

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**“ELABORACIÓN DE CONCRETO F´C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON  
ADICION DE POLIETILENO HDPE”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autor(es) : Bach. Irwing Alfredo Bravo Monteza  
Bach. Katerine Rossana Carrasco Lopez**

**Asesor : Ing. César Jesús Díaz Coronel**

**JAÉN- PERÚ, OCTUBRE, 2019**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**“ELABORACIÓN DE CONCRETO F´C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON  
ADICION DE POLIETILENO HDPE”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autor(es) : Bach. Irwing Alfredo Bravo Monteza  
Bach. Katerine Rossana Carrasco Lopez**

**Asesor : Ing. César Jesús Díaz Coronel**

**JAÉN- PERÚ, OCTUBRE, 2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 10 de AGOSTO del año 2019, siendo las 11:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: MA. MARCO ANTONIO AGUIRRE CAMACHO

Secretario: MA. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERON

Vocal: ING. WILMER ROJAS PINTADO, para evaluar la Sustentación de:

- ( ) Trabajo de Investigación  
(  ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

ELABORACION DE CONCRETO F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> CON ADICION DE POLIETILENO HDPE

presentado por Estudiante /Egresado o Bachiller IRWING ALFREDO BRAVO MONTEZA

KATERINE ROSSANA CARRASCO LOPEZ  
de la Carrera Profesional de INGENIERIA CIVIL de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(  ) Aprobar ( ) Desaprobar (  ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |   |
|----------------|------------|---|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )                                     |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )                                     |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( <input checked="" type="checkbox"/> ) |
| d) Regular     | 13         | ( )                                     |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )                                     |

Siendo las 11:50 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL .....	I
INDICE DE TABLAS .....	IV
INDICE DE FIGURAS .....	V
INDICE DE ANEXOS .....	VI
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Antecedentes de la investigación .....	2
1.3. Marco Teórico.....	5
1.3.1. Polietileno de Alta Densidad .....	5
1.3.2. Concreto .....	6
1.3.3. Componentes básicos del Concreto.....	6
1.3.4. Ensayos para los agregados .....	8
1.3.5. Ensayos para el concreto .....	9
1.3.6. Concreto reforzado con fibras .....	10
II. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo general.....	12
2.2. Objetivos específicos .....	12
3.1. Ubicación del proyecto .....	13
3.2. Materiales utilizados .....	14
3.2.1. Cemento.....	14
3.2.2. Agregados.....	14
3.2.3. Agua .....	15
3.2.4. Fibras de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) .....	15
3.3. Variables de la Investigación .....	15

3.3.1.	Variables dependientes .....	15
3.3.2.	Variables independientes .....	15
3.4.	Tipo de investigación .....	15
3.4.1.	Según su diseño .....	15
3.4.2.	Según su enfoque.....	16
3.5.	Diseño de investigación .....	16
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos y procesamiento de recolección de datos. ....	17
3.6.1.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	17
3.6.2.	Técnicas .....	17
3.6.3.	Procedimientos de la Investigación .....	17
IV.	RESULTADOS .....	20
4.1.	Ensayo de los agregados .....	20
4.1.1.	Contenido de humedad .....	20
4.1.2.	Análisis Granulométrico.....	21
4.1.3.	Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado fino .....	24
4.1.4.	Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso .....	24
4.1.5.	Peso Unitario Suelto y Compactado de AG y AF .....	25
4.1.6.	Resumen de los ensayos del agregado grueso .....	27
4.1.7.	Resumen de los ensayos del agregado fino .....	27
4.2.	Datos de diseño de mezclas .....	27
4.2.1.	Materiales de diseño por metro cubico corregidos por humedad.....	28
4.2.2.	Proporciones de Fibra HDPE .....	28
4.3.	Ensayos de Concreto Fresco .....	29
4.4.	Ensayos de resistencia a compresión .....	30
4.5.	Análisis estadístico .....	33
4.5.1.	Análisis a los 7 días de tratamiento .....	33
4.5.2.	Análisis a los 14 días de tratamiento .....	33

4.5.3.	Análisis a los 28 días de tratamiento .....	34
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	35
5.1.	Discusión de las Características de los agregados .....	35
5.2.	Discusión del diseño de mezcla .....	35
5.3.	Discusión sobre ensayos de control de calidad en el concreto fresco.....	35
5.3.1.	Asentamiento del concreto (Slump) .....	35
5.3.2.	Contenido de Aire en el concreto fresco Método de Presión Contenido.....	35
5.3.3.	Peso unitario del concreto fresco .....	36
5.3.4.	Temperatura del concreto .....	36
5.4.	Discusión sobre ensayo a compresión de los Especímenes de concreto .....	36
5.5.	Prueba estadística.....	36
5.5.1.	Discusión a los siete días .....	36
5.5.2.	Discusión a los catorce días.....	37
5.5.3.	Discusión a los veintiocho días .....	37
5.6.	Discusión en referencia a los antecedentes .....	38
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	40
6.1.	Conclusiones .....	40
6.2.	Recomendaciones .....	41
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42
	DEDICATORIA .....	44
	AGRADECIMIENTO .....	45
	ANEXOS .....	46

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades físicas del HDPE.....	5
Tabla 2. Propiedades mecánicas del HDPE .....	6
Tabla 3. Propiedades térmicas del HDPE.....	6
Tabla 4. Tipos de cementos portland.....	7
Tabla 5. Requerimientos químicos y físicos del Cemento Tipo I .....	7
Tabla 6. Ensayos de laboratorio y normativa .....	17
Tabla 7. Resultado del contenido de humedad del agregado fino .....	20
Tabla 8. Resultado del contenido de humedad del agregado grueso.....	20
Tabla 9. Granulometría del agregado fino.....	21
Tabla 10. Granulometría del agregado grueso.....	22
Tabla 11. Resultados del Peso Específico y Porcentaje de Absorción del agregado fino..	24
Tabla 12. Resultados del Peso Específico y Porcentaje de Absorción del agregado grueso .....	24
Tabla 13. Resultados del Peso unitario Suelto y Compactado o Varillado del agregado fino .....	25
Tabla 14. Resultados del Peso unitario Suelto y Compactado o Varillado del agregado grueso .....	26
Tabla 15. Resultados de los ensayos del agregado grueso .....	27
Tabla 16. Resultados de los ensayos del agregado fino .....	27
Tabla 17. Datos del diseño de mezclas.....	27
Tabla 18. Peso de los materiales corregidos por humedad.....	28
Tabla 19. Peso de los materiales por tanda.....	28
Tabla 20. Proporciones de Fibra HDPE .....	28
Tabla 21. Resultados del concreto en estado fresco .....	29
Tabla 22. Resultados de los promedios del ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto .....	30
Tabla 23. Incremento de la Resistencia con respecto a concreto patrón (0.00%) .....	31
Tabla 24. Análisis de medias (7 días).....	33
Tabla 26. Análisis de medias ( 14 días).....	33
Tabla 26. Análisis de medias (28 días).....	34
Tabla 27. Análisis de varianza (7 días) .....	77
Tabla 28. Comparaciones en parejas de Tukey ( 7 días).....	77

Tabla 29.Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias ( 7 días) .....	78
Tabla 30.Análisis de varianza ( 14 días).....	79
Tabla 31.Comparaciones en parejas de Tukey (14 días).....	80
Tabla 32.Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias ( 14 días) .....	80
Tabla 33. Análisis de varianza ( 28 días) .....	81
Tabla 34.Comparaciones en parejas de Tukey ( 28 días).....	82
Tabla 35.Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias ( 28 días) .....	82

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Sistema de Identificación de Envases HDPE.....	5
Figura 2. Mapa de ubicación de la provincia de Jaén.....	13
Figura 3. Cemento Tipo I .....	14
Figura 4. Agregado grueso y agregado fino .....	14
Figura 5. Recolección de la fibra HDPE .....	15
Figura 6. Diseño de Investigación .....	16
Figura 7. Representación esquemática del procedimiento de la investigación .....	19
Figura 8. Ensayo de contenido de humedad .....	21
Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino.....	22
Figura 10. Curva granulométrica del agregado grueso.....	23
Figura 11. Ensayo de análisis granulométrico.....	23
Figura 12. Ensayo de peso específico y porcentaje de absorción de los agregados .....	25
Figura 13. Ensayo de Peso unitario suelto y compactado de AG Y AF.....	26
Figura 14. Fibra HDPE.....	28
Figura 15. Ensayos al concreto fresco .....	29
Figura 16. Resistencia a la Compresión .....	30
Figura 17. Ensayo a compresión de testigos cilíndricos.....	31
Figura 18. Incremento de resistencia a los 28 días.....	32
Figura 19. Gráfica de probabilidad de Resistencia máxima ( 7 días).....	76
Figura 20. Prueba de igualdad de varianzas ( 7 días) .....	76
Figura 21. Gráfica de probabilidad de Resistencia máxima (14 días).....	78
Figura 22. Prueba de igualdad de varianzas (14 días) .....	79
Figura 23. Gráfica de probabilidad de resistencia máxima (28 días).....	80

Figura 24. Prueba de igualdad de varianzas (28 días) .....	81
--	----

## **INDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1. Resultados de ensayos de los agregados para concreto .....	47
ANEXO 2. Resultados Diseño de mezclas.....	53
ANEXO 3. Resultados de ensayos al concreto fresco.....	58
ANEXO 4. Resultados Resistencia a la compresión del concreto .....	61
ANEXO 5. Certificado de calibración de equipos .....	66
ANEXO 6. Panel fotográfico.....	70
ANEXO 7. Resultados de análisis estadístico .....	75

## RESUMEN

El polietileno HDPE es el material que más se desecha y uno de los elementos que más afecta al medio ambiente; al exterior supera los 150 años en degradarse, es por este motivo que se buscó una manera de aprovechar éste elemento, para conseguir mezclas de concreto más adecuadas, eficientes, livianas, ecológicas y económicas. El presente trabajo tiene como objetivo determinar la influencia en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> añadiendo fibras HDPE al 0.00%, 0.03 %, 0.06%, 0.09% en relación al peso del concreto. Las fibras fueron recolectadas producto del reciclaje para su posterior trituración y lavado, trabajando con una dimensión promedio de 6.5 mm a 9.0 mm. Para la elaboración del concreto se buscó los materiales que cumplieran con la norma técnica peruana para luego realizar el diseño de mezcla con el método ACI con sus respectivos ensayos al concreto fresco y seco. Se desarrollaron 108 probetas, 27 para cada porcentaje de adición (0.00%, 0.03 %, 0.06%, 0.09%), luego se evaluaron los testigos a compresión a los 7, 14 y 28 días respectivamente. Se tomó como base al concreto patrón la cual no contenía fibras de polietileno HDPE para elaborar una comparación con el resto de muestras, se obtuvo un aumento del 4.91 %, 11.19% y 11.62% con adición de fibra al 0.03%, 0.06 % y 0.09 %.

**Palabras clave:** concreto, fibras de polietileno HDPE, resistencia a compresión.

## ABSTRACT

HDPE polyethylene is the material that is most discarded and one of the elements that most affects the environment; abroad exceeds 150 years to degrade, it is for this reason that a way was sought to take advantage of this element, to achieve more suitable, efficient, light, ecological and economic concrete mixtures. The purpose of this work is to determine the influence on the resistance to understanding of concrete  $f'c$  210 kg / cm<sup>2</sup> by adding 0.00%, 0.03%, 0.06%, 0.09% HDPE fibers in relation to the weight of the concrete. The fibers were collected as a result of recycling for subsequent crushing and washing, working with an average dimension of 6.5 mm to 9.0 mm. For the elaboration of the concrete, the materials that met the Peruvian technical norm were sought and then the mixture design with the ACI method was carried out with their respective tests of fresh and dry concrete. 108 test pieces were developed, 27 for each percentage of addition (0.00%, 0.03%, 0.06%, 0.09%), then the compression controls were evaluated at 7, 14 and 28 days respectively. Based on the standard concrete which did not contain HDPE polyethylene fibers to make a comparison with the rest of the samples, an increase of 4.91%, 11.19% and 11.62% was obtained with the addition of 0.03%, 0.06% and 0.09% fiber.

Keywords: concrete, HDPE polyethylene fibers, compressive strength.

## I. INTRODUCCIÓN

Los plásticos ocupan el segundo lugar en cantidad de residuos desechados en el mundo. En el Perú, el 10% de residuos es plástico y solo se recicla el 1.9% de los 7 005 576 toneladas de plásticos desechadas, según el Ministerio del Ambiente.

La población necesita viviendas más accesibles, que requieran contar con materiales de construcción más livianos, ecológicos y económicos, con una resistencia suficiente; para ello es la utilización de material plástico HDPE reciclado que se adicionó en diferentes porcentajes al peso del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

El concreto es el material de construcción más usado en el mundo, y muy esencial en el sector de la construcción. Actualmente se viene realizando investigaciones con diferentes productos convencionales, en este caso el polietileno HDPE.

En esta investigación se determinó el porcentaje adecuado de polietileno HDPE que permita tener diferentes testigos de concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, para obtener un producto útil para la sociedad, contribuyendo a la tecnología ambientalista dentro de la industria de la construcción.

## **1.1. Planteamiento del problema**

La ciudad de Jaén está creciendo rápidamente y su población va en aumento constante, generando más residuos sólidos que no son manejados adecuadamente, contaminando el medio ambiente.

Jaén no cuenta con un programa eficiente de reutilización de materiales de polietileno, situación que contribuye a que estos desechos terminen en las calles, quebradas o en un relleno sanitario donde el compactado y tratamiento no es el mejor.

La necesidad de un adecuado programa de reciclado y la búsqueda de materiales más ligeros y con un óptimo rendimiento en la construcción, llevó a realizar una investigación para ver la resistencia a compresión del concreto con adición de polietileno HDPE.

¿Es factible incrementar la resistencia del hormigón utilizando fibras de polietileno HDPE?

## **1.2. Antecedentes de la investigación**

(Baldenebro López, 2015) Indica que las fibras de refuerzo pueden tener formas muy variadas: rectas, onduladas, corrugadas, con extremos conformados, dentadas y otras. Las secciones también pueden ser muy variadas: circulares, cuadradas, rectangulares y planas.

En relación al concreto reforzado con fibras de PET reciclado, los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que es factible que fibras obtenidas directamente del reciclaje de los envases de plástico pos-consumo puedan utilizarse con el objetivo de fabricar concretos con mejores propiedades mecánicas.

(Elzafraney, Soroushian, & Deru, 2005) Desarrollo dos prototipos de vivienda en el cual la única diferencia era que uno utilizaba concreto convencional y el otro usa plástico reciclado, (residuos triturados mixtos en longitudes entre 0.84 y 13mm de polietileno de alta densidad HDPE, policloruro de vinilo PVC y polipropileno PP proveniente de basureros).

(Hernández, 2019) Explica que por las propiedades del HDPE, que tiene mayor densidad y dureza que el PET o el policloruro de vinilo (PVC), buscó un proceso sencillo para incorporarlo al concreto; fue así como se percató de que lo más conveniente era la trituración mecánica. Es un proceso primario que permite obtener partículas recicladas de polietileno

de alta densidad de un tamaño óptimo para equipararlas con el agregado natural del concreto y adicionarlas a éste.

En el mundo, el plástico más utilizado no es el tereftalato de polietileno (PET, por sus siglas en inglés), sino el polietileno de alta densidad (HDPE), con el que se fabrican tuberías para distribuir agua potable, envases de alimentos, detergentes, empaques para partes automotrices y moldes, entre otros.

Al incorporar plásticos a mezclas de concreto tienden a reducir sus factores de resistencia (compresión, flexo-tracción y tensión). No obstante, el combinado con HDPE cumplió normativamente con los valores de resistencia que establecen algunos reglamentos estructurales, es decir, su aplicación es viable.

(Martinez Lozada, 2008) Afirma que las construcciones de viviendas realizadas con refuerzo de fibras a partir de plástico reciclado, puede generar un ahorro del 22.1 % al 37.86% comparado con una construcción tradicional.

(Gaggino, 2008) Menciona que los residuos de plástico son seleccionados y triturados en un molino especial, y así son incorporados a mezclas cementicias, sin necesidad de un lavado previo (salvo en el caso que se utilicen residuos muy contaminados tomados de la basura, sin un acopio separado). El bajo requerimiento de limpieza se explica porque los desechos quedan confinados en la masa de un hormigón.

(Harmsen, 2005) Las fibras se han utilizado hace mucho tiempo, en concreto se usan principalmente en concreto pre- mezclado, concreto pre- fabricado, pavimentos y shot- crete. Pueden ser de acero, plástico, vidrio o materiales naturales como celulosa de madera. Sus longitudes usuales varían de 6 mm a 150 mm con espesor que varían de 0.005 a 0.75 mm.

Se agregan al concreto en proporciones menores al 1% en volumen, en la mayoría de los casos. Impiden las pequeñas rajaduras debidas a la contracción de fragua y a la deformación plástica. Dan muy buenos resultados en secciones delgadas.

(Mamani Apaza, 2015) Sustenta que en nuestro Perú, existen zonas como por ejemplo en la Selva donde no se dispone de agregados normales para hacer concreto y la mayor parte de las veces se tienen que improvisar soluciones que no garantizan el material resultante, por lo que es imprescindible el empezar a ahondar en las posibilidades de desarrollar materiales

artificiales en aquellas regiones, estimulando en las Universidades la investigación orientada hacia la solución técnica y económica de estos problemas.

(Reyna Pari, 2016) Señala que se logró determinar los resultados de reutilizar los residuos de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo, quedando demostrado que, si se pueden reutilizar estos residuos, en los porcentajes propuestos, para reemplazar los áridos del concreto.

Realizó el análisis de costos unitarios del concreto normal y el concreto conteniendo los residuos de plástico PET al 20%, como resultado se obtuvo que hay un ahorro de S/. 14.25 por m<sup>3</sup> al utilizar plástico PET.

(Armas Aguilar, 2016) Demuestra que de los efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico (compresión y flexión). Ambas propiedades se ven incrementadas con la adición de fibra de polipropileno, aproximadamente en un 3% y 14% a la edad de 28 días, respectivamente.

(Esquivel Delgado & Ticliahuanca Mendoza, 2019) Incorporan plástico PET en proporciones de 0.00%, 0.03%, 0.05% y 0.07%, con respecto al volumen total del concreto, donde se muestra un aumento en cada ensayo realizado con adición de tereftalato de polietileno, siendo el más significativo al 0.07% evaluado a compresión.

### 1.3. Marco Teórico

#### 1.3.1. Polietileno de Alta Densidad

El polietileno de alta densidad o PEAD (*HDPE* en inglés) es un polímero de cadena lineal no ramificada, por lo cual su densidad es alta y las fuerzas intermoleculares también.

Los objetos fabricados con HDPE se identifican, en el sistema de identificación americano SPI (Society of the Plastics Industry), con el siguiente símbolo en la parte inferior o posterior (QuimiNet.com, 2011):



*Figura 1. Sistema de Identificación de Envases HDPE*

Las características del HDPE son perfectas para la fabricación de diferentes productos en diversos ámbitos. Este polímero presenta una gran rigidez y dureza, siendo a su vez de fácil procesado por su flexibilidad. Tiene una alta resistencia a impactos y a sustancias y agentes químicos. Soporta las altas temperaturas con éxito y con alto nivel de opacidad. Cabe destacar que este tipo de termoplástico es muy ligero y económico. (Form, 2018)

##### 1.3.1.1. Propiedades del HDPE

Presenta mejores propiedades mecánicas (rigidez, dureza y resistencia a la tensión) y mejor resistencia química y térmica que el polietileno de baja densidad, debido a su mayor densidad. Además es resistente a bajas y altas temperaturas, impermeable, inerte (al contenido), con poca estabilidad dimensional y no tóxico.

*Tabla 1. Propiedades físicas del HDPE*

<i>PROPIEDADES FISICAS</i>	
<i>Absorción de agua en 24h (%)</i>	< 0,01
<i>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</i>	0,94-0,97
<i>Índice refractivo</i>	1,54
<i>Resistencia a la radiación</i>	Aceptable
<i>Resistencia al ultra -violeta</i>	Mala
<i>Coefficiente de expansión lineal (K<sup>-1</sup>)</i>	2 x 10 <sup>-4</sup>
<i>Grado de cristalinidad (%)</i>	60-80

Fuente: Plastiductos

Tabla 2. Propiedades mecánicas del HDPE

<i>PROPIEDADES MECÁNICAS</i>	
<i>Módulo elástico E (N/mm<sup>2</sup>)</i>	1000
<i>Coefficiente de fricción</i>	0,29
<i>Módulo de tracción (Gpa)</i>	0,5-1,2
<i>Relación de Poisson</i>	0,46
<i>Resistencia a tracción (MPa)</i>	15-40
<i>Esfuerzo de rotura (N/mm<sup>2</sup>)</i>	20-30
<i>Elongación a ruptura (%)</i>	12

Fuente: Plastiductos

Tabla 3. Propiedades térmicas del HDPE

<i>PROPIEDADES TÉRMICAS</i>	
<i>Calor específico ( J K<sup>-1</sup>Kg<sup>-1</sup>)</i>	1900
<i>Coefficiente de expansión ( x 10<sup>6</sup>K<sup>-1</sup>)</i>	100-200
<i>Conductividad térmica a 23°C (W/mK )</i>	0,45-0,52
<i>Temperatura máxima de utilización (°C)</i>	55-120
<i>Temperatura de reblandecimiento ( °C)</i>	140
<i>Temperatura de cristalización ( °C)</i>	130-135

Fuente: Plastiductos

### 1.3.2. Concreto

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivo, que inicialmente denota una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, por lo que lo hace un material ideal para la construcción. (Paquel Carbajal, 1998)

### 1.3.3. Componentes básicos del Concreto

#### 1.3.3.1. Cemento

Es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire. (Rivera Lopez, 2013)

#### A. Clasificación

Tabla 4. Tipos de cementos portland.

Tipos de cemento	Características
Tipos I	Portland normal
Tipos II	Portland moderada resistencia a los sulfatos
Tipos III	Portland fraguado rápido, alta resistencia inicial
Tipos IV	Portland bajo calor de hidratación
Tipos V	Portland alta resistencia a los sulfatos

Fuente: Norma ASTM C150

#### B. Cemento Portland Tipo I

El cemento portland normal Tipo I se empleará en todos aquellos casos en que no se requieran en el concreto las propiedades especiales especificadas para los otros Tipos. Debe cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C150 o NTP 334 039. (Rivva Lopez, Cementos, 2000)

Tabla 5. Requerimientos químicos y físicos del Cemento Tipo I

COMPOSICIÓN QUIMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009/ ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5
PROPIEDADES FISICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009/ ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3750	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA
<b>Resistencia Compresión:</b>			
Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	26.1 (266)	Máximo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	33.9 (346)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	42.3 (43.1)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)
<b>Tiempo de Fraguado Vicat:</b>			
Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

Fuente: Cementos Pacasmayo

### **1.3.3.2. Agregado fino**

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el Tamiz de 3/8 y que queda retenido en el tamiz N°200. El más usual de los agregados finos es la arena, definida como el producto resultante de la desintegración natural de las rocas. (Rivva Lopez, 2000)

### **1.3.3.3. Agregado grueso**

Se define como agregado grueso a aquel que queda retenido en el Tamiz N°4 y es proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas. El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso proveniente de la disgregación y abrasión natural de materiales pétreos. Se le encuentra generalmente en canteras y lechos de ríos depositado en forma natural. La piedra chancada, o piedra triturada, es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas y gravas. (Rivva Lopez, 2000)

### **1.3.3.4. Agua**

El agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. Como norma general se considera que el agua es adecuada para producir mortero u hormigón si su composición química indica que es apta para el consumo humano, sin importar si ha tenido un tratamiento preliminar o no; es decir, casi cualquier agua natural que pueda beberse y que no tenga sabor u olor notable sirve para mezclar el mortero o el concreto. (Rivera Lopez, 2013).

### **1.3.3.5. Aditivo**

Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto. (Paquel Carbajal, 1998)

## **1.3.4. Ensayos para los agregados**

Según la Norma Técnica Peruana los agregados deben cumplir con los límites establecidos en la NTP 400.037, aquellos métodos de ensayos que permitan verificar si el agregado es el adecuado y el óptimo para el diseño de mezclas.

**a) Extracción de muestras:**

NTP 400.010: AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras

**b) Contenido de Humedad**

NTP 339.185 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

**b) Análisis Granulométrico:**

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

**c) Peso Específico y Porcentaje de Absorción:**

NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

**d) Peso Unitario Suelto y Varillado**

NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

**1.3.5. Ensayos para el concreto**

**1.3.5.1. Ensayo en estado fresco**

El control de calidad del concreto depende en primera instancia de los procedimientos de muestreo que permitan contar con porciones representativas para el análisis correspondiente.

El proceso de la toma de la muestra esta normado por ATMC-172.

**a) Ensayo para la medición del asentamiento:**

NTP 339.035 CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland.

**b) Ensayo para determinar el peso unitario y rendimiento:**

NTP 339.046 CONCRETO. Método de Ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón.

**c) Ensayo para determinar el contenido de aire:**

NTP 339.083 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para contenido del aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco por el método de presión.

**d) Ensayo para determinar la temperatura:**

NTP 339.184 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de las mezclas de hormigón.

**1.3.5.2. Ensayo en estado endurecido**

**a) Ensayo de Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto:**

NTP 339.034 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

**b) Ensayo de Resistencia a la flexión de testigos prismáticos de concreto:**

NTP 339.078 CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

**1.3.6. Concreto reforzado con fibras**

El concreto reforzado con fibras es un elemento que contiene fibras cortas uniformemente distribuidas y orientadas al azar. Según la definición del ACI-American Concrete Institute, no es más que concreto hecho a partir de cementos hidráulicos, conteniendo agregados finos, o gruesos, agua y fibras discretas o discontinuas cuya misión es contribuir a la mejora de determinadas características de los concretos. (Universidad Peruana Union, 2016)

**1.3.6.1. Tipos de fibras**

**MICROFIBRAS:**

Normalmente son fibras de plástico, polipropileno, polietileno nylon, que ayudan a reducir la segregación de la mezcla de concreto y previenen la formación de fisuras durante la construcción. Las longitudes de las fibras de multifilamento oscilan entre los 12 y los 75 mm. (Antillon, 2016)

Estas fibras están destinadas a evitar la fisuración del concreto en estado fresco o antes de las 24 horas. Se dosifican en el concreto para volúmenes entre 0.03% a 0.15% del mismo. Las más frecuentes son las fibras en polipropileno (Tipo SikaFiber®AD) cuya dosificación en peso oscila entre 0.3 a 1.2 kg/m<sup>3</sup> de concreto. Se trata de dosificaciones extremadamente bajas pero muy eficientes que previenen la fisuración del concreto por retracción plástica.

### MACROFIBRAS:

Generalmente son de materiales como acero, vidrio, materiales sintéticos o naturales, los cuales se utilizan como refuerzo distribuido en todo el espesor del elemento y orientado en cualquier dirección. Las fibras actúan como malla electrosoldada y varillas de refuerzo, incrementando la tenacidad del concreto y agregando al material capacidad de carga posterior al agrietamiento. Entre los beneficios del uso de concreto reforzado con fibras se encuentran el incremento de la resistencia al impacto y a la fatiga. Su diámetro oscila entre los 0.25 mm y 1.5 mm con longitudes variables entre 13 mm y 70 mm. (Antillon, 2016).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

- Determinar la influencia en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> añadiendo fibras HDPE.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Elaborar muestras de concreto patrón con una resistencia  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y muestras de concreto adicionando polietileno de alta densidad (HDPE) en diferentes porcentajes.
- Ensayar las probetas conformadas con diferentes porcentajes de fibra así como las probetas con concreto normal.
- Comparar los resultados de resistencia a compresión obtenidas en cada ensayo, de los diferentes porcentajes de partículas HDPE con el concreto patrón.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del proyecto

El presente trabajo se realizó en la zona urbana de la Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Con coordenadas geográficas  $X= 745625,38$  y  $Y= 9363329,41$  y altitud entre 600 a 700 msnm. El estudio comprendió lugares de la ciudad de Jaén donde se encontraban la mayor presencia de residuos sólidos HDPE, para el proyecto se recolectó galones de aceite de 5 litros, de distintas zonas marginales donde existían botaderos informales como de las calles de esta ciudad.



Figura 2. Mapa de ubicación de la provincia de Jaén

Fuente: Plan de seguridad ciudadana de la ciudad de Jaén

### 3.2. Materiales utilizados

#### 3.2.1. Cemento

El cemento que se utilizó para esta investigación fue cemento Portland “Pacasmayo” Tipo I.



Figura 3. Cemento Tipo I

#### 3.2.2. Agregados

El agregado fino se obtuvo de la “Cantera Josecito” ubicado en la carretera Jaén- Chamaya, Provincia de Jaén- Departamento de Cajamarca.

El agregado grueso se obtuvo de la “Cantera Arenera Jaén” ubicado en la carretera Jaén- San Ignacio, Provincia de Jaén- Departamento de Cajamarca. El tamaño máximo nominal (TMN) elegido fue de 3/4”.



Figura 4. Agregado grueso y agregado fino

### 3.2.3. Agua

El agua utilizada fue agua potable suministrada por EPS Maraón.

### 3.2.4. Fibras de Polietileno de Alta Densidad (HDPE)

Las fibras HDPE se obtuvieron de la trituración artesanal de los residuos plásticos acopiados por la empresa recicladora Cristian S.A.C. ubicada en la calle Guillermo Sánchez Chavez. Las partículas de plástico HDPE se encuentran entre 6.5 mm y 9.0 mm de longitud.



Figura 5. Recolección de la fibra HDPE

## 3.3. Variables de la Investigación

### 3.3.1. Variables dependientes

- Resistencia a la compresión,

### 3.3.2. Variables independientes

- Fibra de polietileno de Alta Densidad (HDPE) en diferentes porcentajes.

## 3.4. Tipo de investigación

### 3.4.1. Según su diseño

Diseño Experimental, porque se evaluó los efectos que produce la fibra HDPE (variable independiente) en su resistencia a la compresión del concreto (variable dependiente). La experimentación se realizó en un laboratorio particular y en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, para luego recolectar los datos en formatos estándar de laboratorio y procesados estadísticamente.

### 3.4.2. Según su enfoque

Es cuantitativa, porque se explicó los resultados de los ensayos de resistencia de laboratorio en función de datos numéricos.

### 3.5. Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló con un diseño en bloque completamente al azar (DBCA), donde se experimentó con 108 probetas de concreto con una resistencia  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con diferentes adiciones de fibra de polietileno de alta densidad (0.00%, 0.03%, 0.06%, 0.09%) en volumen del concreto, para la resistencia a compresión.

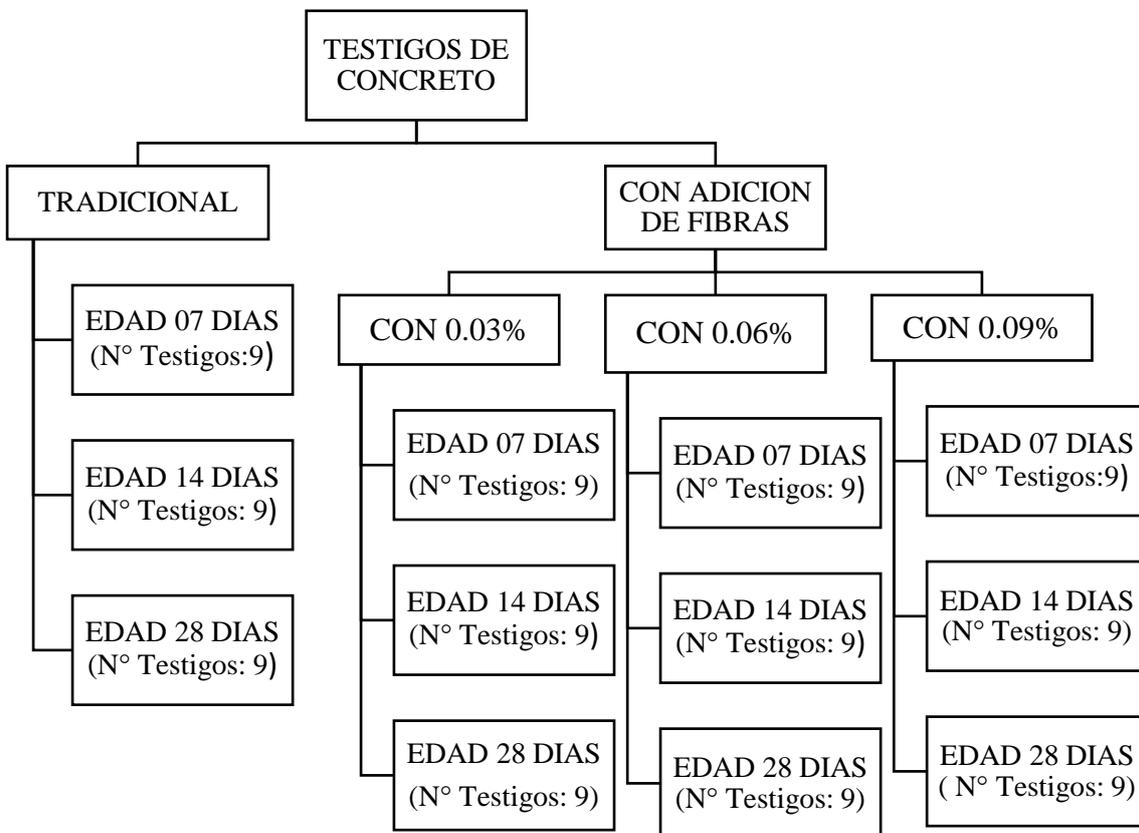


Figura 6. Diseño de Investigación

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Métodos, técnicas e instrumentos y procesamiento de recolección de datos.

#### 3.6.1. Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos son los ensayos estandarizados mostrados en la Tabla 6, como las fichas de observación y los formatos de control de los ensayos.

Tabla 6. *Ensayos de laboratorio y normativa*

	ENSAYOS ESTANDARIZADOS	NTP
1.	Muestreo para materiales de construcción	400.010
2.	Análisis Granulométrico	400.012
3.	Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso	400.021
4.	Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino	400.022
5.	Peso Unitario Suelto y Varillado	400.017
6.	Contenido de Humedad	339.185
7.	Asentamiento del Concreto (Slump)	339.035
8.	Contenido de Aire en el Concreto Fresco Método de Presión	339.083
9.	Peso Unitario y Rendimiento	339.046
10.	Temperatura del Concreto	339.184
11.	Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos de Concreto	339.034

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.6.2. Técnicas

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicó la técnica de la Observación. Los datos del proyecto se registraron en formatos estándares del Laboratorio de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén teniendo en consideración las Normas Técnicas Peruanas.

#### 3.6.3. Procedimientos de la Investigación

Los procedimientos para la recolección de datos de esta investigación se presentan a continuación de manera secuencial tal como fueron realizadas.

##### a) Selección de materiales y recolección de fibras de polietileno HDPE

Se visitó la cantera Josecito para adquirir el agregado fino, y la cantera Arenera Jaén para el agregado grueso, para la fibra del polietileno HDPE, se recolectó de las

distintas zonas marginales de Jaén, como también de los botaderos formales e informales.

**b) Ensayo a los agregados**

Se realizaron los ensayos a los agregados para determinar sus propiedades físicas y mecánicas según las normas correspondientes en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

**c) Diseño de mezclas**

Con los datos obtenidos de los ensayos a los agregados, se procedió a elaborar el diseño de mezclas del Concreto Patrón a una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> con el método ACI, que sirvió de base para desarrollar el concreto con diferentes porcentajes de fibras HDPE.

**d) Elaboración de probetas**

Se realizaron 27 especímenes por cada porcentaje de fibra.

**e) Ensayos al concreto**

Se realizaron los ensayos correspondientes al concreto en estado fresco como en estado endurecido según las normas establecidas.

**f) Procesamiento y análisis de resultados**

Los datos recopilados de los ensayos fueron analizados y discutidos según las investigaciones de los antecedentes de la investigación, concluyéndose la influencia de las fibras HDPE en la resistencia del concreto, los resultados de las propiedades mecánicas fueron analizados estadísticamente. Con los conocimientos obtenidos sobre el tema, se presenta recomendaciones para futuras investigaciones.

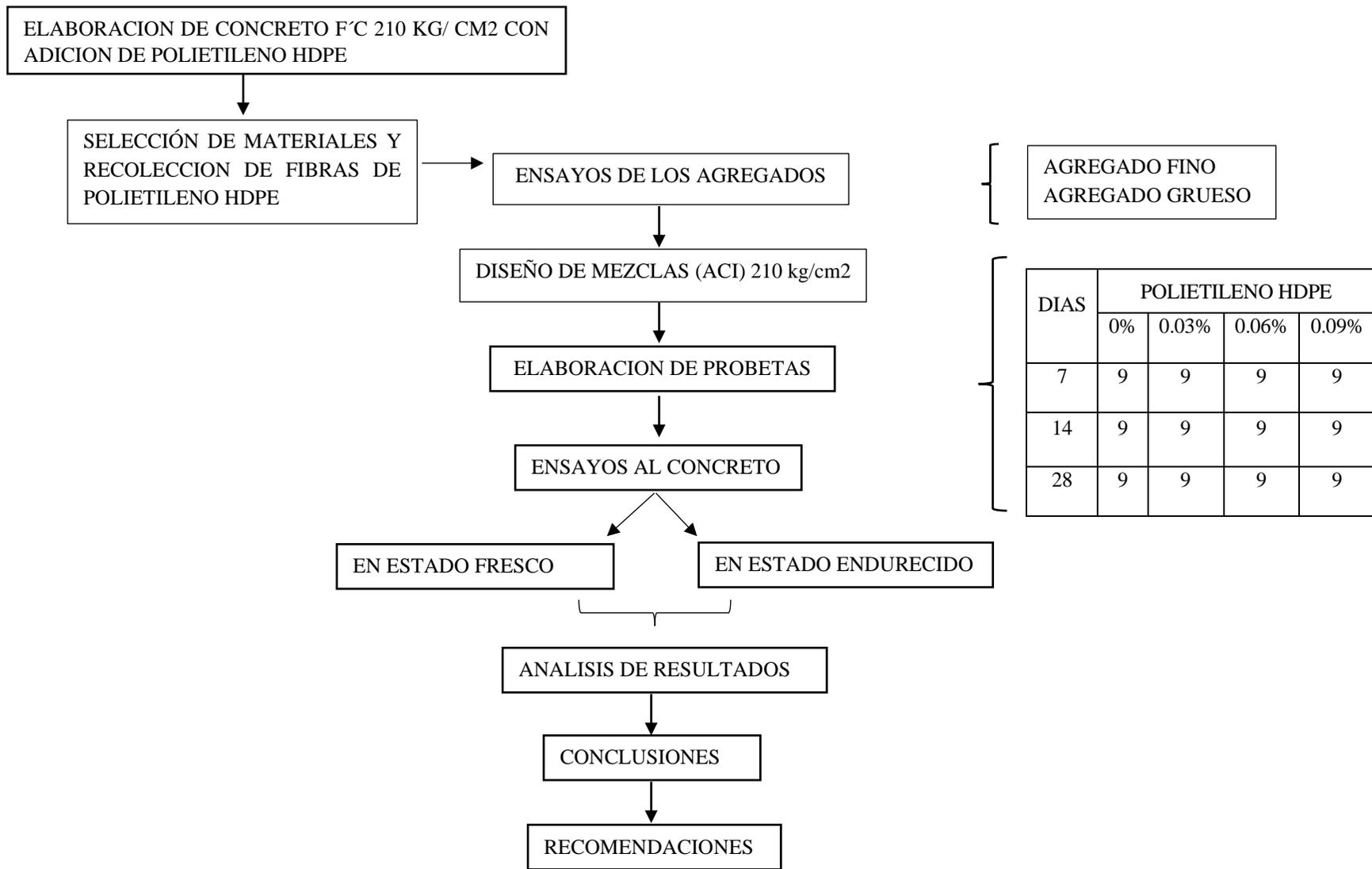


Figura 7. Representación esquemática del procedimiento de la investigación  
Fuente: Elaboración propia

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Ensayo de los agregados

#### 4.1.1. Contenido de humedad

El ensayo de contenido de humedad del agregado fino se realizó teniendo en cuenta la NTP 339.185 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

*Tabla 7. Resultado del contenido de humedad del agregado fino*

CONTENIDO DE HUMEDAD	
1. Peso de la tara más suelo húmedo (gr)	655.00
2. Peso de la tara más suelo seco (gr)	636.00
3. Peso de la tara (gr)	19.00
4. Peso del agua (gr)	155.00
5. Peso de la muestra seca	481.00
6. Contenido de Humedad (%)	3.95%

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 8. Resultado del contenido de humedad del agregado grueso*

CONTENIDO DE HUMEDAD	
1. Peso de la tara más suelo húmedo (gr)	2570.80
2. Peso de la tara más suelo seco (gr)	2521.60
3. Peso de la tara (gr)	49.20
4. Peso del agua (gr)	570.80
5. Peso de la muestra seca	1950.80
6. Contenido de Humedad (%)	2.52%

Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. Ensayo de contenido de humedad

#### 4.1.2. Análisis Granulométrico

El ensayo de granulometría del agregado fino como del agregado grueso se realizó teniendo en cuenta la NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Tabla 9. Granulometría del agregado fino

Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	% Límite Inferior	% Límite Superior
Pulg. mm						
3/8	9.50	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
Nº4	4.75	33.58	3.50	95.45	95.00	100.00
Nº8	2.36	104.80	10.93	84.52	80.00	100.00
Nº16	1.18	140.60	14.66	69.86	50.00	85.00
Nº30	0.60	216.80	22.60	47.25	25.00	60.00
Nº50	0.30	321.20	33.49	13.76	10.00	30.00
Nº100	0.15	99.82	10.41	3.36	2.00	10.00
Nº200	0.07	26.70	2.78	0.57	--	--

Fuente: Elaboración propia

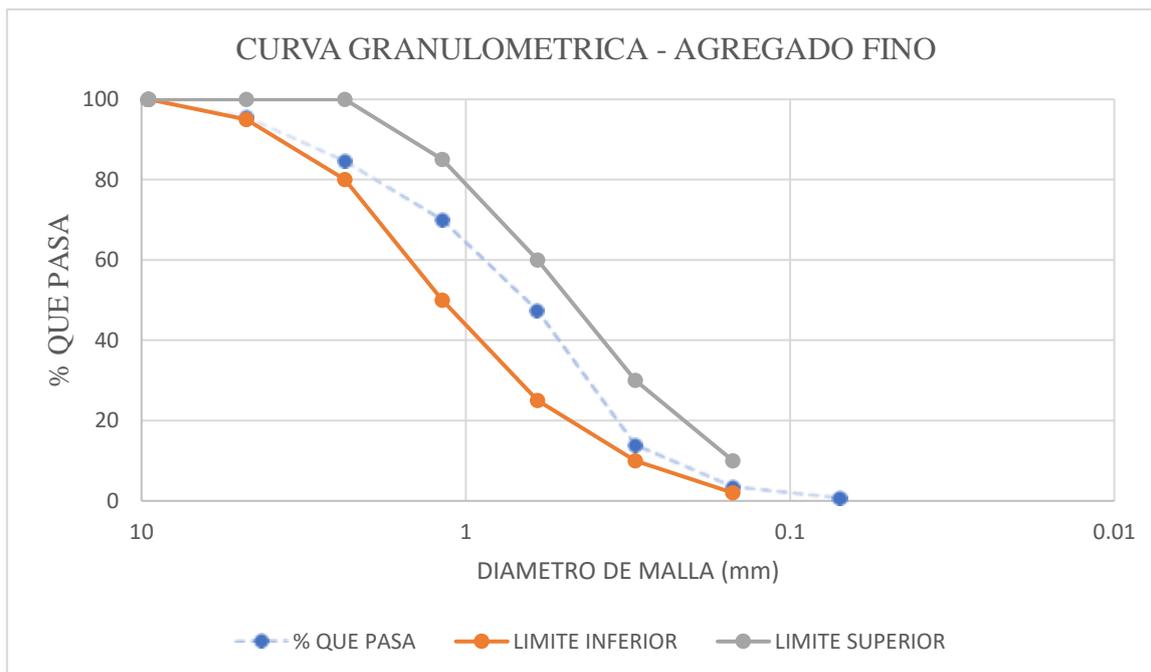


Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Granulometría del agregado grueso

Malla	Peso	%	%	% Que	%	%
Pulg.	mm	Retenido	Retenido	Retenido	Pasa	Límite
				Acumulado	Acumulado	Inferior
						Superior
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.00	326.27	6.59	6.59	93.41	100.00
1/2"	12.50	2380.70	48.11	54.71	45.29	70.00
3/8"	9.50	1135.80	22.95	77.66	22.34	55.00
Nº 4	4.75	990.40	20.02	97.68	2.32	10.00
Nº 8	2.36	89.40	1.81	99.48	0.52	5.00
Nº16	1.18	0.96	0.02	99.50	0.50	0.00
Nº200	0.07	0.15	0.00	99.53	0.47	---

Fuente: Elaboración propia

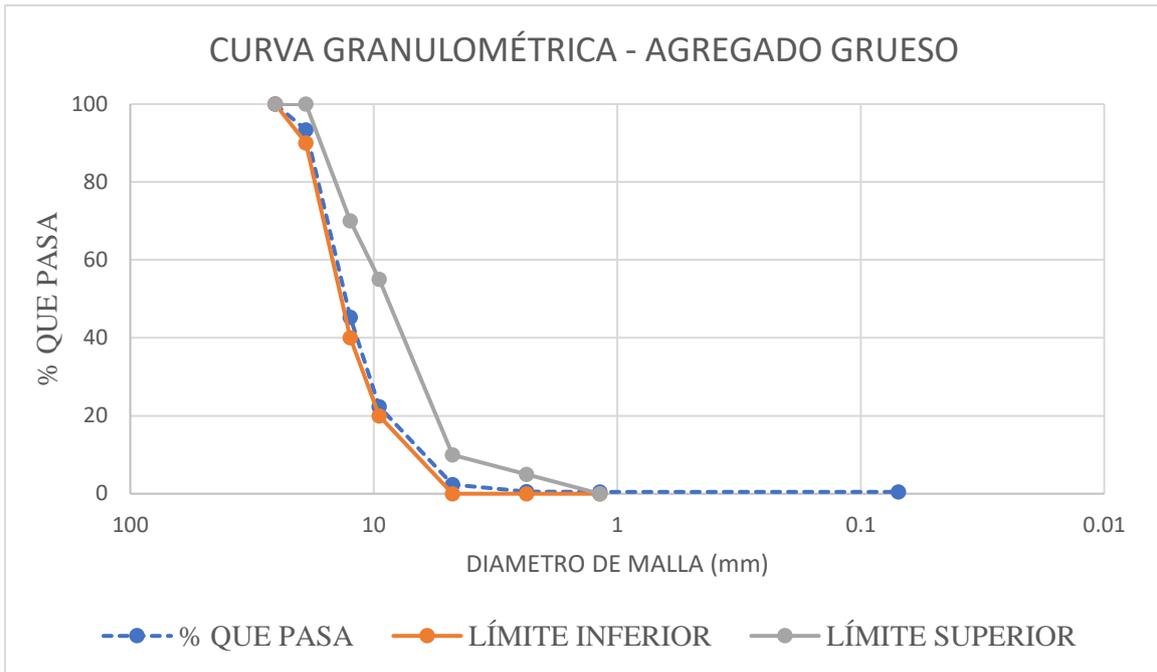


Figura 10. Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.



Figura 11. Ensayo de análisis granulométrico

#### 4.1.3. Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado fino

El ensayo de peso específico y absorción del agregado fino se realizó teniendo en cuenta la NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

Tabla 11. Resultados del Peso Específico y Porcentaje de Absorción del agregado fino

ENSAYO N°	1	2	3	Promedio
1. Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)	490.00	490.00	490.00	
2. Peso del picnómetro lleno de agua (gr)	702.91	707.54	704.42	
3. Peso total del picnómetro aforado con muestra y lleno de agua (gr)	1010.70	1022.00	1018.30	
4. Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr)	500.00	500.00	500.00	
5. Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.55	2.64	2.63	2.61
6. Absorción (%)	2.04	2.04	2.04	2.04

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4. Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso

El ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso se realizó teniendo en cuenta la NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.

Tabla 12. Resultados del Peso Específico y Porcentaje de Absorción del agregado grueso

ENSAYO N°	1	2	3	Promedio
1. Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)	4445.00	4448.00	4445.00	
2. Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)	4500.70	4500.60	4500.50	
3. Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)	2833.70	2836.40	2831.10	
4. Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	2.67	2.67	2.66	2.67
6. Absorción (%)	1.25	1.18	1.25	1.23

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Ensayo de peso específico y porcentaje de absorción de los agregados

#### 4.1.5. Peso Unitario Suelto y Compactado de AG y AF

El ensayo de peso unitario del agregado grueso y del agregado fino se realizó teniendo en cuenta la NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

Tabla 13. Resultados del Peso unitario Suelto y Compactado o Varillado del agregado fino

ENSAYO N°		1	2	3
PESO UNITARIO SUELTO	Peso del recipiente (gr)	8486.00	8486.00	8486.00
	Peso del recipiente + material (gr)	14989.00	14994.00	14986.00
	Peso del material (gr)	6503.00	6508.00	6500.00
	Factor		0.243	
	Peso Unitario Seco Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1580.94	1582.16	1580.21
P. Unitario Suelto Promedio		1581.00 kg/m <sup>3</sup>		
PESO UNITARIO COMPACTADO	Peso del recipiente (gr)	8486.00	8486.00	8486.00
	Peso del recipiente + material (gr)	15588.00	15586.00	15584.00
	Peso del material (gr)	7102.00.00	7100.00	7098.00
	Factor		0.243	
	Peso Unitario Seco Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1726.56	1726.08	1725.59
P. Unitario Suelto Promedio		1726.00 kg/m <sup>3</sup>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Resultados del Peso unitario Suelto y Compactado o Varillado del agregado grueso

ENSAYO N°		1	2	3
PESO UNITARIO SUELTO	Peso del recipiente (gr)	8486.00	8486.00	8486.00
	Peso del recipiente + material (gr)	14196.00	14184.00	14198.00
	Peso del material (gr)	5710.00	5698.00	5712.00
	Factor		0.243	
	Peso Unitario Seco Suelto (kg/m3)	1388.00	1385.00	1389.00
P. Unitario Suelto Promedio		1387.00 kg/m3		
PESO UNITARIO COMPACTADO	Peso del recipiente (gr)	8486.00	8486.00	8486.00
	Peso del recipiente + material (gr)	14846.00	14858.00	14861.00
	Peso del material (gr)	6360.00	6372.00	6375.00
	Factor		0.243	
	Peso Unitario Seco Suelto (kg/m3)	1546.00	1549.00	1550.00
P. Unitario Suelto Promedio		1548.00 kg/m3		

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Ensayo de Peso unitario suelto y compactado de AG Y AF

#### 4.1.6. Resumen de los ensayos del agregado grueso

Tabla 15. Resultados de los ensayos del agregado grueso

RESULTADOS	
Tamaño máximo nominal	3 / 4
Peso específico seco de masa	2.67 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1548 kg/cm <sup>2</sup>
Peso unitario seco suelto	1387 kg/cm <sup>2</sup>
Contenido de humedad	2.52 %
Absorción	1.23 %
Módulo de finura	6.79

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7. Resumen de los ensayos del agregado fino

Tabla 16. Resultados de los ensayos del agregado fino

RESULTADOS	
Peso específico seco de masa	2.61 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1726 kg/cm <sup>2</sup>
Peso unitario seco suelto	1581 kg/cm <sup>2</sup>
Contenido de humedad	3.95 %
Absorción	2.04 %
Módulo de finura	2.86

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Datos de diseño de mezclas

Tabla 17. Datos del diseño de mezclas

RESULTADOS	
Resistencia especificada a los 28 días	210 kg/cm <sup>2</sup>
Factor de resistencia promedio (f'c)	84 kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico del cemento	3.1
Pacasmayo Tipo I	
Relación agua cemento	0.56
Asentamiento	3 a 4 pulg
Volumen unitario del agua	205 L/m <sup>3</sup>
Contenido de aire	2%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1. Materiales de diseño por metro cubico corregidos por humedad

*Tabla 18. Peso de los materiales corregidos por humedad*

Cemento	366.00 kg
Agua efectiva	177.79 lt
Agregado fino húmedo	807.08 kg
Agregado grueso húmedo	983.95 kg

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 19. Peso de los materiales por tanda*

Cemento	16.00 kg
Agua efectiva	8.00 lt
Agregado fino húmedo	36.00 kg
Agregado grueso húmedo	44.00 kg

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2. Proporciones de Fibra HDPE

Las proporciones de fibra HDPE se calcularon en relación al volumen del concreto por tanda, realizando una regla de tres simple.

*Tabla 20. Proporciones de Fibra HDPE*

FIBRAS HDPE	
Fibra HDPE 0.03%	31.20 gr
Fibra HDPE 0.06%	62.40 gr
Fibra HDPE 0.09%	93.60 gr

Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Fibra HDPE

### 4.3. Ensayos de Concreto Fresco

En la tabla 21 se presenta los resultados de los ensayos que se llevaron a cabo al concreto fresco:

Tabla 21. Resultados del concreto en estado fresco

TANDA	% FIBRA HDPE	CONTENIDO DE AIRE %	SLUMP (PULG.)	TEMPERATURA	PESO UNITARIO
T-1	0.00	2.00	3.4"	26.40	2384.06
T-2	0.00	2.00	3.4"	26.50	2382.61
T-3	0.03	2.10	3.5"	27.80	2384.06
T-4	0.03	2.00	3.5"	29.50	2384.06
T-5	0.06	2.20	3.6"	27.80	2382.61
T-6	0.06	2.10	3.7"	27.60	2386.96
T-7	0.09	2.00	3.8"	26.90	2385.51
T-8	0.09	2.20	3.7"	27.80	2386.96

Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Ensayos al concreto fresco

#### 4.4. Ensayos de resistencia a compresión

Los ensayos de compresión a los testigos de concreto, de la presente investigación se realizaron según la NTP 339.034. Se ensayaron 108 probetas, 27 por cada dosificación de fibra HDPE (0.00%, 0.03%, 0.06%, 0.09%). A continuación se presenta en la Tabla 22 y Figura 16 el promedio de la resistencia a compresión.

Tabla 22. Resultados de los promedios del ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto

FIBRA	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
0.00 %	308.38	322.41	363.71
0.03 %	315.31	347.02	381.56
0.06 %	322.62	354.48	404.41
0.09 %	320.85	366.80	405.98

Fuente: Elaboración propia

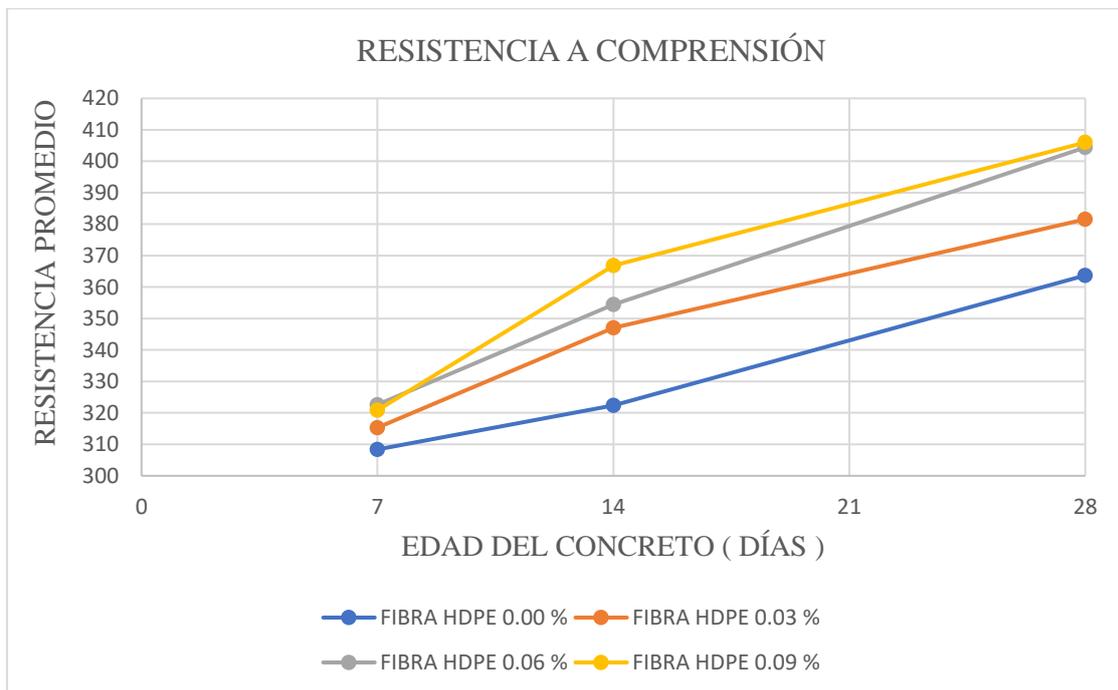


Figura 16. Resistencia a la Compresión



Figura 17. Ensayo a compresión de testigos cilíndricos

Tabla 23. Incremento de la Resistencia con respecto a concreto patrón (0.00%)

FIBRA	% Incremento de la resistencia con respecto al concreto patrón (0.00 %)
0.00 %	0.00
0.03 %	4.91
0.06 %	11.19
0.09 %	11.62

Fuente: Elaboración propia

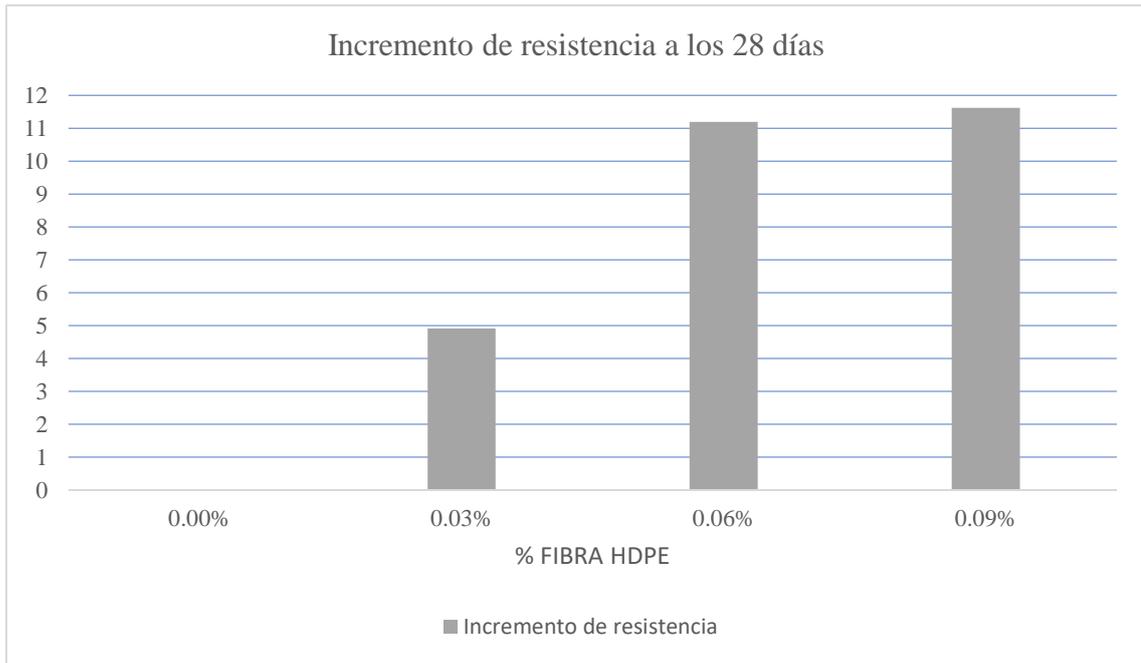


Figura 18. Incremento de resistencia a los 28 días

En la figura 18 se puede visualizar un incremento significativo en la resistencia del concreto con adición de fibras HDPE a los 28 días en un 4.91%, 11.19% y 11.62% con respecto al concreto patrón (0.00% HDPE).

#### 4.5. Análisis estadístico

##### 4.5.1. Análisis a los 7 días de tratamiento

Tabla 24. Análisis de medias (7 días)

Fibra HDPE	N	Media	Grupo	Desv.Est.	IC de 95%	Coefficiente de variación
0.00	9	308.38	b	7.06	(301.73; 315.03)	2%
0.03	9	315.31	ab	12.66	(308.66; 321.96)	4%
0.06	9	322.62	a	11.01	(315.97; 329.27)	3%
0.09	9	320.85	ab	7.25	(314.20; 327.50)	2%

Fuente: Elaboración propia

Desv. Est. agrupada = 9.79804

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y un nivel de confianza de 95%.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

##### 4.5.2. Análisis a los 14 días de tratamiento

Tabla 25. Análisis de medias (14 días)

Fibra HDPE	N	Media	Grupo	Desv.Est.	IC de 95%	Coefficiente de variación
0.00	9	322.41	c	10.38	(312.64; 332.18)	3%
0.03	9	347.02	b	10.32	(337.25; 356.80)	3%
0.06	9	354.48	ab	23.35	(344.71; 364.26)	7%
0.09	9	366.80	a	8.34	(357.02; 376.57)	2%

Fuente: Elaboración propia

Desv.Est. agrupada = 14.3956

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### 4.5.3. Análisis a los 28 días de tratamiento

Tabla 26. Análisis de medias (28 días)

Fibra HDPE	N	Media	Grupo	Desv.Est.	IC de 95%	Coefficiente de variación
0.00	9	363.71	c	11.07	(354.59; 372.83)	3%
0.03	9	381.56	b	13.11	(372.44; 390.68)	3%
0.06	9	404.41	a	10.23	(395.29; 413.53)	3%
0.09	9	405.98	a	17.96	(396.86; 415.10)	4%

Fuente: Elaboración propia

Desv. Est. agrupada = 13.4318

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## **V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1. Discusión de las Características de los agregados**

Para esta investigación, el agregado fino se obtuvo de la Cantera Josecito y el agregado grueso de la Cantera Arenera Jaén.

La granulometría y el módulo de finura del agregado fino se ajustan a las especificaciones expresadas en la NTP 400.037. La granulometría del agregado grueso se adecua dentro del huso N° 67, indicado en la NTP 400.037.

El peso específico, la absorción y el peso unitario suelto y compactado tanto del agregado fino como del agregado grueso cumplen con las especificaciones requeridas en la NTP 400.037, lo cual indica que son agregados óptimos para la elaboración de concreto de alta resistencia.

### **5.2. Discusión del diseño de mezcla**

Se diseñó con el método ACI comité 211 para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, sumándole el factor de resistencia promedio ( $f'c$ ) de 84 kg/cm<sup>2</sup>, para obtener una mayor confiabilidad, trabajando finalmente a una resistencia de 294 kg/cm<sup>2</sup>.

### **5.3. Discusión sobre ensayos de control de calidad en el concreto fresco**

#### **5.3.1. Asentamiento del concreto (Slump)**

El ensayo de asentamiento del concreto se realizó según NTP 339.035. La adición de fibra de polietileno HDPE al concreto no demuestra una significativa variación con respecto al concreto patrón en el ensayo realizado.

#### **5.3.2. Contenido de Aire en el concreto fresco Método de Presión Contenido.**

El ensayo de contenido de aire, se determinó con el método de Presión (Olla de Washington) con un valor de diseño de 2.0%. La adición de fibra de polietileno HDPE al concreto no demuestra una significativa variación con respecto al concreto patrón. Éste ensayo se realizó de acuerdo a lo especificado según NTP 339.083.

### **5.3.3. Peso unitario del concreto fresco**

El ensayo de peso unitario se realizó según NTP 339.046. La adición de fibra de polietileno HDPE en 0.00%, 0.03%, 0.06% y 0.09% al concreto no afecta el peso unitario del concreto.

Se obtuvo un promedio de 2383.33, 2384.06, 2384.78 y 2386.23 kg/cm<sup>3</sup> que cumple con el estándar recomendado en la norma.

### **5.3.4. Temperatura del concreto**

El ensayo de temperatura ha sido realizado según la NTP 339.184. La adición de fibra de polietileno HDPE en 0.00%, 0.03%, 0.06% y 0.09% al concreto no afecta la temperatura del concreto, obteniéndose temperaturas del concreto que van desde los 26°C hasta los 30°C.

### **5.4. Discusión sobre ensayo a compresión de los Especímenes de concreto**

El ensayo de resistencia a la compresión se realizó según NTP 339.034. Se observó que al adicionar la fibra de polietileno HDPE en el concreto su resistencia a los 28 días aumenta en un 4.91%, 11.19% y 11.62% con respecto al concreto patrón (0.00% HDPE).

### **5.5. Prueba estadística**

#### **5.5.1. Discusión a los siete días**

Para los resultados a los siete días, la prueba de Shapiro Wilk (Ver Anexo Figura 19) con un valor  $P > 0.100$ , siendo mayor al nivel de significancia 0.05, se comprueba que existe normalidad. En la prueba de Levene (Ver Anexo Figura 20) se obtuvo un valor  $P$  de 0.659, este valor es mayor que 0.05 (nivel de significancia) con lo que se comprobó que las varianzas de la variable resistencia son iguales.

Como se diseñó con un método completamente al azar se realizó el análisis de varianza de un solo factor donde el valor  $P = 0.018$  (Ver Anexo Tabla 27) siendo menor al nivel de significancia de 0.05 donde se concluye que existe suficiente evidencia para justificar el rechazo de la afirmación de que las muestras provienen de poblaciones con medias que son todas iguales.

Al no ser todas las medias iguales se determinó el mejor tratamiento con la prueba POS-ANVAR (prueba Tukey), concluyendo que a los siete días, la mayor resistencia reside al 0.06% (Ver Anexo Tabla 28).

### **5.5.2. Discusión a los catorce días**

Para los resultados a los catorce días, la prueba de Shapiro Wilk (Ver Anexo Figura 21) con un valor  $P > 0.079$ , siendo mayor al nivel de significancia 0.05, se comprueba que existe normalidad. En la prueba de Levene (Ver Anexo Figura 22) se obtuvo un valor P de 0.535, este valor es mayor que 0.05 (nivel de significancia) con lo que se comprobó que las varianzas de la variable resistencia son iguales.

Como se diseñó con un método completamente al azar se realizó el análisis de varianza de un solo factor donde el valor  $P = 0.000$  (Ver Tabla 30) siendo menor al nivel de significancia de 0.05 donde se concluye que existe suficiente evidencia para justificar el rechazo de la afirmación de que las muestras provienen de poblaciones con medias que son todas iguales.

Al no ser todas las medias iguales se determinó el mejor tratamiento con la prueba POS-ANVAR (prueba Tukey), concluyendo que a los catorce días, la mayor resistencia reside al 0.09% (Ver Anexo Tabla 31)

### **5.5.3. Discusión a los veintiocho días**

Para los resultados a los veintiocho días, la prueba de Shapiro Wilk (Ver Anexo Figura 23) con un valor  $P > 0.100$ , siendo mayor al nivel de significancia 0.05, se comprueba que existe normalidad. En la prueba de Levene (Ver Anexo Figura 24) se obtuvo un valor P de 0.115, este valor es mayor que 0.05 (nivel de significancia) con lo que se comprobó que las varianzas de la variable resistencia son iguales.

Como se diseñó con un método completamente al azar se realizó el análisis de varianza de un solo factor donde el valor  $P = 0.000$  (Ver Anexo Tabla 33) siendo menor al nivel de significancia de 0.05 donde se concluye que existe suficiente evidencia para justificar el rechazo de la afirmación de que las muestras provienen de poblaciones con medias que son todas iguales.

Al no ser todas las medias iguales se determinó el mejor tratamiento con la prueba POS-ANVAR (prueba Tukey), concluyendo que a los veintiocho días, la mayor resistencia reside al 0.06% y al 0.09% (Ver Anexo Tabla 34).

## **5.6. Discusión en referencia a los antecedentes**

En referencia a los antecedentes, se había mencionado a Aguilar (2016) que los efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas del concreto hidráulico, se ven incrementadas en un 3% y 14% a la edad de 28 días, respectivamente, los cuales se asemejan a los resultados obtenidos en esta tesis donde se obtuvo un incremento del 4 % al 12 %.

(Esquivel Delgado & Ticlahuanca Mendoza, 2019) Incorporan plástico PET en proporciones de 0.00%, 0.03%, 0.05% y 0.07%, con respecto al volumen total del concreto, donde se muestra un aumento en cada ensayo realizado con adición de tereftalato de polietileno, siendo el más significativo al 0.07% evaluado a compresión, llegando a obtener un aumento del 10.2 % respecto a la muestra patrón. Teniendo semejanza a lo evaluado en este trabajo, donde obtuvimos mayor resistencia al 0.06% y 0.09%, obteniendo una resistencia de 11.19% y 11.62%, demostrando así que es mucho más efectivo incorporar polietileno HDPE.

Incorporando plástico PET a la mezcla de concreto la trabajabilidad disminuye conforme aumenta la adición de este material, lo cual no sucede con la agregación del polietileno HDPE evaluados hasta un 0.09 %.

De igual manera Baldenebro López, menciona que es factible utilizar residuos de plástico pos-consumo, en la elaboración de concreto para mejorar las propiedades mecánicas, los cuales son corroborados en la elaboración del presente trabajo, aumentando la resistencia a compresión con adición de polietileno HDPE.

Gaggino, llegó a la conclusión de que utilizando plástico reciclado aparte de mejorar las propiedades mecánicas de concreto contribuimos con la mejora del medio ambiente, reduciendo la contaminación a través de la incorporación de plástico en la utilización de concreto el cual es el material más utilizado a nivel mundial. De igual manera comparando con lo expuesto en el presente trabajo afirmamos lo dicho por Gaggino, donde se pudo elaborar concreto con mayor resistencia adicionando polietileno de alta densidad y contribuyendo con la limpieza de nuestra comunidad.

Hernández, adicionó plástico HDPE triturado al concreto, debido a que es la manera más sencilla de homogenizar dicho material, afirmando que su aplicación es viable. De igual

manera quedó demostrado en el desarrollo del presente trabajo, que al adicionar fibras HDPE trituradas se logra obtener resultados positivos.

Al incorporar fibras HDPE de distintas formas, en tamaños que varían de 0.84 a 13 mm de longitud, se logran resultados sorprendentes, afirma Elzafraney. Comparando con el trabajo de Elzafraney, al haber utilizado fibras de longitudes que varían entre 6.5 a 9.0 mm, logramos demostrar que es factible la utilización de este material en tamaños homogéneos con la medida utilizada.

Martinez Lozada, y Reyna Pari, demuestran que al incorporar fibras de plástico reciclado, se puede generar un ahorro económico en la construcción de viviendas. Al aumentar la resistencia en más de 11 %, adicionando polietileno HDPE, se puede utilizar menos agregados, para llegar a la resistencia evaluada, proporcionando un ahorro.

Hansen, obtiene mejores resultados al agregar fibras al concreto en proporciones menores al 1 %. Obteniendo resultados óptimos en este trabajo al 0.09 %.

Mamani Apaza, sustenta que estas investigaciones pueden generar soluciones para algunas partes del Perú, donde los agregados para el concreto, no garantizan un buen resultado. Contribuyendo con lo expuesto, se comprueba, que las fibras HDPE, son de ayuda para el aumento de la resistencia a compresión en el concreto, y se puede utilizar en cualquier parte del mundo.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- a. La resistencia a compresión de los especímenes con partículas HDPE al 0.00%, 0.03%, 0.06% y 0.09% desarrollados a los 28 días fueron de 69.71 kg/cm<sup>2</sup>, 87.56 kg/cm<sup>2</sup>, 110.41 kg/cm<sup>2</sup> y 111.98 kg/cm<sup>2</sup> en base a la resistencia del concreto patrón 210 kg/cm<sup>2</sup> más el factor de incremento 84 kg/cm<sup>2</sup>
- b. Se elaboraron 27 especímenes de concreto para cada porcentaje (0.00%, 0.03%, 0.06% y 0.09%).
- c. Los resultados de los ensayos realizados al concreto en estado fresco con adición de partículas HDPE, se encuentran dentro de los estándares permitidos en la Norma Técnica Peruana, los cuales no difieren significativamente de los resultados obtenidos al concreto patrón.
- d. Se puede observar un incremento en la resistencia del concreto con adición de partículas HDPE en un 4.91%, 11,19%, 11,62% con respecto al concreto patrón (0.00% HDPE), concluyendo que al 0.06%, 0.09% de adición de partículas HDPE, se obtiene una mejor resistencia.

## **6.2. Recomendaciones**

- a. Para futuros trabajos de investigación se deben tomar en consideración mayores porcentajes de fibra HDPE para conocer el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto.
- b. Realizar siempre todos los ensayos correspondientes a los agregados para la realización de un buen diseño de mezclas.
- c. Para trabajos de investigaciones futuras no incluir el coeficiente de resistencia promedio porque eleva considerablemente la resistencia a trabajar.
- d. Buscar una trituradora artesanal adecuada que permita obtener una fibra HDPE más homogénea.
- e. Realizar valoración económica con relación al concreto patrón

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antillon, J. (2016). Uso de Fibras en el Concreto. *Construccion y Tecnologia en Concreto*.
- Armas Aguilar, C. H. (2016). *Efectos de la Adicion de Fibras de polipropileno en las propiedades plasticas y mecanicas del concreto hidraulico*. Pimentel.
- Baldenebro López, F. J. (2015). *Estudio Numérico-Experimental de fibras de PET y su Comportamiento en una Matriz de Concreto*. Chihuahua.
- Elzafraney, M., Soroushian, P., & Deru, M. (2005). *Development of Energy-Efficient Concrete Buildings Using Recycled Plastic Aggregates*. Lansing, Michigan: JOURNAL OF ARCHITECTURAL ENGINEERING © ASCE.
- Esquivel Delgado, P. J., & Ticliahuanca Mendoza, M. G. (2019). *Resistencia y Agrietamiento por Contracción del Concreto Para Pavimentos Rígidos con Incorporación de Fibras PET*. Jaén: Universidad Nacional de Jaén.
- Form, G. (2018). *Glas Form*. Obtenido de <https://glasform.es/plasticos-hdpe/>
- Gaggino, R. (2008). Ladrillos y Placas Pre Fabricadas con Plasticos Reciclados Aptos para la Autoconstruccion. *Revista INVI*, 137-163.
- Harmsen, T. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima: Pontifica Universidad Catolica del Peru.
- Hernández, E. (09 de Enero de 2019). *Redaccion Arcus Global*. Obtenido de <https://www.arcus-global.com/wp/concreto-fabricado-con-material-pead/>
- Mamani Apaza, F. W. (2015). *Producción de Agregados Reciclados de los Residuos de la Construcción y Demolición para la Producción de Concretos Hidráulicos en la ciudad de Juliaca*. Juliaca.
- Martinez Lozada, E. (2008). *Prototipo de un Sistema Constructivo Para Viviendas de Bajo Costo a Partir de Plastico Reciclado*. Bogota: Universidad de Los Andes.
- Paquel Carbajal, E. (1998). *Temas de Tecnologia del Concreto en el Peru*. Lima.
- QuimiNet.com. (19 de Setiembre de 2011). *QuimiNet.com*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/ventajas-y-aplicaciones-del-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-2577371.htm>
- Reyna Pari, C. A. (2016). *Reutilización del Plastico PET, Papel y Bagazo de Caña de Azúcar, como Materia Prima en la Elaboración de Concreto Ecológico para la Construcción de Viviendas de Bajo Costo*. Trujillo.

- Rivera Lopez, G. A. (2013). *Concreto Simple*. Universidad del Cauca.
- Rivva Lopez, E. (2000). Agregados. En E. Rivva Lopez, *Naturaleza y Materiales del Concreto* (pág. 17). Lima: Capitulo Peruana Aci.
- Rivva Lopez, E. (2000). Cementos. En E. Rivva Lopez, *Naturaleza y Materiales del Concreto* (pág. 31). Lima: Capitulo Peruano Aci.
- Universidad Peruana Union. (2016). *Concreto Reforzado con Fibras*.

## **DEDICATORIA**

A DIOS por la vida que me regalo, y por mantenerme inspirado a lo largo de este proyecto.

A mis PADRES, que sin ellos no hubiera alcanzado todo lo que de niño soñé, por su apoyo y consejos que siempre fueron acertados, y sobre todo la amistad y confianza que me brindaron, son los mejores padres.

A mis ABUELITAS por permitirme reír a su lado, y pasar momentos inolvidables, las quiero mucho.

### **IRWING ALFREDO**

A DIOS por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis PADRES por ser mis pilares, por su enseñanza y por demostrarme siempre su apoyo incondicional.

A MI HERMANA Por ser mi mejor amiga, mi compañera la que siempre está dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

### **KATERINE ROSSANA**

## **AGRADECIMIENTO**

Al ingeniero César Jesús Díaz Coronel por su asesoría, por el tiempo dedicado a cada consulta e interpretación, por su confianza y amistad que nos brindó para la realización de nuestra tesis.

A los ingenieros Ernesto Pérez Cerezales, Dante Rojas Clavo y al licenciado Fernando Del Águila Castillo por el apoyo brindado en la elaboración y concepción de este proyecto.

A nuestra Universidad Nacional de Jaén, por contribuir en nuestra formación académica y profesional, por darnos la oportunidad de seguir creciendo cada día.

A todos nuestros amigos y familiares por comprender y apoyarnos en todo el tiempo de elaboración de nuestro proyecto.

Y sobre todo a Dios por ser el pilar de nuestras vidas, y ofrecernos las fuerzas necesarias, en cada momento de nuestro desarrollo personal.

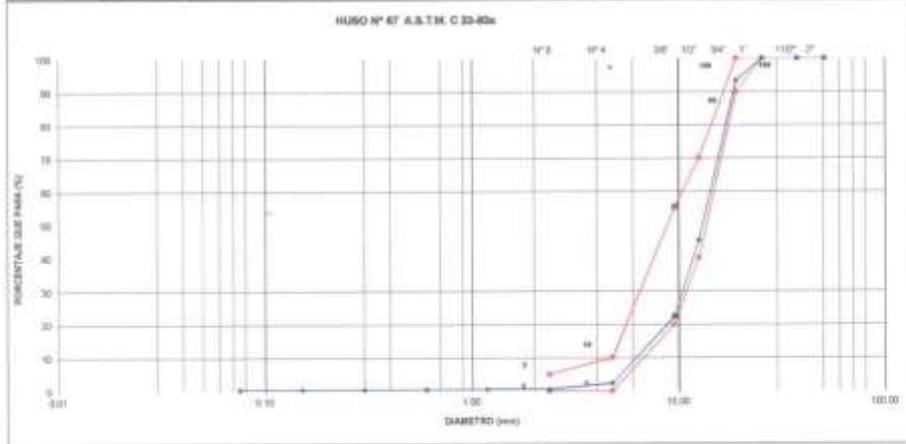
# **ANEXOS**

***ANEXO 1. Resultados de ensayos de los agregados para concreto***

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>			
	<b>LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD</b>			
<b>DATOS DE LA TAREA</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>		
TAREA	ELABORACION DE CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>3</sup> CON ADICION DE POLIETILENO HDPE		RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ING. WILMER ROSAS PASTO
SOLICITANTE	Ing. Alvaro BRAVO MONTESA Estudiante Norma CABRILLO LOPEZ		ASISTENTE	
UBICACION	DISTRITO JAÉN-PROVINCIA JAÉN-REGION CALAJAMARCA		FECHA	JUNIO 2018
CANTERA	"ARQUERA JAÉN"	MATERIAL	NORMAS APLICADAS:	

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS**

FRACCION	TAMIZ		FINO	PORCENTAJE		PORCENTAJE		ESPECIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA A.S.T.M. C 39)		
	N°	ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA	QUE PASA	NÚMERO	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C	
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)					
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-	5000.00		5000.00	
	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-	4842.00		4842.00	
	3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-	1.00		1.00	
	2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-	<b>MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 300</b>			
	4 1/2"	47.50	0.00	0.00	0.00	100.00	-	-	<b>A.S.T.M. C 117</b>			
	20"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100		4942.00		4942.00	
	30"	75.00	526.27	0.53	0.53	99.47	0.53	30 - 100	4013.23		4013.23	
	40"	10.00	2390.75	49.11	54.71	45.29	-	-	0.67		0.67	
	50"	0.85	1135.00	22.95	17.86	22.14	22 - 50		<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AGREGADO GRUESO</b>			
	FRACCION FINA	N° 4	4.75	962.40	20.02	37.88	2.22	2 - 10		0.67		0.67
N° 8		2.36	80.45	1.61	36.86	0.00	0 - 5		1395.00		1395.00	
N° 16		1.18	0.28	0.02	36.50	0.00	-		1548.00		1548.00	
N° 30		0.60	0.58	0.01	36.25	0.48	-		1.23		1.23	
N° 60		0.25	0.28	0.01	36.22	0.48	-		1.68		1.68	
N° 100		0.15	0.18	0.00	36.22	0.48	-		0.67		0.67	
N° 200		0.075	0.18	0.00	36.22	0.47	-		24.15		24.15	
CANTON		-	20.85	0.47	130.03	0.00			0.78		0.78	
TOTAL			4942.00									



200	30.00	200	10.00	200	13.00
	Ca		Ca		Ca

**OBSERVACIONES:** LA CURVA GRANULOMETRICA DEL AGREGADO GRUESO ESTÁ DENTRO DEL LÍMITE INFERIOR DEL HUSO GRANULOMETRICO N° 47 DE LA NORMA A.S.T.M. C 39-40a Y LA NORMA N° 7 (VER EN MODELO DE PLANO DE 3.7)



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>		
	<b>LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD</b>		
<b>DATOS DE LA TESIS</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS</b>	<b>ELABORACION DE CONCRETO FC 218 KG/CM2 CON ADICION DE POLIETILENO HDPE</b>		<b>RESPONSABLE DE LABORATORIO</b>
<b>SOLICITANTES</b>	Irving Alfredo BRAVO MONTEZA Katerina Rosana CARRASCO LOPEZ		<b>ASISTENTE</b>
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO JAÉN-PROVINCIA JAÉN-REGIÓN CAJAMARCA		<b>FECHA</b>
<b>CANTERA</b>	"ARENERA JAÉN"	<b>MATERIAL</b> 1	AGREGADO GRUESO
			JULIO 2019

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO  
NTP 406.021**

ENSAYO N°	1	2	3	PROMEDIO
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr) A	4445.00	4448.00	4445.00	
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr) B	4500.70	4500.80	4500.50	
PESO SUMERGIDO EN AGUA DE LA MUESTRA SATURADA (gr) C	2833.70	2836.40	2831.10	
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.67	2.67	2.66	2.67
ABSORCION (%)	1.25	1.18	1.25	1.23



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>		
	<b>LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD</b>		
<b>DATOS DE LA TESIS</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
TESIS :	<b>ELABORACION DE CONCRETO FC' 210 KG/CM2 CON ADICION DE POLIETILENO HDPE</b>	RESPONSABLE DEL LABORATORIO :	ING. WILMER BOJAS PINTADO
SOLICITANTES:	Irving Alford, BRAVO MONTEZA Katherine Rosales, CARRASCO LOPEZ	ASISTENTE :	
UBICACIÓN :	DISTRITO JAÉN-PROVINCIA JAÉN-REGION CAJAMARCA		FECHA :
CANTERA :	"ARSENIDA JAÉN" MATERIAL I	AGREGADO GRUESO	JULIO 2019
<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO NTP 400.017</b>			

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	8486.00	8486.00	8486.00
Peso del recipiente + material (gr.)	14196.00	14184.00	14198.00
Peso del material (gr.)	5710.00	5698.00	5712.00
Factor(f)	0.243	0.243	0.243
PESO UNITARIO SECO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1388	1385	1389
<b>P. UNITARIO S SUELTO PROMEDIO</b>	<b>1387</b>		<b>kg/m<sup>3</sup></b>

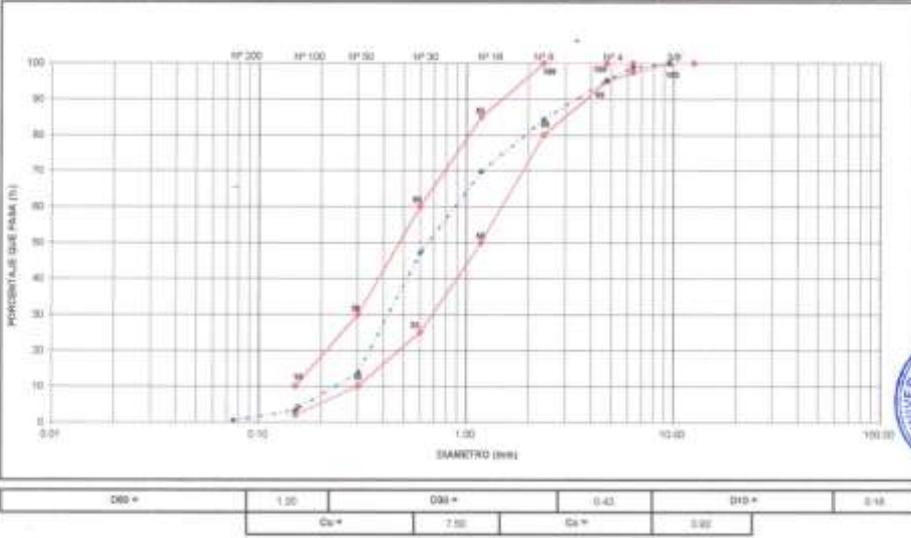
**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	8486.00	8486.00	8486.00
Peso del recipiente + material (gr.)	14846.00	14858.00	14861.00
Peso del material (gr.)	6360.00	6372.00	6375.00
Factor(f)	0.243	0.243	0.243
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	1546	1549	1550
<b>P. UNITARIO S SUELTO PROMEDIO</b>	<b>1548.000</b>		<b>kg/m<sup>3</sup></b>



		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>			
<b>LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD</b>					
<b>DATOS DE LA TESIS</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>		
TEMA:	ELABORACION DE CONCRETO FC 210 KG/CM <sup>3</sup> CON ADICIVO DE POLIETILENO TERPE			RESPONSABLE DEL LABORATORIO:	DEL ROSMER BOLAÑOS PINTADO
SOLICITANTE:	D <sup>o</sup> ng. ARVALO BRAVO MONTESA Calle de Roma, CARRASCO LOBLE			ASISTENTE:	
UBICACIÓN:	DISTRITO JAÉN-PROVINCIA JAÉN-REGION CALAMARCA			FECHA:	JUNIO 2019
CANTERA:	"AREÑERA COLECTIVO"	MATERIAL:	AGREGADO FINO		

FRACCIÓN	TAMIZ		P. RET.	PORCENT.	PORCENTAJE	% QUE PASA	ESPECIFICACION A.S.T.M. C 33 % QUE PASA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) NTP 248-199			
	N°	ABERTURA(mm)						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110°C	
			PARCIAL	RET. PARCIAL	RET. ACUM.						
FRACCIÓN GRUESA	75"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0	-	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)			1030.20
	75"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)			986.10
	2"	30.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			4.26
	1.18"	27.50	0.0	0.00	0.0	100.00	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200			
	1"	25.40	0.0	0.00	0.0	100.00	-	NTP 248-199			
	3/4"	19.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-	PESO AGREG. SECO (gr)			956.10
	1/2"	12.50	0.0	0.00	0.0	100.00	-	PESO FINO SECO DESPUES DE LAVADO (gr)			919.30
	3/8"	9.50	0.0	0.00	0.0	100.00	100	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 (%)			4.26
	1/4"	6.35	10.10	1.00	1.1	98.90	-	CARACTERISTICAS FISICAS			
								DEL AGREGADO FINO			
FRACCIÓN FINA	N° 4	4.75	33.59	3.51	4.8	96.49	95-100	PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm <sup>3</sup> )			2.81
	N° 8	2.36	104.80	10.65	13.3	86.70	80-100	PESO UNITARIO DUELO SECO (kg/m <sup>3</sup> )			1590.00
	N° 16	1.18	140.60	14.66	31.1	68.90	50-65	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m <sup>3</sup> )			1720.00
	N° 30	0.60	216.80	22.80	52.7	47.30	25-40	ABSORCION (%)			2.04
	N° 60	0.30	327.20	33.40	69.2	30.80	10-30	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			4.26
	N° 100	0.15	389.60	39.61	88.8	11.20	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200			4.26
	N° 200	0.075	26.70	2.70	88.4	0.60	-	VOLÚMEN DE ARENA			
CALCULATA	-	5.30	0.07	100.0	0.00	-	MÓDULO DE FINURA (MF)			2.89	
TOTAL			986.10								



CONCLUSIÓN: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE CON EL MÉTODO GRANULOMÉTRICO "C" DE LA NORMA A.S.T.M. C 33-02A Y LA NORMA NTP 400-07 Y TIENE UN MÓDULO DE FINURA DE 2.89.



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>		
	<b>LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD</b>		
<b>DATOS DE LA PRUEBA</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TÍTULO</b>	<b>ELABORACION DE CONCRETO F'c 219 KG/CM2 CON ADICION DE POLIETILENO HDPE</b>		<b>RESPONSABLE DEL LABORATORIO</b>
<b>SOLICITANTE</b>	Iveta Albuja, BRAVO MONTEZA Katherine Rosales, CARRASCO LOPEZ		<b>ASISTENTE</b>
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO JAÉN-PROVINCIA JAÉN-REGION CAJAMARCA		<b>FECHA</b>
<b>CANTERA</b>	"ARENERA JOEQUITO"	<b>MATERIAL</b>	AGREGADO FINO
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO FINO NTP 400.021</b>			

ENSAYO N°	1	1	1	PROMEDIO
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr) A	490.00	490.00	490.00	
PESO DEL PICNOMETRO LLENO DE AGUA (gr) B	702.91	707.54	704.42	
PESO TOTAL DEL PICNOMETRO AFORADO CON MUESTRA Y LLENO DE AGUA (gr) C	1010.70	1022.00	1018.30	
PESO DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr) S	500.00	500.00	500.00	
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.55	2.64	2.63	2.61
ABSORCION (%)	2.04	2.04	2.04	2.04



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>		
	<b>LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD</b>		
<b>DATOS DE LA TESIS</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TEMA</b>	ELABORACION DE CONCRETO FC' 210 KG/CM2 CON ADICION DE POLIETILENO HDPE	<b>RESPONSABLE DEL LABORATORIO</b>	ING. WILMER ROJAS PONTADO
<b>SOLICITANTES</b>	Irving Alberto BRAVO MONTEZA Karoline Rosana CARRANCO LOPEZ	<b>ASISTENTE</b>	
<b>UBICACION</b>	DISTRITO JAÉN-PROVINCIA JAÉN-REGION CAJAMARCA	<b>FECHA</b>	JULIO 2018
<b>CANTERA</b>	"QUEZUELA RODRIGO" MATERIAL AGREGADO FINO		
<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO NTP 400.017</b>			

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	8486.00	8486.00	8486.00
Peso del recipiente + material (gr.)	14999.00	14994.00	14986.00
Peso del material (gr.)	6503.00	6508.00	6500.00
Factor(f)	0.243	0.243	0.243
PESO UNITARIO SECO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1580.94	1582.16	1580.23
<b>P. UNITARIO SUELTO PROMEDIO</b>	<b>1581.000</b>		<b>kg/m<sup>3</sup></b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO**

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	8486.00	8486.00	8486.00
Peso del recipiente + material (gr.)	15584.00	15584.00	15584.00
Peso del material (gr.)	7098.00	7098.00	7098.00
Factor(f)	0.243	0.243	0.243
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	1726.56	1726.08	1725.59
<b>P. UNITARIO SUELTO PROMEDIO</b>	<b>1726.000</b>		<b>kg/m<sup>3</sup></b>



# ***ANEXO 2. Resultados Diseño de mezclas***

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
	LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL	
<b>DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO - MÉTODO DE COMITÉ ACI 211</b>		

DATOS DE LA TESIS			
TESIS	ELABORACION DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 CON ADICION DE POLIETILENO HDPE		
SOLICITANTES	Irwing Alfredo, BRAVO MONTEZA Katerine Rossana, CARRASCO LOPEZ	FECHA	jul-19
UBICACIÓN	DISTRITO:JAÉN-PROVINCIA:JAÉN-REGIÓN:CAJAMARCA		

DATOS DE LOS AGREGADOS		
TIPO	A FINO	A GRUESO
FUENTE	CANTERA JOSECITO	CANTERA JAEN

1.0	ESPECIFICACIONES	
1.2	RESISTENCIA ESPECIFICADA :	210 Kg/cm <sup>2</sup>
1.4	TAMAÑO MÁX. NOM. A. G. :	3/4

## 2.0 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

### 2.1 CEMENTO

MARCA: PACASMAYO

TIPO: PortlandT1

PESO ESP 3.1

### 2.2 AGUA

Potable

### 2.3 AGREGADOS

TIPO	FINO	GRUESO
HUMEDAD (%)	3.95	2.52
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.61	2.67
ABSORCION (%):	2.04	1.23
MÓDULO DE FINEZA	2.86	6.79
PESO SECO COMPACTADO (Kg/m <sup>3</sup> )	1726	1548
T MÁX. NOM (Pulg.)	--	3/4

## 3.0 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'cr (Kg/cm <sup>2</sup> )
< 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
>350	f'c + 98

$$f'cr = f'c + k$$

$$k = 84$$

f'cr =	294
--------	-----

#### 4.0 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO

$$T_{max} = \boxed{3/4} \text{ pulg}$$

#### 5.0 ASENTAMIENTO

$$A_s = 3 \text{ a } 4 \text{ pulg}$$

#### 6.0 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

$$\text{Vol } h_2O = 205 \text{ Lt/m}^3$$

#### 7.0 CONTENIDO DE AIRE

$$\text{Cont aire} = 2 \%$$

#### 8.0 RELACIÓN AGUA CEMENTO

$$A/C = 0.56$$

#### 9.0 FACTOR CEMENTO

$$\begin{aligned} F_{cm} &= \text{Vol } h_2O / A/C \\ F_{cm} &= 205 / 0.560 \\ F_{cm} \text{ (Kg)} &= 366 = 8.6 \text{ bolsa/m}^3 \end{aligned}$$

#### 10.0 CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

$$\begin{aligned} b/b_0 &= 0.62 \\ \text{Peso del agregado grueso} \\ 0.62 * 1548 &= 959.76 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

#### 11.0 VOLÚMENES ABSOLUTOS

CEMENTO =	0.118 m <sup>3</sup>
366 /	3.1 * 1000
AGUA =	0.205 m <sup>3</sup>
205 /	1 * 1000
AIRE 2 %	= 0.02
AGR GRUESO =	0.359 m <sup>3</sup>
959.76 /	2.67 * 1000
SUMA DE VOLUMENES CONOCIDOS	0.703

#### 12.0 CONTENIDO DE AGREGADO FINO

$$\begin{aligned} \text{VOLUMEN DE AGREGADO FINO} &= 0.297 \text{ m}^3 \\ 1 - 0.703 & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PESO DEL AGREGADO FINO SECO} &= 776.41 \text{ Kg/m}^3 \\ 0.297 * 1000 * 2.61 & \end{aligned}$$

**13.0 VALORES DE DISEÑO**

CEMENTO		366.00 Kg
AGUA DE DISEÑO		205.00 Kg
AGREGADO FINO SECO		776.41 Kg
AGREGADO GRUESO SECO		959.76 Kg

**14.0 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

<b>PESO HÚMEDO</b>			
AGR. FINO	776.4 X	1.04 =	807.08 Kg/m <sup>3</sup>
AGR. GRUESO	959.76 X	1.03 =	983.95 Kg/m <sup>3</sup>
<b>HUEMEDAD SUPERFICIAL</b>			
AGR. FINO	3.95 -	2.04 =	1.91 %
AGR. GRUESO	2.52 -	1.23 =	1.29 %
<b>APORTES DE HUEMDAD</b>			
AGR. FINO	776.41 *	0.0191 =	14.83 Lt/m <sup>3</sup>
AGR. GRUESO	959.76 *	0.0129 =	12.38 Lt/m <sup>3</sup>
APORTE DE HUMEDAD DE AGREGADOS			27.21 Lt/m <sup>3</sup>
AGUA EFECTIV.	205 -	27.21 =	177.79

<b>PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD</b>	
CEMENTO	366 Kg
AGUA EFECTIVA	177.79 Lt
AGR. FINO	807.08 Kg
AGR. GRUESO	983.95 Kg

**15.0 PROPORCIÓN EN PESO CORREGIDA POR HUMEDAD**

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA	EN PESO SECO POR BOLSA
366	776.4	959.76	205	
366	366	366	8.6	
1	2.1	2.62	23.8046	

366.00	807.08	983.945952	177.79	EN PESO HUMEDO POR BOLSA
366.00	366	366	8.6	
1.00	2.21	2.69	20.64	

RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO  $\frac{205}{366.00} = 0.56$

RELACION AGUA CEMENTO EFECTIVA  $\frac{177.79}{366.00} = 0.49$

**16 PESOS POR TANDA DE UN SACO**

CEMENTO	1.00 X	42.5 =	42.5 Kg/pie <sup>3</sup>
AGR. FINO	2.21 X	42.5 =	93.72 Kg/pie <sup>3</sup>
AGR. GRUESO	2.69 X	42.5 =	114.3 Kg/pie <sup>3</sup>
AGUA EFECTIVA			20.64 Kg/pie <sup>3</sup>

## ***ANEXO 3. Resultados de ensayos al concreto fresco***

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN			
	LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL			
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD			
DATOS DE LA TESIS		DATOS DEL PERSONAL		
TESIS	ELABORACION DE CONCRETO FC 210 KG/CM2 CON ADICION DE POLIETILENO HDPE		RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ING. WILMER ROSAS PINTADO
SOLICITANTE	Ivring Alfredo, DEAYO MONTEZA Katherine Rosales, CARRASCO LOPEZ		ASISTENTE	
UBICACIÓN	DISTRITO JAÉN-PROVINCIA JAÉN-REGION CAJAMARCA		FECHA	JULIO 2019

<b>PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO DEL CONCRETO FRESCO</b>
<b>WPP 2018/19</b>

TANDA	% FIBRA HDPE	DATOS				PROMEDIO DEL PESO UNITARIO
		PESO DE CONCRETO + PESO DE OLLA WASHINGTON	PESO DE OLLA WASHINGTON	VOLUMEN DE OLLA WASHINGTON	PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
T-1	0.00	22.47	6.02	0.0009	2384.06	2383.33
T-2	0.00	22.46	6.02	0.0009	2382.61	
T-3	0.03	22.47	6.02	0.0009	2384.06	2384.06
T-4	0.03	22.47	6.02	0.0009	2384.06	
T-5	0.06	22.46	6.02	0.0009	2382.61	2384.78
T-6	0.06	22.49	6.02	0.0009	2386.96	
T-7	0.09	22.48	6.02	0.0009	2385.51	2386.23
T-8	0.09	22.49	6.02	0.0009	2386.86	



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</b>		
	<b>LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD</b>		
<b>DATOS DE LA TESIS</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TÍTULO :</b>	<b>ELABORACION DE CONCRETO F'c 210 KG/CM2 CON ADICION DE POLIETILENO HDPE</b>	<b>RESPONSABLE DEL LABORATORIO :</b>	<b>ING. WILMER ROJAS PINTADO</b>
<b>INDICANTES :</b>	Irving Alberto BRAVO MONTEZA Kabirio Rosana CARRASCO LOPEZ	<b>ASISTENTE :</b>	
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO JAÉN-PROVINCIA JAÉN-REGIÓN CALAMARCA	<b>FECHA :</b>	JULIO 2018
<b>PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO DEL CONCRETO FRESCO</b>			
<b>NºP 388.34E</b>			

TANDA	% FIBRA HDPE	CONTENIDO DE AIRE %	SLUMP (PULG.)	TEMPERATURA	PESO UNITARIO
T-1	0.00	2.00	3.4"	26.40	2384.06
T-2	0.00	2.00	3.4"	26.50	2382.61
T-3	0.03	2.10	3.5"	27.80	2384.06
T-4	0.03	2.00	3.5"	29.30	2384.06
T-5	0.06	2.20	3.6"	27.80	2382.61
T-6	0.06	2.10	3.7"	27.80	2386.96
T-7	0.09	2.00	3.8"	26.90	2385.51
T-8	0.09	2.20	3.7"	27.80	2386.96



***ANEXO 4. Ensayos  
Resistencia a compresión del  
concreto***



GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 Calle: Capitán Juan Paredes N° 108 - Jaén - Cajamarca.  
 R.U.C. 2049094847, Telef. 076 4311132, Cel. 975-982121, Email: geocoma@total.com, geocoma@gmail.com  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,  
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y  
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>		
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>	
	<b>QCF-TC-01</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>01-18-TC-RC-001</b>	
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>		
<b>PROYECTO:</b>	ELABORACION DE CONCRETO FC 210 KG/CM2 CON ADICION DE POLIETILENO HDPE			<b>GERENTE GENERAL:</b>	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO : JAÉN. PROVINCIA : JAÉN. REGIÓN : CAJAMARCA.			<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
<b>SOLICITANTE:</b>	IRWING ALFREDO BRAVO MONTEZA KATERINE ROSSANA CARRASCO LOPEZ			<b>TECNICO DE LAB :</b>	JHONATAN HERRERA BARAHONA
			<b>ASISTENTE DE LAB :</b>		

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
 N.T.P. 339.034**

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga	Fc kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje fc
1	25/07/2019	01/08/2019	7	FIBRA HDPE 0.03 %	23150	210	10.1	288.95	315.31	150.15
2	25/07/2019	01/08/2019	7	FIBRA HDPE 0.03 %	25046	210	10.0	318.90		150.15
3	25/07/2019	01/08/2019	7	FIBRA HDPE 0.03 %	25032	210	10.2	306.34		150.15
4	25/07/2019	01/08/2019	7	FIBRA HDPE 0.03 %	25071	210	10.1	312.92		150.15
5	25/07/2019	01/08/2019	7	FIBRA HDPE 0.03 %	25135	210	10.0	320.03		150.15
6	25/07/2019	01/08/2019	7	FIBRA HDPE 0.03 %	26246	210	10.0	334.17		150.15
7	25/07/2019	01/08/2019	7	FIBRA HDPE 0.03 %	25032	210	10.1	312.44		150.15
8	25/07/2019	01/08/2019	7	FIBRA HDPE 0.03 %	26005	210	10.1	324.58	150.15	
9	25/07/2019	01/08/2019	7	FIBRA HDPE 0.03 %	25090	210	10.0	319.45	150.15	
1	25/07/2019	08/08/2019	14	FIBRA HDPE 0.03 %	26702	210	10.0	339.99	347.02	165.25
2	25/07/2019	08/08/2019	14	FIBRA HDPE 0.03 %	28074	210	10.1	350.41		165.25
3	25/07/2019	08/08/2019	14	FIBRA HDPE 0.03 %	26374	210	10.0	335.80		165.25
4	25/07/2019	08/08/2019	14	FIBRA HDPE 0.03 %	28489	210	10.0	362.73		165.25
5	25/07/2019	08/08/2019	14	FIBRA HDPE 0.03 %	27074	210	10.0	344.71		165.25
6	25/07/2019	08/08/2019	14	FIBRA HDPE 0.03 %	27753	210	10.1	346.40		165.25
7	25/07/2019	08/08/2019	14	FIBRA HDPE 0.03 %	27158	210	10.2	332.36		165.25
8	25/07/2019	08/08/2019	14	FIBRA HDPE 0.03 %	28332	210	10.0	360.73		165.25
9	25/07/2019	08/08/2019	14	FIBRA HDPE 0.03 %	27495	210	10.0	350.07		165.25
1	25/07/2019	22/08/2019	28	FIBRA HDPE 0.03 %	30536	210	10.0	388.79	381.56	181.70
2	25/07/2019	22/08/2019	28	FIBRA HDPE 0.03 %	29420	210	10.1	367.21		181.70
3	25/07/2019	22/08/2019	28	FIBRA HDPE 0.03 %	30789	210	10.0	391.77		181.70
4	25/07/2019	22/08/2019	28	FIBRA HDPE 0.03 %	29573	210	10.0	376.54		181.70
5	25/07/2019	22/08/2019	28	FIBRA HDPE 0.03 %	29489	210	10.2	360.88		181.70
6	25/07/2019	22/08/2019	28	FIBRA HDPE 0.03 %	31533	210	10.1	393.58		181.70
7	25/07/2019	22/08/2019	28	FIBRA HDPE 0.03 %	29174	210	10.0	371.46		181.70
8	25/07/2019	22/08/2019	28	FIBRA HDPE 0.03 %	31333	210	10.0	398.95		181.70
9	25/07/2019	22/08/2019	28	FIBRA HDPE 0.03 %	30229	210	10.0	384.88		181.70

**RESERVACIONES:** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 14 DIAS ES 80 % Fc, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RG - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

INGENIERO ESPECIALISTA

  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Especialista en Mecánica de Suelos,  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotecnia y Pavimentos  
 CIP - 123456

TÉCNICO LABORATORISTA

  
**Jhonatan J. Herrera Barahona**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA  
 DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
 GEOCON VIAL  
 INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

	<b>SECCION VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>	<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>		
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	SECTOR :	LABORATORIO	
	DCF-TC-01	CODIGO:	01-18-TC-RC-001	
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL		
PROYECTO:	EL ABONICION DE CONCRETO FC 210 AGUJAS CON ADICION DE POLIETILENO HDPE		DEPARTAMENTO:	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ CHIRQUAN
UBICACION:	DISTRITO: LAJA, PROVINCIA: LAJA, REGION: CAJAMARCA		CARGO DE CALIDAD:	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ CHIRQUAN
RESPONSABLE:	NATASHA ROSAMARIA CARRASCO LOPEZ		TECNICO DE LAB.:	JUAN RAMON HERRERA BARRON
			ASISTENTE DE LAB.:	INGENIERO SUBORDINADO

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**N.T.P. 200.834**

PROYECTO	Fecha Fabricación	Fecha Retiro	Edad (Días)	IDENTIFICACION	Carga	F <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro cm	Resistencia Múltiple kg./cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje F <sub>c</sub>
1	26/07/2019	02/08/2019	7	FERRA HDPE 0.06 %	25275	210	10.0	321.04	322.62	152.63
2	26/07/2019	02/08/2019	7	FERRA HDPE 0.06 %	25485	210	10.0	324.22		152.63
3	26/07/2019	02/08/2019	7	FERRA HDPE 0.06 %	25791	210	10.0	327.74		152.63
4	26/07/2019	02/08/2019	7	FERRA HDPE 0.06 %	27115	210	10.0	345.24		152.63
5	26/07/2019	02/08/2019	7	FERRA HDPE 0.06 %	24740	210	10.2	302.60		152.63
6	26/07/2019	02/08/2019	7	FERRA HDPE 0.06 %	25464	210	10.1	318.08		152.63
7	26/07/2019	02/08/2019	7	FERRA HDPE 0.06 %	25887	210	10.1	326.74		152.63
8	26/07/2019	02/08/2019	7	FERRA HDPE 0.06 %	25424	210	10.0	323.70	152.63	
9	26/07/2019	02/08/2019	7	FERRA HDPE 0.06 %	25914	210	10.1	318.70	152.63	
1	26/07/2019	06/08/2019	14	FERRA HDPE 0.06 %	27936	210	10.0	351.50	354.48	166.00
2	26/07/2019	06/08/2019	14	FERRA HDPE 0.06 %	30273	210	10.1	377.20		166.00
3	26/07/2019	06/08/2019	14	FERRA HDPE 0.06 %	29880	210	10.2	354.71		166.00
4	26/07/2019	06/08/2019	14	FERRA HDPE 0.06 %	23723	210	10.1	296.00		166.00
5	26/07/2019	06/08/2019	14	FERRA HDPE 0.06 %	29481	210	10.0	366.25		166.00
6	26/07/2019	06/08/2019	14	FERRA HDPE 0.06 %	28131	210	10.0	356.18		166.00
7	26/07/2019	06/08/2019	14	FERRA HDPE 0.06 %	28196	210	10.0	359.01		166.00
8	26/07/2019	06/08/2019	14	FERRA HDPE 0.06 %	26757	210	10.0	346.15	166.00	
9	26/07/2019	06/08/2019	14	FERRA HDPE 0.06 %	28284	210	10.0	357.58	166.00	
1	26/07/2019	23/08/2019	28	FERRA HDPE 0.06 %	30690	210	10.1	383.17	404.81	182.36
2	26/07/2019	23/08/2019	28	FERRA HDPE 0.06 %	31962	210	10.0	409.67		182.36
3	26/07/2019	23/08/2019	28	FERRA HDPE 0.06 %	31663	210	10.0	402.01		182.36
4	26/07/2019	23/08/2019	28	FERRA HDPE 0.06 %	33190	210	10.0	422.50		182.36
5	26/07/2019	23/08/2019	28	FERRA HDPE 0.06 %	32435	210	10.1	404.83		182.36
6	26/07/2019	23/08/2019	28	FERRA HDPE 0.06 %	32668	210	10.2	410.06		182.36
7	26/07/2019	23/08/2019	28	FERRA HDPE 0.06 %	31825	210	10.0	405.34		182.36
8	26/07/2019	23/08/2019	28	FERRA HDPE 0.06 %	31410	210	10.0	396.62		182.36
9	26/07/2019	23/08/2019	28	FERRA HDPE 0.06 %	31823	210	10.0	405.18		182.36

**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SDO ALZARADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 14 DIAS ES 80 % F<sub>c</sub>, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (DISEÑO), Derechos Reservados DE: SECCION VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

INGENIERO ESPECIALISTA

  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIRQUAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Especialista en Mecánica de Suelos,  
 Tecnología del Concreto, Tecnología del  
 Asfalto, Geotecnia y Pavimentos  
 C.A.R. 5.2.19.1

TECNICO LABORATORISTA

  
**JUAN RAMON HERRERA BARRON**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA  
 DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
 SECCION VIAL  
 INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

	<b>GECCON S.A. - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	FORMAS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	<b>OCF-TC-01</b>		CODIGO:	01-18-TC-RC-001
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO:	ELABORACION DE CONCRETO (C-15) CON ADICION DE POLIETILENO-HOPE		FONDO NACIONAL:	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ CHIRIAN
UBICACION:	CANTON: LAJÓN PROVINCIA: LAJÓN REGION: CAJAMARCA		AREA DE CALIDAD:	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ CHIRIAN
CLIENTE:	INGEN. ALFREDO BRANG SANCHEZ		TECNICO DE LAB.:	ANDREA
	NACIONAL ROSALBA CARRASCO LOPEZ		ASISTENTE DE LAB.:	ROBERTA BARRERA

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
 N.T.F. 308.034

PROBETA #*	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Diámetro cm	Resistencia Módulo kg./cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje %
1	23/02/2019	03/08/2019	7	FERRA-HOPE 0.05 %	25273	210	10.2	325.80	329.85	182.79
2	23/02/2019	03/08/2019	7	FERRA-HOPE 0.05 %	23896	210	10.2	304.25		182.79
3	23/02/2019	03/08/2019	7	FERRA-HOPE 0.05 %	28198	210	10.1	326.21		182.79
4	23/02/2019	03/08/2019	7	FERRA-HOPE 0.05 %	25183	210	10.2	329.38		182.79
5	23/02/2019	03/08/2019	7	FERRA-HOPE 0.05 %	25826	210	10.2	326.95		182.79
6	23/02/2019	03/08/2019	7	FERRA-HOPE 0.05 %	24983	210	10.2	319.08		182.79
7	23/02/2019	03/08/2019	7	FERRA-HOPE 0.05 %	25812	210	10.1	322.17		182.79
8	23/02/2019	03/08/2019	7	FERRA-HOPE 0.05 %	24983	210	10.2	318.08	182.79	
9	23/02/2019	03/08/2019	7	FERRA-HOPE 0.05 %	25826	210	10.1	323.80	182.79	
1	23/02/2019	10/08/2019	14	FERRA-HOPE 0.05 %	28033	210	10.2	368.38	366.80	174.87
2	23/02/2019	10/08/2019	14	FERRA-HOPE 0.05 %	25408	210	10.1	367.36		174.87
3	23/02/2019	10/08/2019	14	FERRA-HOPE 0.05 %	27112	210	10.2	346.40		174.87
4	23/02/2019	10/08/2019	14	FERRA-HOPE 0.05 %	26042	210	10.1	368.23		174.87
5	23/02/2019	10/08/2019	14	FERRA-HOPE 0.05 %	25491	210	10.1	367.58		174.87
6	23/02/2019	10/08/2019	14	FERRA-HOPE 0.05 %	26983	210	10.2	371.29		174.87
7	23/02/2019	10/08/2019	14	FERRA-HOPE 0.05 %	26233	210	10.1	366.18		174.87
8	23/02/2019	10/08/2019	14	FERRA-HOPE 0.05 %	26833	210	10.2	377.26	174.87	
9	23/02/2019	10/08/2019	14	FERRA-HOPE 0.05 %	26836	210	10.2	370.07	174.87	
1	23/02/2019	24/08/2020	28	FERRA-HOPE 0.05 %	30402	210	10.1	379.71	405.90	189.32
2	23/02/2019	24/08/2020	28	FERRA-HOPE 0.05 %	32248	210	10.2	424.02		189.32
3	23/02/2019	24/08/2021	28	FERRA-HOPE 0.05 %	33299	210	10.2	423.88		189.32
4	23/02/2019	24/08/2020	28	FERRA-HOPE 0.05 %	31222	210	10.2	387.20		189.32
5	23/02/2019	24/08/2020	28	FERRA-HOPE 0.05 %	33612	210	10.2	427.97		189.32
6	23/02/2019	24/08/2024	28	FERRA-HOPE 0.05 %	31982	210	10.1	384.42		189.32
7	23/02/2019	24/08/2020	28	FERRA-HOPE 0.05 %	31407	210	10.2	384.28		189.32
8	23/02/2019	24/08/2020	28	FERRA-HOPE 0.05 %	32478	210	10.2	412.52		189.32
9	23/02/2019	24/08/2021	28	FERRA-HOPE 0.05 %	32558	210	10.2	408.18		189.32

**INDICACIONES:** LAS MUESTRAS DE RESISTENCIA DE CONCRETO, HAN SIDO ALMACENADAS Y IDENTIFICADAS POR EL SOLESPARTE  
 EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 14 DÍAS ES 80% PL, POR LO QUE LA MUESTRA ENMARCADA CUMPLIÓ CON EL REQUISITO.

Formulario de Reporte de Resultados de Pruebas (PROCTEST), Sección Normas de GECCON S.A. - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

INGENIERO ESPECIALISTA  
  
**LUIS RAFAEL QUIROZ CHIRIÁN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Especialista en Mecánica de Suelos,  
 Mecánica del Concreto, Técnicas de  
 Suelos, Geotecnia y Perforación

TÉCNICO LABORATORISTA  
  
**Jonathan J. Herrera Barahona**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA  
 DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
 GECCON S.A.  
 INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

# ***ANEXO 5. Certificado de calibración de equipos***



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS- MATERIALES- CONCRETOS- ASFALTO- ROCAS- FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF -42 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	017-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES	
3. Dirección	CAL. CAPITAN PORCEL NRO 212 SEC. SAN CAMILO JAEN - CAJAMARCA	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	2000 kN	
Marca	A y A INSTRUMENT	
Modelo	STYE-2000	
Número de Serie	150726	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Clase	III	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	MC	
Modelo	LM-02	
Número de Serie	NO INDICA	
División de Escala / Resolución	0.1 kN	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2019-07-01	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2019-07-03		

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz E lote 14 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS- MATERIALES- CONCRETOS- ASFALTO- ROCAS- FISICA- QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF -42 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
CAL. CAPITAN PORCEL NRO 212 SEC. SAN CAMILO JAEN - CAJAMARCA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	73 % HR	73 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 091 -18

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.



☎ 913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz E lote 14 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclaya

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - LF -42 - 2019**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

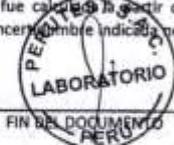
Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
		Patrón de Referencia			
%	$F_1$ (kN)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	100	10420.0	10415.0	10400.0	10411.7
20	200	20920.0	20890.0	20890.0	20900.0
30	300	30915.0	30870.0	30860.0	30881.7
40	400	41615.0	41600.0	41610.0	41608.3
50	500	51820.0	51790.0	51800.0	51803.3
60	600	62135.0	62120.0	62100.0	62118.3
70	700	72420.0	72400.0	72410.0	72410.0
80	800	82700.0	82690.0	82690.0	82693.3
90	900	93190.0	93140.0	93140.0	93156.7
100	1000	102100.0	102000.0	102010.0	102036.7
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $\Delta$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\alpha$ (%)	
100	-2.06	0.19	14.69	0.10	0.43
200	-2.42	0.14	0.00	0.05	0.42
300	-0.94	0.18	3.30	0.03	0.43
400	-1.97	0.04	-2.45	0.03	0.41
500	-1.58	0.06	-1.97	0.02	0.42
600	-1.51	0.06	3.28	0.02	0.41
700	-1.42	0.03	-1.41	0.01	0.41
800	-1.35	0.01	0.00	0.01	0.41
900	-1.48	0.05	0.00	0.01	0.42
1000	-0.06	0.10	-1.00	0.01	0.42

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $\epsilon_0$ )      0.00 %

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



## ***ANEXO 6. Panel fotográfico***



**CUARTEO DE LOS AGREGADOS**



**RECOLECCIÓN DEL POLIETILENO HDPE**



**MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA**



**ELABORACIÓN DE LA MEZCLA**



**ELABORACIÓN Y CURADO DE LOS TESTIGOS DE CONCRETO**



**TOMA DE DIMENSIONES DEL DIAMETRO DE LOS TESTIGOS DE CONCRETO**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO**



**ROTURA DE PROBETAS**

# ***ANEXO 7. Resultados de análisis estadístico***

## Análisis a los 7 días de tratamiento

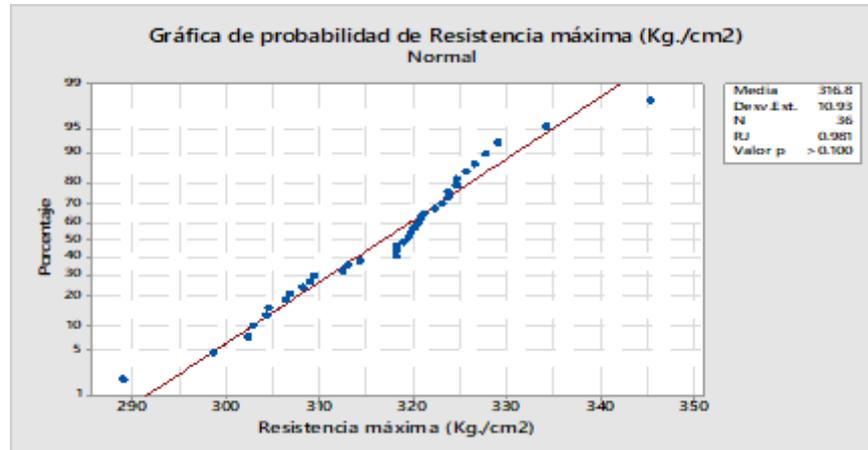


Figura 19. Gráfica de probabilidad de Resistencia máxima (7 días)  
Fuente: software minitad

### Hipótesis

H0: Las resistencias siguen una distribución normal

H1: Las resistencias no siguen una distribución normal

Conclusión: Según la prueba Shapiro Wilk el valor  $P > 0.05$  por lo que se acepta la Hipótesis nula, concluyendo que las resistencias siguen una distribución normal, a un nivel de significancia del 5%

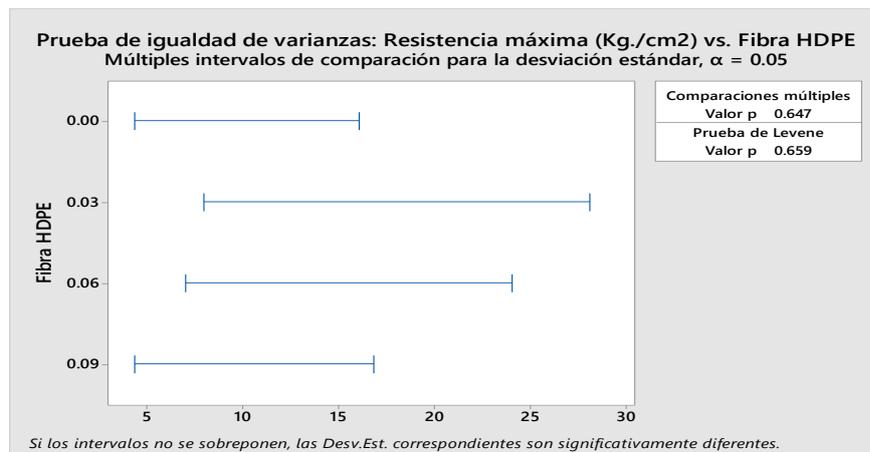


Figura 20. Prueba de igualdad de varianzas (7 días)  
Fuente: software minitad

Hipótesis

H0: Las varianzas de las resistencias por tratamiento son iguales

H1: Las varianzas de las resistencias por tratamiento son diferente o por lo menos una es diferente

Conclusión: Según la prueba Levene el valor  $P > 0.05$  por lo que se acepta la Hipótesis nula, concluyendo que las varianzas de las resistencias por tratamiento son iguales o no existe diferencias significativas entre las variables de dicho grupo, a un nivel de significancia del 5%.

Tabla 27. Análisis de varianza (7 días)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fibra HDPE	3	1111	370.28	3.86	0.018
Error	32	3072	96.00		
Total	35	4183			

ANOVA de un solo factor: Resistencia máxima ( $kg/cm^2$ ) fibra HDPE

Hipótesis nula            Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna        No todas las medias son iguales

Nivel de significancia    $\alpha = 0.05$

Conclusión: Como el valor  $P < 0.05$ , se acepta la Hipótesis alterna se concluye que no todas las medias son iguales, a un nivel de significancia del 5%.

Tabla 28. Comparaciones en parejas de Tukey (7 días)

Fibra HDPE	N	Media	Agrupación
0.06	9	322.62	A
0.09	9	320.85	A    B
0.03	9	315.31	A    B
0.00	9	308.38	B

Tabla 29. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias (7 días)

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
0.03 - 0.00	6.93	4.62	(-5.58; 19.44)	1.50	0.449
0.06 - 0.00	14.24	4.62	(1.73; 26.75)	3.08	0.021
0.09 - 0.00	12.47	4.62	(-0.04; 24.98)	2.70	0.051
0.06 - 0.03	7.31	4.62	(-5.20; 19.82)	1.58	0.402
0.09 - 0.03	5.54	4.62	(-6.97; 18.05)	1.20	0.631
0.09 - 0.06	-1.77	4.62	(-14.28; 10.74)	-0.38	0.980

Nivel de confianza individual = 98.92%

Conclusión: Según la prueba Tukey el mejor tratamiento es 0.06%, a un nivel de significancia del 5%.

#### Análisis a los 14 días de tratamiento

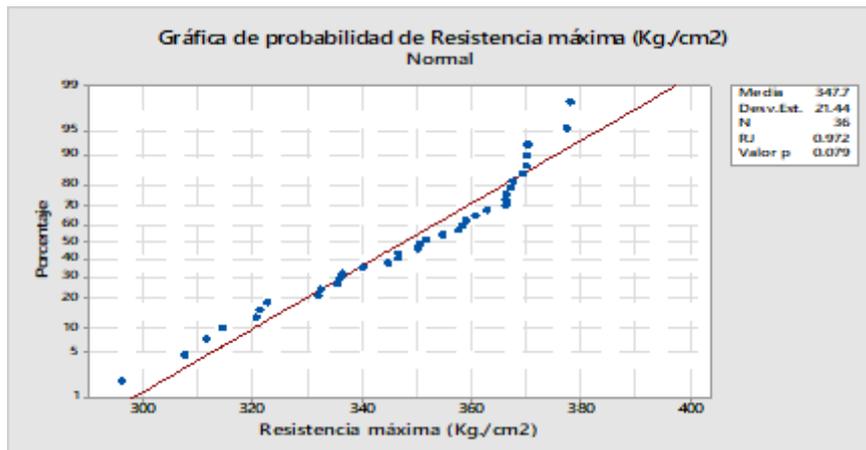


Figura 21. Gráfica de probabilidad de Resistencia máxima (14 días)

Fuente: software minitad

#### Hipótesis

H0: Las resistencias siguen una distribución normal

H1: Las resistencias no siguen una distribución normal

Conclusión: Según la prueba Shapiro Wilk el valor  $P > 0.05$  por lo que se acepta la Hipótesis nula, concluyendo que las resistencias siguen una distribución normal, a un nivel de significancia del 5%

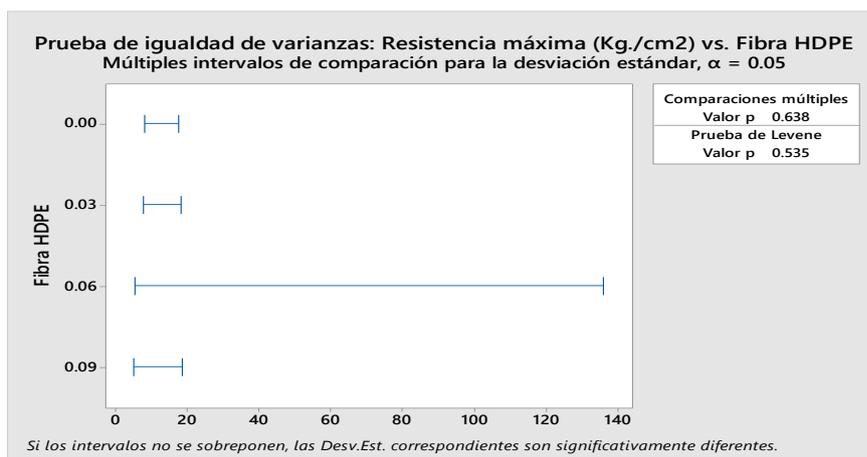


Figura 22. Prueba de igualdad de varianzas (14 días)  
Fuente: software minitad

### Hipótesis

H0: Las varianzas de las resistencias por tratamiento son iguales

H1: Las varianzas de las resistencias por tratamiento son diferente o por lo menos una es diferente

Conclusión: Según la prueba Levene el valor  $P > 0.05$  por lo que se acepta la Hipótesis nula, concluyendo que las varianzas de las resistencias por tratamiento son iguales o no existe diferencias significativas entre las variables de dicho grupo, a un nivel de significancia del 5%.

Tabla 30. Análisis de varianza (14 días)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fibra HDPE	3	9457	3152.2	15.21	0.000
Error	32	6631	207.2		
Total	35	16088			

ANOVA de un solo factor: Resistencia máxima ( $kg/cm^2$ ) fibra HDPE

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Conclusión: Como el valor  $P < 0.05$ , se acepta la Hipótesis alterna se concluye que no todas las medias son iguales, a un nivel de significancia del 5%.

Tabla 31. Comparaciones en parejas de Tukey (14 días)

Fibra	N	Media	Agrupación
0.09	9	366.80	A
0.06	9	354.48	A B
0.03	9	347.02	B
0.00	9	322.41	C

Tabla 32. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias (14 días)

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
0.03 - 0.00	24.61	6.79	(6.23; 42.99)	3.63	0.005
0.06 - 0.00	32.07	6.79	(13.69; 50.45)	4.73	0.000
0.09 - 0.00	44.39	6.79	(26.01; 62.77)	6.54	0.000
0.06 - 0.03	7.46	6.79	(-10.92; 25.84)	1.10	0.692
0.09 - 0.03	19.77	6.79	(1.40; 38.15)	2.91	0.031
0.09 - 0.06	12.31	6.79	(-6.06; 30.69)	1.81	0.285

Nivel de confianza individual = 98.92%

Conclusión: Según la prueba Tukey el mejor tratamiento es 0.09%, a un nivel de significancia del 5%.

### Análisis a los 28 días de tratamiento

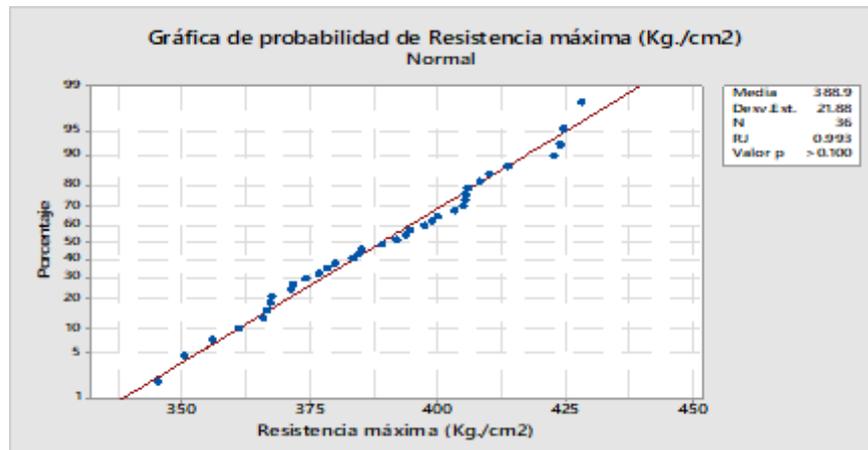


Figura 23. Gráfica de probabilidad de resistencia máxima (28 días)  
Fuente: software minitad

Hipótesis

H0: Las resistencias siguen una distribución normal

H1: Las resistencias no siguen una distribución normal

Conclusión: Según la prueba Shapiro Wilk el valor  $P > 0.05$  por lo que se acepta la Hipótesis nula, concluyendo que las resistencias siguen una distribución normal, a un nivel de significancia del 5%

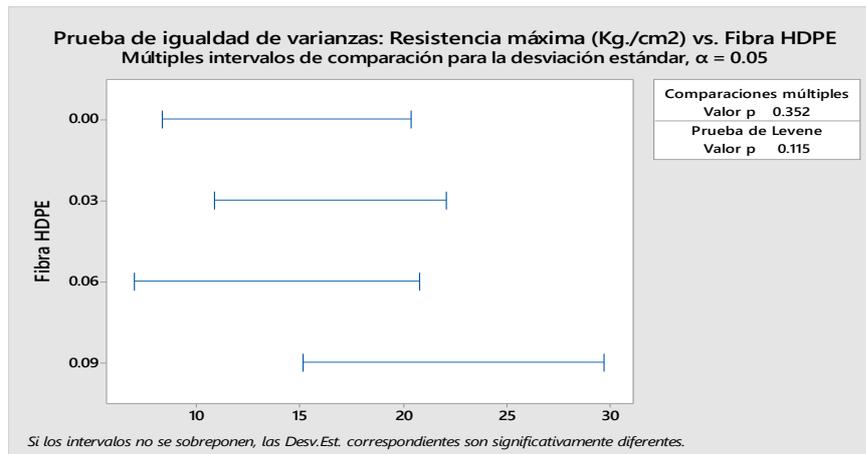


Figura 24. Prueba de igualdad de varianzas (28 días)  
Fuente: software minitad

Hipótesis

H0: Las varianzas de las resistencias por tratamiento son iguales

H1: Las varianzas de las resistencias por tratamiento son diferente o por lo menos una es diferente

Conclusión: Según la prueba Levene el valor  $P > 0.05$  por lo que se acepta la Hipótesis nula, concluyendo que las varianzas de las resistencias por tratamiento son iguales o no existe diferencias significativas entre las variables de dicho grupo, a un nivel de significancia del 5%.

Tabla 33. Análisis de varianza (28 días)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fibra HDPE	3	10987	3662.2	20.30	0.000
Error	32	5773	180.4		
Total	35	16760			

ANOVA de un solo factor: Resistencia máxima (  $kg/cm^2$ ) fibra HDPE

Hipótesis nula            Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna        No todas las medias son iguales  
 Nivel de significancia    $\alpha = 0.05$

Conclusión: Como el valor  $P < 0.05$ , se acepta la Hipótesis alterna se concluye que no todas las medias son iguales, a un nivel de significancia del 5%.

Tabla 34. Comparaciones en parejas de Tukey (28 días)

Fibra HDPE	N	Media	Agrupación
0.09	9	405.98	A
0.06	9	404.41	A
0.03	9	381.56	B
0.00	9	363.71	C

Tabla 35. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias (28 días)

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
0.03 - 0.00	17.85	6.33	(0.70; 35.00)	2.82	0.039
0.06 - 0.00	40.70	6.33	(23.56; 57.85)	6.43	0.000
0.09 - 0.00	42.27	6.33	(25.12; 59.42)	6.68	0.000
0.06 - 0.03	22.85	6.33	(5.70; 40.00)	3.61	0.005
0.09 - 0.03	24.42	6.33	(7.27; 41.57)	3.86	0.003
0.09 - 0.06	1.57	6.33	(-15.58; 18.71)	0.25	0.995

Nivel de confianza individual = 98.92%

Conclusión: Según la prueba Tukey el mejor tratamiento es al 0.06% y al 0.09%, a un nivel de significancia del 5%.