 0–97.

- Rodrigues, T., Cecchin, D., Rangel, A., Azevedo, G. De, Valad, I., Alexandre, J., Castro, F., Marvila, M. T., Gunasekaran, M., Filho, F. G., & Monteiro, S. N. (2021). Technological Characterization of PET — Polyethylene. 1–13.
- Shahidan, S., Ranle, N. A., Zuki, S. S. M., Khalid, F. S., Ridzuan, A. R. M., & Nazri, F. M. (2018). Concrete incorporated with optimum percentages of recycled polyethylene terephthalate (PET) bottle fiber. *International Journal of Integrated Engineering*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.30880/ijie.2018.10.01.001>
- Universidad César Vallejo (UCV). (2017). Referencias estilo ISO 690 Y 690-2. UCV, Fondo Editorial, 1–34.
- Vásquez Bustamante, O. (2015). Reglamento Nacional de Edificaciones (2015). Editorial Oscar Vásquez S.A.C.
- Villarroel y Saldarriaga. (2015). Influencia del porcentaje de agregado grueso reciclado sobre la resistencia a la compresión, absorción y durabilidad del concreto para bloques de muro. (Trabajo para optar el título de Ingeniería Civil). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú.
- ZÚÑIGA Cepeda, Andrés Emilio. Diseño de estructuras de concreto armado Tomo I. 1ª edición. Lima: Empresa Editora Macro EIRL, 2014. 239 pp. ISBN: 978-612-304-217-2.

# ANEXOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ÁNGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACIÓN) T - 26

**TESIS** : FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021  
**SOLICITANTE** : Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 / Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES  
**MUESTRA** : AGREGADO NATURAL  
**CANTERA** : ISLA  
**UBICACIÓN** : SALIDA LAMPA-SECTOR ILO ILO  
**FECHA** : 15 DE NOVIEMBRE DEL 2021

**TIPO DE AGREGADO:** FINO  GRUESO:  OTROS:   
**MUESTRA OBTENIDA POR:** CUARTEO  DIVISOR DE MUESTRAS   
**NUMERO DE REVOLUCIONES:** 500  1000

**CARGA ABRASIVA:** 12 ESFERAS  
**PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:**  $W_i = 5000$  gr.  
**PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12:**  $W_f = 3771$  gr.  
**PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12:**  $= 1229$  gr.  
**PORCENTAJE DE PÉRDIDA:**  
 $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$   
 $De = 24.58 \%$



- OBSERVACIONES:**
- GRADACIÓN: "A", 1 1/2" - 1" = 1250 gr., 1" - 3/4" = 1250 gr., 3/4" - 1/2" = 1250 gr., 1/2" - 3/8" = 1250 gr.
  - TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE 75.42 % Y PÉRDIDA DE: 24.58 %
  - NORMA AASTHO (DESIGNACIÓN) T - 26, ASTM -C-131
  - LA MUESTRA FUE PUESTA Y ETIQUETADA EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

JANCY FLOP  
 CIP INGENIERÍA CIVIL  
  
 Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
 QIP 82794



B. N° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E10B-2000

**TESIS :** FIBRAS RECICLADAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERIA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021

**SOLICITANTE :** Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO

Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES

**CANTERA :** ISLA

**UBICACIÓN :** SALIDA LAMPA-SECTOR ILO ILO - JULIACA

**FECHA :** 17 DE NOVIEMBRE DEL 2021

### MUESTRA : ARENA

N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	230.72
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	225.50
PESO DEL TARRO (gr.)	59.67
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	171.05
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	165.83
PESO DEL AGUA (gr.)	5.22
% HUMEDAD	3.15

### MUESTRA : GRAVA

N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	490.94
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	485.87
PESO DEL TARRO (gr.)	56.75
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	434.19
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	429.12
PESO DEL AGUA (gr.)	5.07
% HUMEDAD	1.18

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
 DIP 62794

B. N° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



# PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASITTO T - 19

**TESIS** : FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021  
**SOLICITANTE** : Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES  
**CANTERA** : ISLA  
**UBICACIÓN** : SALIDA LAMPA-SECTOR ILO ILO - JULIACA  
**FECHA** : 17 DE NOVIEMBRE DEL 2021

## DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7940 gr	7940 gr	7940 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12750.00 gr	12765.00 gr	12755.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4810.00 gr	4825.00 gr	4815.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.480 gr/cm <sup>3</sup>	1.485 gr/cm <sup>3</sup>	1.482 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.482 gr/cm <sup>3</sup>		

## DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7940 gr	7940 gr	7940 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>	3249 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13265.00 gr	13290.00 gr	13300.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5325.00 gr	5350.00 gr	5360.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.639 gr/cm <sup>3</sup>	1.646 gr/cm <sup>3</sup>	1.650 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.645 gr/cm <sup>3</sup>		

**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



JANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 917 82788

B. N° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PESOS UNITARIOS**  
 NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**TESIS** : FIBRAS RECICLADAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERIA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021  
**SOLICITANTE** : Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES  
**CANTERA** : ISLA  
**UBICACIÓN** : SALIDA LAMPA-SECTOR ILO ILO - JULIACA  
**FECHA** : 17 DE NOVIEMBRE DEL 2021

**DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)**

PESO DEL MOLDE	5960 gr	5960 gr	5960 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>
COLOCACIÓN DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9390.00 gr	9410.00 gr	9390.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3430.00 gr	3450.00 gr	3430.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.634 gr/cm <sup>3</sup>	1.643 gr/cm <sup>3</sup>	1.634 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.637 gr/cm <sup>3</sup>		

**DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)**

PESO DEL MOLDE	5960 gr	5960 gr	5960 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>	2099 cm <sup>3</sup>
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9600.00 gr	9590.00 gr	9605.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3640.00 gr	3630.00 gr	3645.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.734 gr/cm <sup>3</sup>	1.729 gr/cm <sup>3</sup>	1.736 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.733 gr/cm <sup>3</sup>		

**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 Mgr. Juan Antonio Parodi Vera  
 91\* 92794

B. N° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



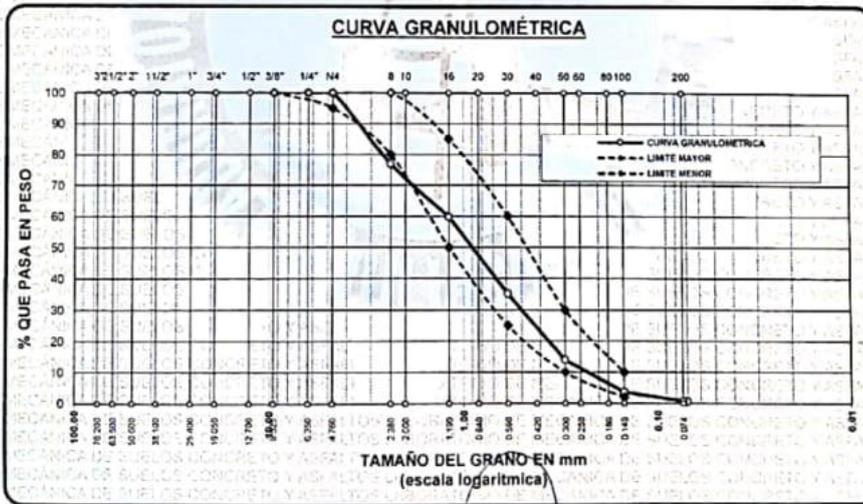
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**TESIS** : FIBRAS RECICLADAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021  
**SOLICITANTE** : Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES  
**CANTERA** : ISLA  
**UBICACIÓN** : SALUDA LAMPA-SECTOR ILO ILO - JULIACA  
**FECHA** : 17 DE NOVIEMBRE DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	Módulo de Fineza = 3.11
No8	2.380	115.24	23.05	23.05	76.95	80 - 100 %	
No10	2.000						
No16	1.190	85.98	17.20	40.24	59.76	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	123.63	24.73	64.97	35.03	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	105.58	21.12	86.09	13.91	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	51.25	10.25	96.34	3.66	2-10%	
No200	0.074	15.45	3.09	99.43	0.57		
BASE		2.47	0.57	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		0.57					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FOP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 OIP 62794

B. N° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

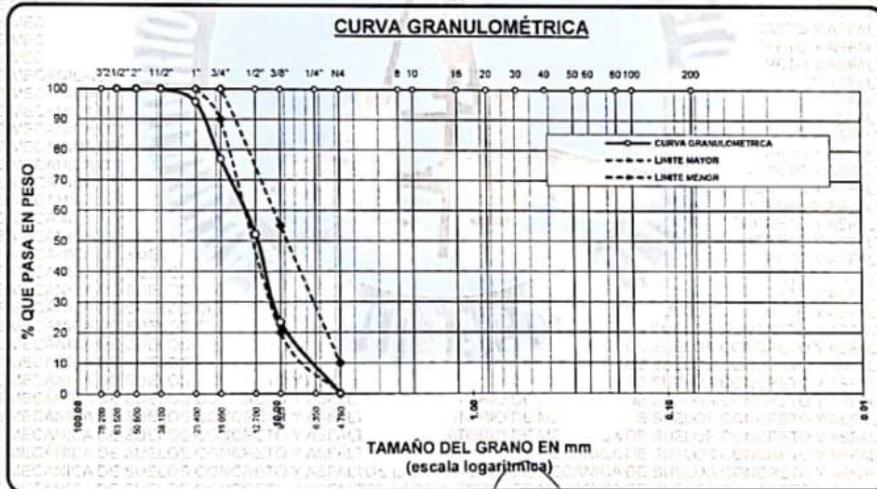


## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**TESIS:** FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021  
**SOLICITANTE:** Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES  
**CANTERA:** ISLA  
**UBICACIÓN:** SAUDA LAMPA-SECTOR ILO ILO - JULIACA  
**FECHA:** 17 DE NOVIEMBRE DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%-RETENIDO PARCIAL	%-RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 % 90 - 100 % 20 - 55 % 0 - 10 %	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	152.00	4.34	4.34	95.66		
3/4"	19.050	658.00	18.80	23.14	76.86		
1/2"	12.700	867.00	24.77	47.91	52.09		
3/8"	9.525	1005.00	28.71	76.63	23.37		
1/4"	6.350						
No#4	4.750	818.00	23.37	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.00	0.00		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



JUANCO FLOP  
 CARRERA INGENIERÍA CIVIL  
 Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 GIP 82794

B. N° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUPAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS** : FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021  
**SOLICITANTE** : Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES  
**CANTERA** : ISLA  
**UBICACIÓN** : SAUDA LAMPA-SECTOR ILO ILO - JULIACA  
**FECHA** : 17 DE NOVIEMBRE DEL 2021

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A -Peso de muestra secada al horno	485.98
					B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	Wc -Peso del picnómetro con agua	1313.55
					W -Peso del Pic + muestra + agua	1617.27
N° 8	115.24	23.05	23.05	76.95	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 16	85.98	17.20	40.24	59.76	Wc+B =	1914
N° 30	123.63	24.73	64.97	35.03	Wc+B-W =	199
N° 50	105.58	21.12	86.09	13.91	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	2.55 gr/cm <sup>3</sup>
N° 100	51.25	10.25	96.34	3.66	<b>ABSORCIÓN</b>	
N° 200	15.45	3.09	99.43	0.57	B =	500.00
FONDO	2.87	0.57	100.00	0.00	B-A =	14.02
SUMA	500.00	100.00			Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	2.88 %
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
MF = MÓDULO DE FINEZA					3.11	

#### GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A -Peso de muestra secada al horno	785.55
					B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	Wc -Peso del picnómetro con agua	1313.55
					W -Peso del Pic + muestra + agua	1798.54
1"	152	4.34	4.34	95.66	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/4"	658	18.80	23.14	76.86	Wc+B =	2114
1/2"	867	24.77	47.91	52.09	Wc+B-W =	315
3/8"	1005	28.71	76.63	23.37	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	2.54 gr/cm <sup>3</sup>
1/4"					<b>ABSORCIÓN</b>	
N° 4	818	23.37	100.00	0.00	B =	800.00
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B-A =	14.45
SUMA	3500.00	100.00			Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	1.84 %
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 QIP 82784

B. N° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "HÉCTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

**TESIS** : FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021  
**SOLICITANTE** : Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES  
**CANTERA** : ISLA  
**UBICACIÓN** : SALIDA LAMPA-SECTOR ILO ILO - JULIACA  
**FECHA** : 17 DE NOVIEMBRE DEL 2021

### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
 ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión  $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$  a los 28 días  
 entonces la resistencia promedio  $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de  $3" \text{ a } 4"$  (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de:  $3/4"$  (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P e de Sólidos		
P e SSS	2.54	2.55
P e Bulk		
P.U. Varillado	1645	1733
P.U. Suelto	1482	1637
% de Absorción	1.84	2.88
% de Humedad Natural	1.18	3.15
Modulo de Fineza	-	3.11

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de  $3" \text{ a } 4"$  (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nomir  $3/4"$  (19.05mm)
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de:  $205 \text{ Lt/m}^3$
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de:  $2.0 \%$
- Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de:  $0.55$
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:  
 $( 205 \text{ Lt/m}^3 ) / ( 0.55 ) = 373 \text{ Kg/m}^3$



JANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL

Miguel José Antonio Paredes Vera  
 DIP 82754

B. N° 005-268408

7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.11 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1645 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.589 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.5893) \cdot (1645) = 969 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (373) / (2.88 \cdot 1000) = 0.129 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (969) / (2.54 \cdot 1000) = 0.382 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.736 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1000 - 0.736) = 0.264 \text{ m}^3$$

$$(0.264) \cdot (2.55) \cdot 1000 = 672 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (969) \cdot (1.011815) = 981 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (672) \cdot (1.0315) = 693 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 969 \cdot \left( \frac{1.18 - 1.84}{100} \right) - 672 \cdot \left( \frac{3.15 - 2.88}{100} \right) = 210$$

#### DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	373	1.00	373	1.00
Agua	205	0.55	210	0.56
Agreg. Grueso	969	2.60	981	2.63
Agreg. Fino	672	1.80	693	1.86
Aire	2.0 %		2.0 %	

#### 8.77 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO

#### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	: 42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	: 79.06 Kg.
Agregado grueso húmedo	: 111.84 Kg.
Agua efectiva	: 23.90 Kg.



UANCV - FICP  
DAP INGENIERIA CIVIL

Mgr. José Antonio Paredes Vara  
DIP 02704

B. N° 005-268408

**DOSIFICACION POR TANDAS:**

**Para Mezcladora de 9 pies3**

1.0 Bolsa de Cemento:		Redondeo	
- 1.71 p3 de Arena	1.7 p3 de Arena		
- 2.67 p3 de Grava	2.7 p3 de Grava		
- 24 Lt de Agua	24 Lt de Agua		

**RECOMENDACIONES**

- Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.
- Se debiera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

**OBSERVACIONES:**

- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



MANCV - FCP  
INGENIERIA CIVIL  
*[Signature]*  
Mgtr. José Antonio Pizarro Vera  
DIR 2784

B. N° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO

NTP 399.604

**TESIS** : FIBRAS RECICLADAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021

**SOLICITANTE** : Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES

**MUESTRA** : BLOQUES DE CONCRETO CON POLIETILENO (40cm X 15cm X 20cm)

**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

**FECHA** : 25 DE NOVIEMBRE DEL 2021

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ÁREA BRUTA cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>	%	
1	M-1	18/11/2021	25/11/2021	7	598.15	210	84990.00	142.09	67.66%	
	LARGO									ANCHO
	39.85 cm									X 15.01 cm
2	M-2	18/11/2021	25/11/2021	7	599.45	210	87730.00	146.35	69.69%	
	LARGO									ANCHO
	39.99 cm									X 14.99 cm.
3	M-3	18/11/2021	25/11/2021	7	596.70	210	89480.00	149.96	71.41%	
	LARGO									ANCHO
	39.78 cm									X 15.00 cm.
4	M-4	18/11/2021	25/11/2021	7	597.85	210	88130.00	147.41	70.20%	
	LARGO									ANCHO
	39.91 cm									X 14.98 cm.
5	M-5	18/11/2021	25/11/2021	7	598.35	210	87960.00	147.00	70.00%	
	LARGO									ANCHO
	39.89 cm									X 15.00 cm.
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>								146.56	69.79%	

**OBSERVACIONES :**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCV FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
  
 Mg. José Antonio Flores Vera  
 QIP 82744

B. N° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO

NTP 399.604

**TESIS :** FIBRAS RÉCICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021

**SOLICITANTE :** Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES

**MUESTRA :** BLOQUES DE CONCRETO (40cm X 15cm X 20cm)

**UBICACIÓN :** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

**FECHA :** 25 DE NOVIEMBRE DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	$\sigma_{cm}$ kg/cm <sup>2</sup>	F'c kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>	%
1	M-1	18/11/2021	25/11/2021	7	599.40	210	89180.00	148.78	70.85%
	LARGO ANCHO 39.96 cm X 15.00 cm								
2	M-2	18/11/2021	25/11/2021	7	598.75	210	86400.00	144.30	68.71%
	LARGO ANCHO 39.97 cm X 14.98 cm								
3	M-3	18/11/2021	25/11/2021	7	599.10	210	84710.00	141.40	67.33%
	LARGO ANCHO 39.94 cm X 15.00 cm								
4	M-4	18/11/2021	25/11/2021	7	596.36	210	81440.00	136.56	65.03%
	LARGO ANCHO 39.89 cm X 14.95 cm								
5	M-5	18/11/2021	25/11/2021	7	597.60	210	84620.00	141.60	67.43%
	LARGO ANCHO 40.00 cm X 14.94 cm								
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>								142.53	67.87%

**OBSERVACIONES :**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UNANCV - FCP  
 OAC INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 Mtro. José Antonio Parides Vara  
 QIP #2794

B. N° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO

NTP 399.604

**TESIS :** FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021.

**SOLICITANTE :** Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES

**MUESTRA :** BLOQUES DE CONCRETO CON POLIETILENO (40cm X 15cm X 20cm)

**UBICACIÓN :** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

**FECHA :** 02 DE DICIEMBRE DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA SECTA cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>	%
1	M-1	18/11/2021	02/12/2021	14	598.15	210	116950.00	195.52	93.10%
	LARGO ANCHO 39 85 cm X 15 01 cm								
2	M-2	18/11/2021	02/12/2021	14	599.85	210	119820.00	199.75	95.12%
	LARGO ANCHO 39 99 cm X 15 00 cm.								
3	M-3	18/11/2021	02/12/2021	14	596.30	210	118820.00	199.26	94.89%
	LARGO ANCHO 39 78 cm X 14 99 cm.								
4	M-4	18/11/2021	02/12/2021	14	597.05	210	115670.00	193.73	92.25%
	LARGO ANCHO 39 91 cm X 14 96 cm.								
5	M-5	18/11/2021	02/12/2021	14	598.35	210	119570.00	199.83	95.16%
	LARGO ANCHO 39 89 cm X 15 00 cm.								
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>								197.62	94.10%

**OBSERVACIONES :**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

OLINDA ZEVALLOS MORALES  
 INGENIERA CIVIL  
 M.B.C.A. JEFATURA  
 Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 OIP 52764

B. N° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO

NTP 399.604

**TESIS :** FIBRAS RECICLADAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021

**SOLICITANTE :** Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES

**MUESTRA :** BLOQUES DE CONCRETO (40cm X 15cm X 20cm)

**UBICACIÓN :** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

**FECHA :** 02 DE DICIEMBRE DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA BRUTA cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>	%
1	M-1	18/11/2021	02/12/2021	14	599.20	210	110670.00	184.70	87.95%
	LARGO ANCHO 40.00 cm X 14.98 cm								
2	M-2	18/11/2021	02/12/2021	14	598.35	210	106500.00	177.99	84.76%
	LARGO ANCHO 39.89 cm X 15.00 cm								
3	M-3	18/11/2021	02/12/2021	14	596.30	210	114750.00	192.44	91.64%
	LARGO ANCHO 39.94 cm X 14.93 cm								
4	M-4	18/11/2021	02/12/2021	14	597.05	210	112610.00	186.61	89.81%
	LARGO ANCHO 39.91 cm X 14.96 cm								
5	M-5	18/11/2021	02/12/2021	14	594.76	210	114830.00	193.07	91.94%
	LARGO ANCHO 39.89 cm X 14.91 cm								
PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>								187.36	89.22%

**OBSERVACIONES :**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNANC - FICP  
 OAF INGENIERIA CIVIL

M<sup>g</sup> José Antonio Ruedas Vera  
 QIP 62784

B. N° 005-268408

INFORME DE ENSAYO  
**ENSAYO DE COMPRESIÓN**

NTP 399.613

CÓDIGO DE INFORME  
**ECU 045.1.M**

Página: 1 de 1  
 F. Emisión: 7/01/2022

**PROYECTO(\*):** FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021

**UBICACIÓN(\*):** PROVINCIA DE SAN ROMAN, DEPARTAMENTO DE PUNO

**SOLICITA(\*):** JHOVANA LUCY GALLEGOS CARCAUSTO / OLINDA ZEVALLOS MORALES

**DATOS ADICIONALES(\*):** MUESTRAS DE BLOQUES DE CONCRETO / M1; M2; M3; M4; M5 - CONCRETO CONVENCIONAL

**MUESTRA:** Muestra proporcionada por el Cliente

**F. RECEPCIÓN:** 23/12/2021

**F. EJECUCIÓN:** 23/12/2021

**ENSAYADO EN:** LABORATORIO RCF S.R.L.

ITEM	PROBETA	CÓDIGO	FECHA		ANCHO (cm)	LARGO (cm)	SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
	ELEMENTO		VACIADO	ROTURA					
1	MUESTRA 1	M1	18/11/2021	23/12/2021	15.00	39.90	598.5	128963	215
2	MUESTRA 2	M2	18/11/2021	23/12/2021	15.00	39.94	599.1	128888	215
3	MUESTRA 3	M3	18/11/2021	23/12/2021	14.80	39.89	590.4	127899	217

(\*) Datos proporcionados por el cliente

**OBSERVACIONES :** El presente informe invalida al informe ECU 045.1, por cambio de nombre de proyecto.

  
 ROBERTO H. CACERES FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 59876

Nº 046725

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm.

INFORME DE ENSAYO  
**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
 NTP 399.613

CÓDIGO DE INFORME  
**ECU 045.2.M**

Página: 1 de 1  
 F. Emisión: 7/01/2022

**PROYECTO(\*):** FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ 2021

**UBICACIÓN(\*):** PROVINCIA DE SAN ROMAN, DEPARTAMENTO DE PUNO

**SOLICITA(\*):** JHOVANA LUCY GALLEGOS CARCAUSTO / OLINDA ZEVALLOS MORALES

**DATOS ADICIONALES(\*):** MUESTRAS DE BLOQUES DE CONCRETO / M1; M2; M3; M4; M5 - CONCRETO CONVENCIONAL

**MUESTRA:** Muestra proporcionada por el Cliente

**F. RECEPCIÓN:** 23/12/2021

**F. EJECUCIÓN:** 23/12/2021

**ENSAYADO EN:** LABORATORIO RCF S.R.L.

ITEM	PROBETA	CÓDIGO	FECHA		ANCHO (cm)	LARGO (cm)	SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
	ELEMENTO		VACIADO	ROTURA					
1	MUESTRA 4	M4	18/11/2021	23/12/2021	14.92	40.00	596.8	128080	215
2	MUESTRA 5	M5	18/11/2021	23/12/2021	14.90	40.00	596.0	129996	218
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(\*) Datos proporcionados por el cliente

**OBSERVACIONES:** El presente informe invalida al informe ECU 045.2, por cambio de nombre de proyecto.

  
 ROBERTO B. CACERES FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 45975

Nº 046726

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

**ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

**INFORME DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE COMPRESIÓN**

NTP 399.613

CÓDIGO DE INFORME  
**ECU 045.3.M**

Página: 1 de 1  
F. Emisión: 7/01/2022

**PROYECTO(\*):** FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021

**UBICACIÓN(\*):** PROVINCIA DE SAN ROMAN, DEPARTAMENTO DE PUNO

**SOLICITA(\*):** JHOVANA LUCY GALLEGOS CARCAJUSTO / OLINDA ZEVALLOS MORALES

**DATOS ADICIONALES(\*):** MUESTRAS DE BLOQUES DE CONCRETO / M6; M7; M8; M9; M10 - CONCRETO CON (PET)

**MUESTRA:** Muestra proporcionada por el Cliente

**F. RECEPCIÓN:** 23/12/2021

**F. EJECUCIÓN:** 23/12/2021

**ENSAYADO EN:** LABORATORIO RCF S.R.L.

ITEM	PROBETA	CÓDIGO	FECHA		ANCHO (cm)	LARGO (cm)	SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
	ELEMENTO		VACIADO	ROTURA					
1	MUESTRA 6	M6	18/11/2021	23/12/2021	14.93	39.88	595.4	139878	235
2	MUESTRA 7	M7	18/11/2021	23/12/2021	14.88	39.94	594.3	137896	232
3	MUESTRA 8	M8	18/11/2021	23/12/2021	14.96	39.92	597.2	140584	235

(\*) Datos proporcionados por el cliente

**OBSERVACIONES :** El presente informe invalida al informe ECU 045.3, por cambio de nombre de proyecto.

ROBERTO CACERES FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 59676

Nº 046727

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

**ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.**  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

**INFORME DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE COMPRESIÓN**

NTP 399.613

CÓDIGO DE INFORME  
**ECU 045.4.M**

Página: 1 de 1  
F. Emisión: 7/01/2022

**PROYECTO(\*):** FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERÍA EN EL SUR DEL PERÚ. 2021

**UBICACIÓN(\*):** PROVINCIA DE SAN ROMAN, DEPARTAMENTO DE PUNO

**SOLICITA(\*):** JHOVANA LUCY GALLEGOS CARCAUSTO / OLINDA ZEVALLOS MORALES

**DATOS ADICIONALES(\*):** MUESTRAS DE BLOQUES DE CONCRETO / M6; M7; M8; M9, M10 - CONCRETO CON (PET)

**MUESTRA:** Muestra proporcionada por el Cliente

**F. RECEPCIÓN:** 23/12/2021

**F. EJECUCIÓN:** 23/12/2021

**ENSAYADO EN:** LABORATORIO RCF S.R.L.

ITEM	PROBETA	CÓDIGO	FECHA		ANCHO (cm)	LARGO (cm)	SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
	ELEMENTO		VACIADO	ROTURA					
1	MUESTRA 9	M9	18/11/2021	23/12/2021	14.93	40.00	597.2	138963	233
2	MUESTRA 10	M10	18/11/2021	23/12/2021	15.00	39.92	598.8	139548	233
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(\*) Datos proporcionados por el cliente

**OBSERVACIONES :** El presente informe invalida al informe ECU 045.4, por cambio de nombre de proyecto.

ROBERTO CACERES FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 59676

Nº 046728

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.  
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.  
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM \* 414 995 - RPC: 956 781 874  
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc\_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8.00 a 1.00 pm y 1.30 a 5.00 pm



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE ABSORCIÓN DE BLOQUETAS

NTP 399.604

**TESIS** : FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERIA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021

**SOLICITANTE** : Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLINDA ZEVALLOS MORALES

**MUESTRA** : BLOQUES DE CONCRETO (40cm X 15cm X 20cm)

**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

**FECHA** : 03 DE DICIEMBRE DEL 2021

MUESTRAS A 14 DÍAS	I				
	1	2	3	4	5
P. MUESTRA SUMERGIDA AL AGUA (gr)	19355	19401	19397	19412	19422
P. DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	19090	19152	19141	19154	19152
PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr)	265	249	256	258	270
% DE ABSORCION	1.39%	1.30%	1.34%	1.35%	1.41%
PROMEDIO	1.36%				

### MUESTRAS CON FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO

MUESTRAS A 14 DÍAS	I				
	1	2	3	4	5
P. MUESTRA SUMERGIDA AL AGUA (gr)	18550	18493	18543	18498	18539
P. DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	18273	18218	18267	18225	18274
PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr)	277	275	276	273	265
% DE ABSORCION	1.52%	1.51%	1.51%	1.50%	1.45%
PROMEDIO	1.50%				

**OBSERVACIONES:**

• LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



ANCV - RCP  
 CAP. INGENIERIA CIVIL  
 Mgtr. Jose Antonio Paredes Vera  
 OIP. 62794

B. N.° 005-268408



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE ABSORCIÓN DE BLOQUETAS

NTP 399.604

**TESIS** : FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO PARA BLOQUES DE ALBAÑILERIA EN EL SUR DEL PERÚ, 2021

**SOLICITANTE** : Bach. JHOVANA L. GALLEGOS CARCAUSTO  
 Bach. OLUNDA ZEVALLOS MORALES

**MUESTRA** : BLOQUES DE CONCRETO (40cm X 15cm X 20cm)

**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V. - JULIACA

**FECHA** : 17 DE DICIEMBRE DEL 2021

MUESTRAS A 28 DÍAS	I				
	1	2	3	4	5
P. MUESTRA SUMERGIDA AL AGUA (gr)	19410	19405	19421	19408	19398
P. DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	19141	19138	19155	19141	19127
PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr)	269	267	266	267	271
% DE ABSORCION	1.41%	1.40%	1.39%	1.39%	1.42%
PROMEDIO	1.40%				

### MUESTRAS CON FIBRAS RECICLADAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO

MUESTRAS A 28 DÍAS	I				
	1	2	3	4	5
P. MUESTRA SUMERGIDA AL AGUA (gr)	18480	18489	18399	18402	18422
P. DE MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	18195	18211	18119	18121	18148
PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr)	285	278	280	281	274
% DE ABSORCION	1.57%	1.53%	1.55%	1.55%	1.51%
PROMEDIO	1.54%				

#### OBSERVACIONES :

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
  
 Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
 OIP 62794

B. N° 005-268408

## PANEL FOTOGRÁFICO

### ➤ Recolección de botellas PET

Recolección de botellas PET en las calles, instituciones, etc.



➤ **Obtención de fibras recicladas de PET**

Proceso de obtención de las fibras de PET, obteniendo tiras de 5mm de espesor por 50mm de largo.



➤ **Prueba de asentamiento**

Medición del Slump del concreto en estado fresco.



➤ Selección de material



➤ Procedimiento para elaborar los bloques de albañilería



➤ Fraguado, curado y capping



➤ Ensayo de resistencia a la compresión.

