



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y**  
**AGRIMENSURA**



**“ANÁLISIS COMPARATIVO A LA RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  EN  
CONDICIONES NORMALES Y ADICIONADO CON  
POLIETILENO EN LA CIUDAD DE PUNO”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JULIO CESAR QUENTA FLORES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

"ANÁLISIS COMPARATIVO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> EN CONDICIONES NORMALES

AUTOR

JULIO CESAR QUENTA FLORES

RECuento DE PALABRAS

19849 Words

RECuento DE CARACTERES

100160 Characters

RECuento DE PÁGINAS

146 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.7MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 8, 2024 9:11 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 8, 2024 9:13 AM GMT-5

● 18% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

  
Arturo Joels Ventura Mamani  
INGENIERO TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 83048

  
Luis A. Mamani Huancas  
SUO DIRECCION DE COORDINACION EPITA  
M. Sc. Luis Alberto Mamani Huancas  
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
EPITA - FCA

Resumen



## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a mis padres quienes siempre han estado conmigo y me brindaron el mejor apoyo incondicional durante mi formación profesional.



## AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios, y a mis padres por haberme dado la vida, fuerza y valor para culminar el presente trabajo.

Quisiera agradecer a mi asesor de tesis, Ing. Arturo Joels Ventura Mamani por su apoyo incondicional en la preparación y desarrollo del próximo proyecto de investigación.

A la Universidad Nacional Del Altiplano, al Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, al laboratorio de construcciones por haberme apoyado en los análisis de los agregados.



# ÍNDICE GENERAL

Pág.

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**INDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 17**

**ABSTRACT..... 18**

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 19**

1.1.1 Pregunta de investigación ..... 20

1.1.2 Pregunta específicos ..... 20

**1.2 HIPÓTESIS ..... 21**

1.2.1 Hipótesis general ..... 21

1.2.2 Hipótesis específica ..... 21

**1.3 JUSTIFICACIÓN ..... 21**

**1.4 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN ..... 22**

1.4.1 Objetivo general ..... 22

1.4.2 Objetivo específico ..... 23

## **CAPITULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1 ANTECEDENTES ..... 24**

**2.2 MARCO TEÓRICO ..... 25**



2.2.1	Concreto .....	25
2.2.1.1	Las características, composición y propiedades .....	26
2.2.1.2	La calidad propia de los agregados.....	26
2.2.1.3	La similitud de la matriz endurecido con los agregados y su capacidad para trabajar .....	26
2.2.1.4	Características del concreto.....	27
2.2.1.5	Componentes del concreto.....	27
2.2.1.6	Definición del concreto .....	27
2.2.1.7	Cemento .....	28
2.2.1.8	Cemento portland.....	28
2.2.1.9	Agregados.....	30
2.2.1.10	Agua.....	31
2.2.1.11	Requisitos de calidad .....	32
2.2.2	Polietileno .....	33
2.2.2.1	Estructura del polietileno .....	33
2.2.2.2	Clasificación del polietileno.....	34
2.2.2.3	El polietileno de baja densidad.....	34
2.2.2.4	El polietileno de media densidad .....	35
2.2.2.5	El polietileno de alta densidad.....	35
2.2.2.6	Usos del polietileno.....	35
<b>2.3</b>	<b>FUNDAMENTOS ESTADÍSTICOS .....</b>	<b>36</b>
2.3.1	Población.....	36
2.3.2	Muestra .....	37
2.3.3	Estadística .....	37
2.3.4	Estimación de parámetros .....	38



2.3.5	Prueba de hipótesis .....	40
-------	---------------------------	----

### CAPITULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1</b>	<b>MATERIALES.....</b>	<b>46</b>
3.1.1	Cemento .....	46
3.1.2	Agregados .....	46
3.1.2.1	Agregado Fino.....	47
3.1.2.2	Agregado Grueso .....	47
3.1.3	Polietileno .....	48
3.1.4	Agua.....	49
3.1.5	Estudio que se realizaron de los materiales de agregado grueso y fino ...	49
<b>3.2</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>50</b>
3.2.1	Técnicas de desarrollo de cálculo de diseño .....	50
3.2.2	Diseño de concreto – método comité 211 de ACI.....	50
3.2.3	Cálculo de la resistencia media requerida .....	50
3.2.4	Elegir tamaño máximo nominal del agregado.....	52
3.2.5	Elegir del asentamiento (slump).....	53
3.2.6	Estimación del agua de mezclado .....	55
3.2.7	Aire atrapado.....	56
3.2.8	Selección de la relación agua/cemento (a/c).....	56
3.2.9	Factor cemento.....	58
3.2.10	Bolsas de cemento por metro cubico m <sup>3</sup> .....	58
3.2.11	Cálculo de la cantidad de agregado grueso .....	58
3.2.12	Volumen absoluto de los materiales.....	60
3.2.13	Pesos de diseño de los materiales.....	60



3.2.14	Corrección del contenido de humedad del material de los agregados .....	61
3.2.15	Humedad superficial.....	61
3.2.16	Aportes por humedad .....	61
3.2.17	Relación agua/cemento efectivo.....	62
3.2.18	Las proporciones en peso de obra serán .....	62
3.2.19	Cálculo de las proporciones en volumen de obra .....	62
3.2.20	Las proporciones en volumen de obra serán.....	63
3.2.21	Estipulación de los pesos por tanda de una bolsa .....	63
3.2.22	Proporción mezcla .....	64
3.2.22.1	Determinación de masas unitarias de muestras de briquetas.....	65
3.2.22.2	Ensayos Realizados.....	70
3.2.22.3	Resistencia a la compresión .....	72
3.2.22.4	Peso específico de muestra de concreto .....	74

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>76</b>
4.1.1	Resultados de los procedimientos realizados .....	76
4.1.2	Diseño de concreto.....	77
4.1.3	La resistencia del concreto de diseño .....	78
4.1.3.1	Comparación de variación de peso específicos de muestra de probetas .....	88
<b>4.2</b>	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>94</b>
4.2.1	concreta patrón a los 28 días .....	94
4.2.1.1	Resistencia a la compresión – muestra n.º 01 .....	96
4.2.1.2	Resistencia a la compresión – muestra n.º 02 .....	98



4.2.1.3 Resistencia a la compresión – muestra n.º 03 .....	101
4.2.1.4 Prueba de hipótesis.....	103
4.2.1.5 Concreto patrón con respecto al concreto de muestra 01 incorporado de polietileno de 1% a los 28 días .....	103
4.2.1.6 Concreto patrón con respecto al concreto de muestra 02 incorporado de polietileno de 2% a los 28 días .....	105
4.2.1.7 Concreto patrón con respecto al concreto de muestra 03 incorporado de polietileno de 3% a los 28 días .....	106
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>110</b>
<b>VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>114</b>

**ÁREA:** construcciones

**TEMA:** Análisis comparativo a la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en condiciones normales y adicionado con polietileno en la ciudad de puno

**FECHA DE SUSTENTACION: 19 de enero del 2024**



## INDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Coeficiente de variación y desviación estándar .....	38
Tabla 2. Descripción de ensayos que se debe realizar en los materiales de agregados .....	49
Tabla 3. Resistencia Promedio .....	51
Tabla 4. Selección del Tamaño Máximo Nominal .....	53
Tabla 5. Consistencia y asentamientos .....	54
Tabla 6. Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.....	54
Tabla 7. Volumen unitario de agua.....	55
Tabla 8. Aire atrapado en el concreto .....	56
Tabla 9. Relación agua - cemento.....	57
Tabla 10. Modulo fineza del agregado) .....	59
Tabla 11. Proporción de materiales para Concreto Patrón (CP) .....	64
Tabla 12. Proporción de materiales para Concreto muestra 01 .....	64
Tabla 13. Proporción de materiales para Concreto muestra 02 .....	64
Tabla 14. Proporción de materiales para Concreto muestra 03 .....	65
Tabla 15. Cálculo de volumen .....	65



Tabla 16.	Dosificación de diseño de mezcla de concreto $210 \text{ kg/cm}^2$ y adicionado con el porcentaje mencionado para cada muestra.....	66
Tabla 17.	Ensayos de concreto que se realizaron.....	70
Tabla 18.	Resumen de ensayos de agregados .....	77
Tabla 19.	Dosificación en peso .....	77
Tabla 20.	Resistencia a la compresión a los 7 días .....	79
Tabla 22.	Resistencia a la compresión a los 28 días .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 23..	Resumen de promedio de la resistencia a la compresión.....	82
Tabla 24.	Cálculo de peso de probetas a los 7 días, concreto patrón (CP) y Concreto de Muestras .....	88
Tabla 25.	Cálculo de peso de probetas a los 14 días, concreto patrón (CP) y Concreto de Muestras. ....	89
Tabla 26.	Cálculo de peso de probetas a los 28 días, concreto patrón (CP) y concreto de muestras.....	90
Tabla 27.	Muestra de probetas de Resistencia a la Compresión - 28 días .....	94
Tabla 28.	Muestra de probetas a 1% de resistencia a la compresión - 28 días .....	96
Tabla 29.	Muestra de probetas a 2% de Resistencia a la Compresión - 28 días .....	99
Tabla 30.	Muestra de probetas a 3% de resistencia a la compresión - 28 días .....	101
Tabla 31.	Datos de resultados de análisis estadístico de concreto patrón -muestra 01 - 28 días .....	103



Tabla 32. Datos de resultados de análisis estadístico de concreto patrón -muestra 02 - 28 días .....	105
Tabla 33. Datos de resultados de análisis estadístico de concreto patrón -muestra 03 - 28 días .....	107



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Agregado fino .....	47
Figura 2 Agregado grueso .....	47
Figura 3 Material polietileno .....	48
Figura 4 Material polietileno seleccionado .....	49
Figura 5 Pesado de materiales .....	67
Figura 6 Mezcladora de concreto .....	67
Figura 7 Prueba de asentamiento del concreto .....	68
Figura 8 Concreto en cubo y puesto a molde .....	69
Figura 9 Concreto de muestras en moldes y desencofrado de los moldes .....	69
Figura 10 Curado de concreto de las muestras de briqueta .....	70
Figura 11 Asentamiento o revenimiento del concreto .....	72
Figura 12 El molde endurecido sometido a la compresión.....	74
Figura 13 Sometido a la compresión a la resistencia a su máxima .....	74
Figura 14 La briqueta endurecida sobre una balanza pesada .....	75
Figura 15 Evolución de % con adición de polietileno a la resistencia a la compresión .....	82
Figura 16 Incremento de la resistencia a la compresión de los 7, 14 y 28 días, muestras prueba.....	83
Figura 17 Comparación de datos de días adicionado 1% de polietileno al concreto de diseño .....	84
Figura 18 Comparación de datos de días adicionado 2% de polietileno al concreto de diseño .....	85



Figura 19 Comparación de datos de días adicionado 3% de polietileno al concreto de diseño .....	86
Figura 20 Comparación de pesos adicionado 1% de polietileno al concreto de diseño por días de curado .....	91
Figura 21 Comparación de pesos adicionado 2% de polietileno al concreto de diseño de acuerdo de los días .....	92
Figura 22 Comparación de pesos adicionado 3% de polietileno al concreto de diseño de acuerdo de los días .....	93



## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO 1: Especificaciones técnicas cemento RUMI IP .....	115
ANEXO 2: Análisis de humedad en los agregados .....	119
ANEXO 3: Análisis del peso específico unitario de los agregados.....	120
ANEXO 4: Análisis de peso específico y absorción de los agregados.....	121
ANEXO 5: Análisis granulométrico del Agregado Fino .....	122
ANEXO 6: Análisis granulométrico del agregado grueso.....	123
ANEXO 7: Diseño de mezcla por el método ACI 211 .....	124
ANEXO 8: Ensayo a la resistencia a la compresión.....	125
ANEXO 9: Tabla estadística.....	128
ANEXO 10: Norma Técnicas .....	129



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CP	: Concreto Patrón
M – 01	: Muestra 01
$f_c$	: Resistencia a la compresión del concreto, $\text{kg/cm}^2$
AF	: Agregado Fino
AG	: Agregado Grueso
W%	: Contenido de humedad
TM	: Tamaño Máximo
TMN	: Tamaño Máximo Nominal
a/c	: Relación agua/cemento
ACI	: American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto)
ASTM	: American Society of Testing Materials (Sociedad Americana de Materiales de Prueba)
NTP	: Norma Técnica Peruana



## RESUMEN

El trabajo de investigación experimental se realizó en la ciudad de Puno para analizar la resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones normales, y adicionado con polietileno, este diseño se realizó utilizando el método ACI 211 del concreto convencional, dar a conocer su resistencia a la fuerza de compresión de concreto normal y adicionado con material de polietileno, para el efecto de la resistencia a la compresión en concreto normal de  $210 \text{ kg/cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días, la variable dependiente a estudiar es la resistencia a la fuerza compresión del concreto y como variable independiente es el material de polietileno adicionado al concreto en 1%, 2% y 3%, como resultado se tiene que la resistencia del concreto aumenta de acuerdo al porcentaje adicionado al material de concreto con polietileno, el 1% de material polietileno aumenta 1.85%, con el 2% aumenta 1.16%, agregando el 3% del material polietileno aumenta 0.36%, y a mayores porcentajes la resistencia de compresión de concreto disminuye. El peso del concreto disminuye conforme que aumenta el porcentaje de polietileno, debido a que el polietileno presente pesos específicos por debajo del peso específico del concreto.

**Palabras Clave:** Compresión, Polietileno, Priorizar, Resistencia, Triturado.



## ABSTRACT

The experimental research work was carried out in the city of Puno to analyze the compressive strength of concrete  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  under normal conditions, and added with polyethylene, this design was carried out using the ACI 211 method of conventional concrete. , to reveal its resistance to the compressive force of normal concrete and added with polyethylene material, for the effect of the compressive resistance in normal concrete of  $210 \text{ kg/cm}^2$  at 7, 14 and 28 days, the dependent variable to study is the resistance to the compression force of the concrete and as an independent variable is the polyethylene material added to the concrete in 1%, 2% and 3%, as a result we have that the resistance of the concrete increases according to the percentage added to the material of concrete with polyethylene, 1% of polyethylene material increases 1.85%, with 2% it increases 1.16%, adding 3% of polyethylene material increases 0.36%, and at higher percentages the compressive strength of concrete decreases. The weight of the concrete decreases as the percentage of polyethylene increases, because the polyethylene has specific weights below the specific weight of the concrete.

**Keywords:** Compression, Polyethylene, Prioritize, Resistance, Shredding



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados en el mundo; por lo tanto, debe tener propiedades que permitan a la estructura soportar las cargas previstas. El concreto es fundamental para la construcción de viviendas, pavimento de las calles. Actualmente la ingeniería ha implementado diferentes soluciones para los diferentes problemas, uno de ellos es la utilización del polietileno adicionándolo al concreto y así obtener mejoras ventajas en la dosificación del concreto, reducir la contaminación ambiental, aumentar los estudios del uso del material de polietileno y obtener una base teórica de trabajo con dicho material. En la actualidad no hay muchos estudios sobre el uso del polietileno.

El concreto tiene una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> y se utiliza más comúnmente en la construcción estructural porque es una resistencia a la compresión que se puede lograr sin aditivos

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestra ciudad las mezclas de concreto se producen sin suficientes estudios de diseño de mezcla. En la mayoría de las tareas encontramos que se realizaron de forma empírica y que no se siguió ningún diseño de mezcla específico del concreto. Por nomenclatura empírica queremos decir que el obrero que elabora el concreto utiliza la misma cantidad de material para lograr la resistencia requerida, independientemente de las propiedades del material; sin mencionar revisar la calidad del concreto luego de preparada la mezcla para que la resistencia del concreto no esté en un nivel óptimo, esto sucede en muchas obras, tanto privadas como nacionales.



El concreto debe cumplir las especificaciones técnicas para que la estructura sea suficientemente funcional y esté diseñada para su vida útil prevista. Si la resistencia del concreto varía demasiado según las especificaciones; si es inferior o superior; puede causar daños estructurales; por lo tanto, el objetivo de este estudio es encontrar la aproximación más cercana a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , utilizando agregados de cantera Viluyo

### **1.1.1 Pregunta de investigación**

¿Cuál es el análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones normales y con adición de polietileno?

### **1.1.2 Pregunta específicos**

¿Analizar la resistencia a la compresión de un concreto en condiciones normales con un concreto adicionado en forma porcentual con polietileno de 1%, 2% y 3%?

¿Comparar la variación de resistencia en condiciones normales con un concreto adicionado en forma porcentual con polietileno de 1%, 2% y 3%, de acuerdo al peso adicionado de los materiales?

¿Comparar la variación de peso de las probetas en condiciones normales con un concreto adicionado en forma porcentual con polietileno de 1%, 2% y 3%?



## 1.2 HIPÓTESIS

### 1.2.1 Hipótesis general

- Al evaluar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones normales y adicionado con polietileno mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto

### 1.2.2 Hipótesis específica

- Al determinar la resistencia a la compresión de un concreto en condiciones normales llega a una resistencia óptima según el ACI.
- Al adicionar al concreto en condiciones normales polietileno de forma porcentual de 1%, 2% y 3% al, varía la resistencia a la compresión.
- Al adicionar al concreto en condiciones normales material de polietileno en forma porcentual de 1%, 2% y 3%, varía el peso del concreto.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

La investigación busca contrarrestar los residuos de polietileno (plástico) en el medio ambiente, y que estos materiales son de malestar en la población, adicionando un porcentaje de polietileno al concreto en pavimento rígido, para ello se hará una dosificación de concreto con el porcentaje adecuado para la una dosificación más eficiente para su uso en un pavimento rígido. Los plásticos son los más rebeldes a la hora de transformarse que dura un lapso de ciento de años y que contienen diferentes tipos de microorganismos. De acuerdo al crecimiento de la población de las ciudades del Perú, el plástico es casi de uso rutinario en todos los días de las personas, por ejemplo en compra de productos presente investigación busca una solución al problema de la basura de plásticos que afectan el medio ambiente, lo cual reciclando los residuos de polietileno se pueda hacer un uso adecuado, agregando un porcentaje de polietileno, triturándolo y



adicionándolo como reemplazo del agregado en el concreto para la pavimentación de las calles. Los procedimientos y métodos que se realiza en la presente investigación proponen optimizar la proporción del plástico reciclado en el concreto.

El uso de polietileno proveniente de reciclaje de plástico en la dosificación del concreto rígido sería una alternativa de reciclaje de residuos de plástico, y por ser un material muy ligero para su uso en el concreto se podría poner en práctica en proyectos de pavimentación de vías de la ciudad.

Al disminuir la acumulación los residuos de polietileno provenientes de plástico del medio ambiente a través de su uso en concreto en pavimento rígido por medio de la inclusión de un porcentaje de polietileno se puede aumentar la resistencia del concreto. Igualmente se puede reducir costos en los proyectos que se realizaran con la preparación del concreto, y optimizar los materiales.

Se plantea una solución a grandes volúmenes de residuos de plástico generados por la población del Perú, lo cual es muy importante que se tenga como evidencia esta investigación para controlar la contaminación ambiental, como una forma de mitigar los factores contaminantes que serán vulnerable para el pavimento rígido empleando en la industria de la construcción de vías.

## **1.4 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Evaluar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en condiciones normales y adicionado con polietileno.



#### 1.4.2 Objetivo específico

- Determinar la resistencia a la fuerza de compresión de un concreto en condiciones normales.
- Comparar la resistencia a la fuerza de compresión de un concreto de condiciones normales, con un concreto adicionado con polietileno en forma porcentual de 1%, 2% y 3%.
- Comparar la variación de peso de las probetas en condiciones normales con un concreto adicionado con polietileno en forma porcentual con polietileno de 1%, 2% y 3%.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES

Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (Pet), aplicados en la construcción de vivienda: En cuanto a su peso, se encuentra una característica muy importante que destacar; es considerablemente mucho más liviano que su par constructivo (bloque de mortero con cemento y agregado fino), evidenciándose que al aumentar los agregados en porcentaje de PET, se reduce considerablemente el peso de las muestras, porque el mismo tiene un peso promedio de 0.784 gr y su par el ladrillo convencional, tiene 1.075 gr en promedio. ( Piñeros Moreno, 2018).

“Estudio comparativo de la resistencia a la compresión en mezclas de concreto elaboradas con materiales de reciclaje: plástico y llantas: El manejo del diseño de las mezclas disminuye con la adición de materiales de reciclaje. Este fenómeno se observó especialmente en la mezcla con plástico PET, ya que, en su caso, cuando se utilizó una relación agua/cemento, correspondiente a una mezcla de resistencia moderada, se obtuvo un valor de asentamiento de 1 cm únicamente. (Hernández Hernández, 2011).

Estudio de hormigones y morteros aligerados con agregados de plástico reciclado como árido y carga en la mezcla: En cuanto a la comparación entre plásticos reciclados, el plástico reciclado de PVC es mucho más liviano que el plástico con contenido de carbono, sin embargo, este segundo tiene mayores resistencias a compresión (Montalvo Guevara, 2015).



Estudio de resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018: Las muestras de concreto con adición de 5%, 10% y 15% de PET no muestran una variación considerable en peso con respecto a la muestra patrón, reduciéndose el peso en 0.66%, 1.43% y 2.55% respectivamente. (Pinedo Pérez, 2019).

“evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto convencional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y el concreto con material reciclado polietileno tereftalato (PET) en la Ciudad de Jaén - Cajamarca: El concreto PET reduce su peso respecto al concreto convencional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , además ayuda a evitar la contaminación ambiental a ser encapsulado dentro del concreto.

“Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales: Las fibras tienen una ventaja con respecto a las losas de concreto simple, ya que contribuyen en todo su espesor gracias a la distribución tridimensional de las fibras dándole al piso una mayor resistencia a las sollicitaciones de carga durante su vida útil.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Concreto

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia (Abanto Castillo, 1996).

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de Cemento Pórtland y agua, une a los agregados (arena y grava) para formar una masa semejante a una roca puesto que la pasta endurece



debido a la reacción química entre el cemento y el agua, la cual forma una roca artificial (Díaz Gil, Granadeño Ramos, & Santos Avelar, 2013).

### **2.2.1.1 Las características, composición y propiedades**

Es decir que debe contemplarse la selección de un cementante apropiado, escogiendo el cemento según los requerimientos que implica el diseño y la exposición a la que se va a someter la estructura de concreto, así mismo se realizara el empleo de una relación agua/cemento conveniente y el uso eventual de un aditivo necesario; con todo lo cual debe resultar potencialmente asegurada la calidad de la matriz cementante. (Sanchez Muñoz & Tapia Medina, 2015).

### **2.2.1.2 La calidad propia de los agregados**

En cuanto a la calidad de los agregados, es importante adecuarla a las funciones que debe desempeñar la estructura, a fin de que no representen el punto débil en el comportamiento del concreto y en su capacidad para resistir adecuadamente y por largo tiempo los efectos consecuentes de las condiciones de exposición y servicio a que esté sometido. (Sanchez Muñoz & Tapia Medina, 2015).

### **2.2.1.3 La similitud de la matriz endurecido con los agregados y su capacidad para trabajar**

La compatibilidad y el buen trabajo de conjunto de la matriz cementante con los agregados, depende de diversos factores tales como las características físicas y químicas del cementante, la composición mineralógica y petrográfica de las rocas que constituyen los agregados, y



la forma, tamaño máximo y textura superficial de éstos. (Sanchez Muñoz & Tapia Medina, 2015).

#### **2.2.1.4 Características del concreto**

La principal característica estructural del concreto es resistir muy bien los esfuerzos de compresión. Sin embargo, tanto su resistencia a tracción como al esfuerzo cortante son relativamente bajas, por lo cual se debe utilizar en situaciones donde las sollicitaciones por tracción o cortante sean muy bajas. Para determinar la resistencia se preparan ensayos mecánicos (ensayos de rotura) sobre probetas de concreto. (Sanchez Muñoz & Tapia Medina, 2015).

- Entre los factores que hacen del concreto un material de construcción universal tenemos. (Abanto Castillo, 1996).
- La facilidad que se puede colocarse dentro de los encofrados de así de cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica.
- Su elevada resistencia a la compresión lo que le hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos. Su resistencia al fuego y a la penetración del agua (Abanto Castillo, 1996).

#### **2.2.1.5 Componentes del concreto**

#### **2.2.1.6 Definición del concreto**

El concreto u hormigón (como es conocido en otros países), es un material homogéneo compuesto por dos elementos: pasta y agregados. El primero es una mezcla de agua y cemento, el cual une a los agregados finos y gruesos (arena y piedra) resultando un material muy resistente a la



compresión. Esto se debe al endurecimiento de la pasta, el cual se da mediante una reacción química entre las partículas de cemento y agua. (Montalvo Guevara, 2015)

#### **2.2.1.7 Cemento**

Se define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad de fraguar y endurecer, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta aglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. (Rivva López, 1996).

#### **2.2.1.8 Cemento portland**

Es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con agregados, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reacciona lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal y arcilla en proporciones determinadas. (Abanto Castillo, 1996).

Cemento Pórtland = Clinker Pórtland + Yeso

#### **Tipo I**

Cemento de uso general. Es utilizado en construcción en donde no se necesiten solicitaciones específicas en el concreto. En el Perú, es el cemento con mayor demanda debido al menor costo frente a los demás tipos.



## **Tipo II**

El cemento de tipo II presenta la propiedad de moderada resistencia a los sulfatos y se puede utilizar en las cimentaciones que se encuentren expuestas a una baja concentración de sulfatos que pueden estar contenidos en suelos o aguas subterráneas.

## **Tipo III**

El cemento tipo III se caracteriza por desarrollar alta resistencia a tempranas edades a los 3 y 7 días. Esto se debe por el cemento obtenido durante la molienda es más fino. Su utilización se debe a necesidades específicas de la construcción, cuando es necesario retirar los encofrados lo más pronto posible.

## **Tipo IV**

El cemento tipo IV es conocido por presentar bajo calor de hidratación, proceso que ocurre al entrar en contacto el agua con el cemento. Generalmente, se utiliza cuando se presentan vaciados de gran volumen.

## **Tipo V**

EL cemento tipo V se utiliza cuando se requiere alta resistencia a los sulfatos, por lo general en construcciones cerca de las playas en donde hay presencia de estos agentes salinos. Sin embargo, actualmente, se utiliza con mayor frecuencia el cemento puzolánico o IP, el cual presenta mejores características y propiedades frente al ataque conjunto de sales como sulfatos y cloruros.



También existen cementos poco convencionales producidos en Estados Unidos: Cemento Hidráulicos de Escoria, Cemento Portland Modificado, otros cementos especiales.

### **2.2.1.9 Agregados**

Los agregados Llamados también áridos, los cuales constituyen entre el 60% al 75% del volumen total de cualquier mezcla típica de concreto: Se definen como un conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma Técnica Peruana 400.011 peruana (2008) (revisada el 2013).

Dependiendo de sus características y dimensiones la Norma Técnica Peruana clasifica y denomina a los agregados en: (Abanto Castillo, 1996).

#### **2.2.1.9.1 Agregado Fino**

La norma NTP 400.011 peruana (2008) (revisada el 2013) o la norma ASTM e 33, precisa como agregado fino al proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (N°200).

Según la norma NTP 400.011 peruana (2008) (revisada el 2013), el agregado fino deberá cumplir con los siguientes requerimientos: Puede estar constituido de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente. Deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas. El agregado no



deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera. Es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los límites de la norma NTP 400.037

#### **2.2.1.9.2 Agregado Grueso**

La norma NTP 400.011 (revisada el 2013), define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N.º 4). El agregado grueso podrá consistir de grava o piedra partida de origen natural o artificial. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial.

Según La norma NTP 400.011 peruana 2008 (revisada el 2013), el agregado grueso deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- La granulometría seleccionada deberá ser de preferencia continua.
- La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.
- La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4".

#### **2.2.1.10 Agua**

Las aguas potables y aquellas que no tengan sabores u olores pueden utilizarse en la preparación del concreto, sin embargo, algunas aguas no potables también pueden ser usadas si cumplen con algunos requisitos, en nuestro país es frecuente trabajar con aguas no potables



sobre todo cuando se tratan de obras en las afueras de las ciudades. (Torres C. Ana, 2004. 05),

El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr:

La formación de gel Permitir que el conjunto de la masa adquiriera las propiedades que en estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma; y en estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas. (Curado). (Rivva López, 1996)

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales: Reaccionar con el cemento para hidratarlo, actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad de la mezcla cementante y procurar la estructura de vacíos necesario en la pasta para que los productos tengan espacio para desarrollarse. (Poma Ariza , 2019).

#### **2.2.1.11 Requisitos de calidad**

El agua de mezcla consistirá de: (NTP 339.088, 2006).

- agua de la tanda (agua pesada o medida en la planta de dosificación);
- hielo, (cuando se especifica en clima cálido);
- agua adicionada por el operador del camión mezclador, según se especifique;
- humedad libre de los agregados; y



- agua de constitución de los aditivos cuando ésta incrementa la relación agua/materiales cementosos por más de 0,01

El agua utilizada para la preparación del concreto debe cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088 (2006) y preferentemente ser agua potable. No existen normas uniformes para los valores límite permitidos de sales y sustancias en el agua utilizada.

La norma peruana NTP 339.088 (2006) considera que las propiedades y contenido de las sustancias acuosas disueltas aptas para la producción y curado del concreto se encuentran dentro de los siguientes límites.

### **2.2.2 Polietileno**

El Polietileno es un polímero sintético termoplástico que se obtiene por polimerización del etileno. Es un material parcialmente cristalino y parcialmente amorfo, de color blanquecino y translucido, los diversos tipos de Polietileno que se encuentran en el mercado son el resultado de las diferentes condiciones de operación, llevadas a cabo en la reacción de polimerización. (Roca Giron, 2005)

#### **2.2.2.1 Estructura del polietileno**

La estructura química del Polietileno es  $(\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-})_n$ . Esta molécula está compuesta en su unidad estructural por dos átomos de carbono y 4 átomos de hidrógeno unidos todos por enlaces de tipo covalente. La fuerza de los enlaces C-C y C-H es 347 y 414 KJ/mol respectivamente, esta unidad básica se puede repetir indefinidamente para formar el Polietileno. (Roca Giron, 2005).



### 2.2.2.2 Clasificación del polietileno

En forma general se puede clasificar tres tipos diferentes de Polietileno de acuerdo a la densidad que presentan ya que esta es un buen indicativo del tipo de estructura que posee el polímero. (Roca Giron, 2005).

- Polietileno de baja densidad
- Polietileno de mediana densidad
- Polietileno de alta densidad

### 2.2.2.3 El polietileno de baja densidad

Es un polímero de cadena ramificada. Se obtiene por polimerización del etileno a altas presiones por el mecanismo de radicales libres. (Roca Giron, 2005).

Contiene sustituyentes alquilo, o pequeñas ramificaciones en la estructura de la cadena, dichas ramificaciones se producen durante el proceso de síntesis. Es un polímero con una densidad comprendida entre  $0.910 - 0.925 \text{ g/cm}^3$ ; es incoloro, inodoro y no toxico. (Roca Giron, 2005).

El Polietileno de baja densidad se divide en:

- Polietileno de baja densidad,
- Polietileno lineal de baja densidad,
- Polietileno de muy baja densidad
- Etil - Vinil - Acetato.



#### **2.2.2.4 El polietileno de media densidad**

Es un polímero con densidad comprendida entre 0.930 – 0.940 gr/cm<sup>3</sup>, que se emplea especialmente en la fabricación de tuberías. (Roca Giron, 2005).

#### **2.2.2.5 El polietileno de alta densidad**

Es un polímero con estructura lineal y muy pocas ramificaciones. Se obtiene por polimerización del etileno a presiones relativamente bajas utilizando catalizadores Ziegler-Natta o Proceso Phillips, aunque existe un tercero utilizado; los catalizadores Metalocenos, utilizados únicamente para obtener Polietileno de ultra alta masa molecular (PEADUAPM o sus siglas en ingles UHMWPE), es un polímero con densidad comprendida entre 0.941 – 0.954 gr/cm<sup>3</sup> es incoloro, inodoro, no toxico y resistente tanto a esfuerzos como a agentes químicos. (Roca Giron, 2005)

#### **2.2.2.6 Usos del polietileno**

El polietileno es un plástico sumamente versátil con el que pueden confeccionarse numerosos artículos como: (Estela Raffino, 2020)

- Bolsas plásticas de todo tipo.
- Láminas para envasado de todo tipo de alimentos, fármacos y productos agroindustriales.
- Contenedores herméticos de uso casero.
- Tuberías para riego.
- Pomos, tubos, recubrimientos.
- Filme de cocina (papel plástico para envolver).



- Envases para detergentes, champú, lejía, etc.
- Piezas mecánicas, guías de cadena.
- Biberones, juguetes, base para pañales desechables.
- Cubos de agua y tambores.
- Recubrimiento de lagunas, canales, depósitos de agua, etc.
- Fabricación de compuesto de harina de madera.
- Materia prima para rotomoldeo.
- Cables, hilos, tuberías

## 2.3 FUNDAMENTOS ESTADÍSTICOS

También se le llama Inferencia Estadística, pero previamente recordemos que la Estadística (EI) comprende el conjunto de métodos estadísticos que permiten deducir (inferir) cómo se distribuye la población bajo estudio a partir de la información que proporciona una muestra representativa, obtenida de dicha población.

### 2.3.1 Población

Este concepto vamos a definir bajo diferentes enfoques. En investigación científica se le define como la totalidad de elementos sobre los cuales recae la investigación. A cada elemento se le llama unidad estadística, ésta se le observa o se le somete a una experimentación, estas unidades son medidas pertinentemente. Si representamos mediante,  $X$ , una variable aleatoria bajo investigación, al estudiar a esta variable en la población, como resultado tendremos los valores: (Nolberto Sifuentes & Ponce Aruneri , 2008).

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$$



### 2.3.2 Muestra

“Una muestra en general, es toda parte representativa de la población, cuyas características debe reproducir en pequeño lo más exactamente posible.” Para que sea representativa se debe seleccionar empleando el muestreo, tópico importante de la Estadística, con la finalidad de que los resultados de esta muestra sean válidos para la población de la que sea obtenido la muestra. Esta generalización se realiza empleando la estadística inferencial. (Nolberto Sifuentes & Ponce Aruneri , 2008).

### 2.3.3 Estadística

Se contrapone al parámetro, porque es un valor que se obtiene a partir de los valores muestrales, se puede obtener media y varianzas muestrales, por ejemplo.

Los estadísticos son variables aleatorias porque están sujetos a la fluctuación de la muestra en relación al valor poblacional que se asume es constante (Nolberto Sifuentes & Ponce Aruneri , 2008).

El análisis estadístico es de importancia en la evaluación de los resultados obtenidos porque nos permite tener certeza de la confiabilidad de los valores extraídos de las pruebas y en función a los parámetros estadísticos poder evaluar los resultados. Para tener la confiabilidad de los datos se ha considerado evaluar los resultados de resistencia a la compresión, con los parámetros del coeficiente de variación y desviación standard, en función de la siguiente tabla. (Pasquel Carbajal, 1998).

**Tabla 1***Coefficiente de variación y desviación estándar*

Clase de operación	DISPERSIÓN TOTAL				
	Desviación estándar para diferentes grados de control (kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6

Clase de operación	DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS				
	Coeficiente de variación (vt), para diferentes grados de control (%)				
	excelente	muy bueno	bueno	suficiente	deficiente
Concreto en Obra	< a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	> a 6
Concreto en Laboratorio	< a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	> a 5

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto, Ing. Enrique Pasquel Carvajal

Con la certeza de tener confiabilidad de los datos, se realizará la gráfica de la distribución de frecuencia de datos, que deben cumplir la distribución normal o distribución de Gauss y ajustarse a ella. (García Chambilla, 2017).

#### 2.3.4 Estimación de parámetros

##### La Media Aritmética (x):

La medida de tendencia central más ampliamente usada es la media aritmética, usualmente abreviada como la media y denotada por (léase como "X barra"). (Salazar P. & Del Castillo G., 2018).

##### La media aritmética para datos no agrupados. (Promedio)

Si se dispone de un conjunto de números, tales como  $X_1, X_1, X_1, \dots, X_n$ , la media aritmética de este conjunto de datos se define como "la suma de los valores de los  $n$  números, divididos entre  $n$ ", lo que, usando los símbolos explicados anteriormente, puede escribirse como: (Salazar P. & Del Castillo G., 2018).

$$\bar{X} = \frac{X_1, X_1, X_1, \dots, X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

### **Desviación Estándar Para Datos No Agrupados**

El Desvío Estándar es la medida de dispersión más ampliamente usada y es la más estable ya que depende de todos los valores de la distribución, es la media de desviación de los valores con respecto a la media, aunque una definición completa sería: "la raíz cuadrada de la suma de las desviaciones alrededor de la media, elevadas al cuadrado y divididas entre el número de casos menos uno" en el caso de "S". (Dicovski Riobóo, 2012).

$$S = \sqrt{\frac{(\sum_1^n (X_1 - \bar{X})^2)}{n - 1}}$$

El desvío estándar, "S" o " $\sigma$ ", se interpreta como cuanto se desvía de la media un conjunto de valores. Este valor se grafica como un intervalo, el cual tiene un valor menor que el del rango. Esta medida tiene sentido cuando las variables son cuantitativas.

### **La Varianza**

La varianza es el desvío estándar elevado al cuadrado y se simboliza con " $S^2$ " cuando es de una muestra, o " $\sigma^2$ " cuando es poblacional. Este es una medida que se usa en muchas pruebas de Hipótesis estadísticas, por ejemplo "el Análisis



de Varianza, ANDEVA” que se basa en la descomposición y relación de las varianzas de las causas de variación de los datos. Pero para fines descriptivos se prefiere usar el desvío estándar en vez de la varianza, que suele ser un valor mayor y difícil de interpretar. (Dicovski Riobóo, 2012).

El coeficiente de variación, CV, es un cociente entre el desvío estándar y la media de los datos, expresado en porcentaje. (Dicovski Riobóo, 2012).

### **El Coeficiente De Variación**

El coeficiente de variación, CV, es un cociente entre el desvío estándar y la media de los datos, expresado en porcentaje,

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

Este coeficiente permite comparar la variabilidad de diferentes muestras en una misma variable o la variabilidad existente entre variables diferentes.

### **2.3.5 Prueba de hipótesis**

Una prueba de hipótesis es una pregunta relativa a una o varias poblaciones, que puede ser cierta o no y que se va a responder a partir de los datos muestrales. Las hipótesis estadísticas se pueden contrastar con la información generada de las muestras y siempre se tienen el riesgo que si se aceptan como si se rechazan se puede cometer un error. En las ingenierías las pruebas de hipótesis se suelen utilizar cuando se evalúan nuevas técnicas, tomando como referencia de comparación la técnica tradicional. La hipótesis formulada con intención de



rechazarla se llama hipótesis nula y se representa por  $H_0$ . Rechazar  $H_0$  implica aceptar una hipótesis alternativa ( $H_A$ ). (Dicovski Riobóo, 2012).

Una hipótesis en estadística es una proposición hecha por un investigador en base a uno o más parámetros que permiten aceptarla o rechazarla para un solo número (estimador puntual). Todo el proceso de tomar una decisión sobre una hipótesis se denomina "prueba de hipótesis".

Para utilizar la prueba de hipótesis, los datos deben representar una distribución normal y esta distribución debe probarse en un análisis estadístico. Para evaluar las hipótesis propuestas se realizaron dos pruebas de hipótesis donde se sabe que la media y la varianza son iguales. El esquema para realizar pruebas de hipótesis para el parámetro " $\mu$ " es el siguiente:

**a). Identificar el parámetro de interés:**

es decir, dependiendo del parámetro para el cual se va a evaluar la hipótesis, este parámetro puede ser la media poblacional " $\mu$ ".

En este estudio, el parámetro de interés es la resistencia a la compresión promedio de cada grupo de concreto estudiado, denotada por " $\mu$ ".

**b) establecer la hipótesis nula ( $H_0$ ):**

Una alternativa a la hipótesis nula de ningún cambio, que se basa en un valor exacto de un parámetro poblacional, generalmente se construye como la ecuación ( $\mu_1 = \mu_2$ ).



Sin embargo, para comparar dos grupos como en este estudio, se propone la siguiente hipótesis nula  $H_0: u_1 \leq u_2$ .

**c) Especificar una apropiada hipótesis alternativa ( $H_a$ ):**

Hay dos tipos de hipótesis alternativas; la primera es la hipótesis bilateral, que se utiliza si la conclusión obtenida no indica una dirección específica, la respuesta será "no es igual a". La otra es la llamada hipótesis unilateral, que es la hipótesis utilizada en este estudio y se utiliza cuando a la proposición propuesta se debe responder con "mayor que", "menor que", etc.

- Si  $H_a: u_1 > u_2$ , significa que la región crítica se encuentra en la parte superior de la distribución normal del estadístico de prueba.
- Si  $H_a: u_1 < u_2$  significa que la región crítica está en la parte inferior de la distribución normal del estadístico de prueba

Para efectos de este estudio, se propone que  $H_a: u_1 > u_2$ .

- Seleccione el nivel de significancia ( $\alpha = 0,05, 0,01$  o  $0,10$ ):
- Los niveles de excelencia preferidos son:
- $\alpha = 0,10$ , la probabilidad de confianza es del 90%.
- $\alpha = 0,05$ , la probabilidad de confianza es del 95%.
- $\alpha = 0,01$ , la probabilidad de confianza es del 99%.
- Nivel crítico para " $\alpha$ " generalmente del 5 % en las ingenierías.

El resultado de la resistencia del concreto es 0,05, lo que determina y  $t_{tabla}$  a partir de la tabla estadística. El nivel de significancia más



comúnmente utilizado al analizar los resultados de resistencia del concreto es  $0,05$  y  $t_{tabla}$  se determina a partir de tablas estadísticas

### **Estadístico de prueba – Distribución T de Student**

Se utiliza para determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de una variable cuantitativa particular en dos grupos de datos.

Requisitos:

- Cada grupo de datos se distribuye según la distribución normal.
- Muestras independientes y menos de 30.

### **Procedimiento de cálculo de la t de Student**

#### **Grados De Libertad**

En estadística, los grados de libertad son la cantidad de datos independientes utilizados en los cálculos. El número de grados de libertad es usado para medir qué tan exacta es la muestra de la población usada en la investigación para representar a la población por entero. Mientras más grados de libertad, más seguros podemos estar de que la población por entero ha sido muestreada correctamente. Los grados de libertad con frecuencia se representan en estadística con la letra griega  $\nu$ . Como obtener grados de libertad.

- Determina qué tipo de cálculo harás que involucre los grados de libertad. Éstos se calculan de manera diferente dependiendo del tipo



de prueba que realices, que se determina por el número de muestras que estás juntando.

- Toma  $n-1$  como una muestra simple, donde  $n$  es el número de observaciones. Esto se utiliza para estimar la variabilidad, que se refiere a la extensión donde la puntuación en una distribución difiere de la media o del promedio. Este es el uso más sencillo y común de los grados de libertad en las estadísticas de cada día.
- Utiliza la fórmula  $n_1 + n_2$  para dos muestras, donde hay dos medias a estimar. Una vez más,  $n$  es el número de observaciones en cada grupo de la muestra. Esto deja a la fórmula  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad para estimar la variabilidad.
- Utiliza la fórmula  $n-p-1$  cuando hay  $n$  observaciones y  $p+1$  parámetros que necesitan estimarse. Esto considera el error de medición al utilizar la tabla ANOVA que es un método estadístico para hacer más de una comparación al mismo tiempo entre dos o más medias. A la teoría de pequeñas muestras también se le llama teoría exacta del muestreo, ya que también la podemos utilizar con muestras aleatorias de tamaño grande. Para poder utilizarlas se utilizan los grados de libertad. (Cuevas Lopez , 2015).

Se utiliza para determinar si existe una diferencia significativa entre el valor medio de una variable cuantitativa e particular en dos conjuntos de datos. Si la variable cuantitativa cumple los siguientes requisitos:

El estadístico de prueba para una distribución t-student con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad es el siguiente:



Se calcula el estadístico  $t_p$  a partir de la siguiente fórmula:

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Donde:

$n_1$  y  $n_2$ : Tamaños de las muestras 1 y 2 respectivamente

$\bar{X}_1$  y  $\bar{X}_2$ : Medias de las muestras 1 y 2 respectivamente

$S_1^2$  y  $S_2^2$ : Varianzas de las muestras 1 y 2 respectivamente

A continuación, medimos la importancia del estadístico  $t_p$ , comparando este valor con el valor del estadístico  $t_{\text{tabla}}$  obtenido al observar las tablas correspondientes. Para identificar nuestra  $t_{\text{tabla}}$  apropiada, debemos observar el número de colas (una cola o dos colas) en nuestra hipótesis en el nivel de significancia ( $\alpha$ ) en el que pretendemos rechazar la hipótesis nula; y la prueba en grados de libertad ( $n_1 + n_2 - 2$ ).

Hipótesis Nula  $H_0: u_2 \leq u_1$

Hipótesis Alternativa  $H_1: u_2 > u_1$

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIALES

Los materiales utilizados en la siguiente tesis jugaron un papel importante en el desarrollo, investigación y planificación del trabajo experimental de producción de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  mediante la adición de material de polietileno reciclado al concreto convencional. Norma ACI 211.

##### 3.1.1 Cemento

En este estudio se utilizó cemento Portland IP marca RUMI.

#### Figura 1

*Cemento*



Nota: Material

##### 3.1.2 Agregados

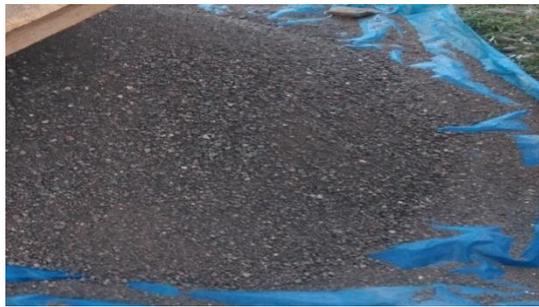
Los agregados utilizados son:

### 3.1.2.1 Agregado Fino

El material agregado fino utilizado en el siguiente estudio fue obtenido de la cantera de Viluyo, sus características se describen en el anexo 01.

#### **Figura 1**

*Agregado fino*



Nota: selección de material de agregado fino

### 3.1.2.2 Agregado Grueso

Material utilizado en agregados de la cantera Viluyo, tamaño referente de agregado gruesos.

#### **Figura 2**

*Agregado grueso*



Nota: selección de material de agregado grueso

### 3.1.3 Polietileno

En la siguiente investigación se ha utilizado el material de polietileno de 1%, 2% y 3%, con respecto del peso de los materiales, los cuales fueron seleccionados de acuerdo a los antecedentes de investigación.

Una vez reciclado los materiales de polietileno como baldes de pintura, lavadores, etc., han sido clasificados de acuerdo a sus colores, en tanto el polietileno de botellas descartables se seleccionó directamente. A todos los materiales seleccionados se hizo un lavado y una limpieza de impuras y su secado correspondiente. Posteriormente se hizo los cortes en un máximo de 1 cm y un mínimo de 0.5 cm de longitud para así usar en la dosificación del concreto.

#### Figura 3

##### *Material polietileno*



Nota: la figura se ve la selección de material polietileno

El material polietileno se seleccionó para su utilización para la adición al concreto.

## Figura 4

### *Material polietileno seleccionado*



Nota: polietileno seleccionado de diferente tipo

### 3.1.4 Agua

El agua utilizada es el agua potable de la ciudad de Puno.

### 3.1.5 Estudio que se realizaron de los materiales de agregado grueso y fino

Los estudios que se realizaron en los materiales se realizaron según las recomendaciones de la NTP, tal como se observa en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Descripción de los ensayos que se debe realizar en los materiales de agregados*

Desc.	Norma	Título
1	NPT 400.017	Peso Unitario Compactado
2	NPT 400.017	Peso Unitario Suelto
3	NPT 400.022	Determinación del peso específico y absorción del agregado fino
4	NPT 400.021	Determinación del peso específico y absorción del agregado Grueso
5	NPT 400.012	Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso y global
6	NPT 400.018	Determinación del Material que pasa el Tamiz 75mm (N°200)
7	NPT 339.185	Contenido de Humedad

Fuente: elaboración Propia



## 3.2 METODOLOGÍA

### 3.2.1 Técnicas de desarrollo de cálculo de diseño

Se busca diseñar un concreto convencional con agregados, lo cual se utilizará el método del Comité 211 Del ACI y La Norma Técnica Peruana.

Para calcular la resistencia promedio se tiene dos métodos que a continuación vamos a detallar.

### 3.2.2 Diseño de concreto – método comité 211 de ACI

Realizamos paso a paso para obtener para la mezcla de concreto patrón para un concreto de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

### 3.2.3 Cálculo de la resistencia media requerida

La resistencia a la compresión promedio requerida ( $f'_{cr}$ ) se obtiene como el valor máximo de las ecuaciones (1) y (2). La ecuación (1) da una probabilidad de 1 en 100 de que el promedio de tres pruebas consecutivas esté por debajo de la fuerza especificada  $f'c$ . La ecuación (2) proporciona una probabilidad similar de que las pruebas individuales estén por debajo de la resistencia especificada  $f'c$  de  $35 \text{ kg/cm}^2$ .

- a) Si la desviación estándar se calcula según el método 1 o el método 2, la resistencia promedio requerida es mayor que los valores determinados por la desviación estándar "s" calculada mediante las siguientes fórmulas.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s - 35 \dots\dots\dots (2)$$



Donde:

$s$  = Desviación estándar, en  $\text{kg/cm}^2$ .

- b) Si no se conoce el valor de la desviación estándar, se utiliza la Tabla 3 para determinar la resistencia promedio requerida.

Dado que no existen registros previos de la desviación estándar, se utilizó la siguiente tabla 3 para calcular la resistencia promedio.

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

**Tabla 3**

*Resistencia Promedio*

$f'_c$	$f'_{cr}$
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

Para el cálculo de prueba se realizará:

Como no se tiene datos estadísticos, usaremos el método dos de la tabla. 3

$$f'_{cr} = f'_c + 84$$

Reemplazando datos

$$f'_{cr} = 210 + 84$$

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$



### 3.2.4 Elegir tamaño máximo nominal del agregado

Por otro lado, nos indica que la elección del TMN puede no estar limitada por la dimensión mínima del elemento a construir, sino de otros factores como el equipo disponible para mezclar o el método de colocación del concreto requerido, y cuando se trate de concreto bombeado recomienda el uso de agregados cuyo TMN varía entre 19 mm (3/4”) y 37.5 mm (1 1/2”). (Montejo Fonseca , Montejo Piratova , & Montejo Piratova , 2013).

Las normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño nominal máximo de agregado grueso sea el tamaño más grande económicamente disponible, siempre que sea compatible con el tamaño y características de la estructura.

La Norma Técnica de Edificación E. 060 establece que el material de agregado grueso no debe ser mayor a:

- a) 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados.
- b) 1/3 del peralte de la losa.
- c) 3/4 del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de pre esfuerzo.

El tamaño máximo nominal determinado aquí, será usado también como tamaño máximo simplemente.

Se considera que, cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregados hasta 40mm (1½”). En tamaños mayores, sólo es aplicable a concretos con bajo contenido de cemento.

La Norma NTP 400.037 define al "Tamaño Máximo" como aquel que "corresponde" al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.

- Por lo tanto, el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado según la granularidad del agregado grueso en este proyecto es de 1", con un tamaño máximo de 1 1/2" calculado según la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Selección del Tamaño Máximo Nominal*

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASAN POR LAS SIGUIENTES MALLAS							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N.º 4	N.º 8
2"	95-100	...	35-70	...	10-30	...	0.5	...
1 1/2"	100	95-100	...	35-70	...	10-30	0.5	...
1"	...	100	95-100	...	25-60	...	0.5	0.5
3/4"	...	...	100	90-100	...	20-55	0.5	0.5
1/2"	...	...	...	100	90-100	40-70	0.5	0.5
3/8"	...	...	...	...	100	85-100	0.5	0.5

Fuente: Enrique Riva López, "Diseño de mezclas". 2007. 74

### 3.2.5 Elegir del asentamiento (slump)

Si las especificaciones técnicas de la obra requieren que el concreto tenga un espesor determinado, el asentamiento se podrá seleccionar de la siguiente tabla

5.

**Tabla 5**

*Consistencia y asentamientos*

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento</b>
Seca	0'' (0mm) a 2'' (50mm)
Plástica	3'' (75mm) a 4'' (100mm)
Fluida	≥5'' (125mm)

Si las especificaciones del trabajo no indican la consistencia o satisfacción requerida para la mezcla propuesta, se puede utilizar la Tabla 5 para seleccionar el valor apropiado para el trabajo particular que se está realizando. Se deben utilizar mezclas con una composición más densa y que se puedan esparcir eficazmente.

- Por lo cual nosotros trabajaremos de la tabla 5. con consistencia plástica, para tener una mezcla de concreto trabajable.

**Tabla 6**

*Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción*

<b>Tipos de construcción</b>	<b>Revenimiento (cm)</b>	
	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
- Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
- Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	8	2
- Vigas y muros reforzados	10	2
- Columnas	10	2
- Pavimentos y losas	8	2
- Concreto ciclópeo y masivo	5	2

Fuente: Enrique Riva López, "Diseño de mezclas".

La determinación del asentamiento de las mezclas de concreto por el método del Cono de Abrams se realiza de acuerdo a las recomendaciones de la norma NTP 39 035.

El concreto deberá tener una consistencia plástica proporcional con un asentamiento de 3 a 4 pulgadas (75 a 100 mm) al compactarse con vibración y no más de cinco pulgadas (125 mm o menos) cuando se compacta con varilla.

### 3.2.6 Estimación del agua de mezclado

La tabla 7, preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

**Tabla 7**

*Volumen unitario de agua*

Agua, en lt/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados								
Asentamiento	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"	
<b>Concretos sin aire incluido</b>								
1" a 2"	250	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	205	193	175	170	160	140
6" a 7"	240	230	210	205	185	180	170	-

Fuente: Enrique Riva López, "Diseño de mezclas".

- Por tanto, para una mezcla de consistencia plástica (volumen 3" - 4") y cuyo tamaño nominal máximo sea 1", y el material no tenga el perfil y volumen unitario de agua calculado de la tabla 7, es de 193 l/m<sup>3</sup>.

### 3.2.7 Aire atrapado

Dado que la adición de aire no se considera en el diseño de la mezcla, solo tendrá aire atrapado en la mezcla de concreto.

**Tabla 8**

*Aire atrapado en el concreto*

asentamiento o SLUMP (mm)	Agua en $\text{lt/m}^3$ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados.							
	10mm (3/8")	12.5mm (1/2")	20mm (3/4")	25mm (1")	40mm (1½")	50mm (2")	70mm (3")	150mm (6")
Concretos sin aire incorporado								
Cantidad aproximada de aire atrapado (%).	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Fuente: Enrique Riva López, "Diseño de mezclas".

- Según el tamaño nominal máximo del agregado grueso es de 1", en la Tabla 8 se proporciona información sobre un 1,5% de aire restante en el concreto.

### 3.2.8 Selección de la relación agua/cemento (a/c)

En esta etapa se consideró la elección de la relación agua/cemento de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona urbana de Puno, donde el concreto está expuesto a procesos de congelamiento y deshielo, lo que asegura su durabilidad.

**Tabla 9**

*Relación agua - cemento*

Resistencia a la compresión a los 28 días ( $f'_{cr}$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Enrique Riva López, "Diseño de mezclas".

Interpolamos los datos necesarios de la tabla 9.

$$\left[ \begin{array}{cc} 300.0 \text{ kg/cm}^2 & 0.55 \\ 294.0 \text{ kg/cm}^2 & X \\ 250.0 \text{ kg/cm}^2 & 0.62 \end{array} \right]$$

Interpolando tenemos:

$$X = \frac{294 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * (0.55 - 0.62)}{300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + 0.62$$

$$X=0.56$$

Entonces la relación agua/cemento (a/c) es:

$$a/c = 0.56 \dots \dots \dots (\alpha)$$



### 3.2.9 Factor cemento

$$FC = \frac{\text{Agua de mezcla}}{a/c}$$

$$FC = \frac{193 \text{ l/m}^3}{0.56}$$

$$FC = 345.63 \text{ kg/m}^3$$

### 3.2.10 Bolsas de cemento por metro cubico m<sup>3</sup>

$$\text{Bolsa} = \frac{\text{Factor Cemento}}{\text{P. de la bolsa de cemento}}$$

$$\text{Bolsa} = \frac{345.63 \text{ kg/m}^3}{42.50 \text{ kg}}$$

$$\text{Bolsa} = 8.13 \text{ bolsas/m}^3$$

### 3.2.11 Cálculo de la cantidad de agregado grueso

Del procedimiento se tiene T.M.N = 1"

Determinando el módulo de fineza de agregado fino (MF) por la siguiente

formula:

$$Mf = \frac{N^a 4 + N^a 8 + N^a 16 + N^a 30 + N^a 50 + N^a 100}{100}$$

$$Mf = \frac{0.26 + 23.51 + 47.02 + 70.4 + 88.44 + 96.93}{100}$$

$$Mf = \frac{326.6}{100}$$

$$Mf = 3.27$$



**Tabla 10**

*Modulo fineza del agregado*

<i>Tamaño máximo del agregado grueso</i>	<i>volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino</i>			
	<b>Módulo de fineza del agregado fino</b>			
	<b>2.40</b>	<b>2.60</b>	<b>2.80</b>	<b>3.00</b>
<i>3/8 "</i>	0.50	0.48	0.46	<b>0.44</b>
<i>1/2 "</i>	0.59	0.57	0.55	<b>0.53</b>
<i>3/4 "</i>	0.66	0.64	0.62	0.60
<i>1 "</i>	0.71	0.69	0.67	0.65
<i>1 1/2 "</i>	0.76	0.74	0.72	0.70
<i>2 "</i>	0.78	0.76	0.74	0.72
<i>3 "</i>	0.81	0.79	0.77	0.75
<i>6 "</i>	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Enrique Riva López, "Diseño de mezclas".

De la tabla 10 como no se tiene el resultado deseado entonces interpolamos.

$$(-) \left[ \begin{array}{cc} 3.0 \text{ kg/cm}^2 & 0.65 \\ 3.27 \text{ kg/cm}^2 & X \\ 2.8 \text{ kg/cm}^2 & 0.67 \end{array} \right] (-)$$

$$X=0.62$$

$$a/c=0.62$$

Vol. Seco y compactado de A. grueso = 0.62

$$\text{Peso seco A. grueso} = 0.62 * 1664 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$



$$\text{Peso seco A. grueso} = 1037.54 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

### 3.2.12 Volumen absoluto de los materiales

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Factor Cemento}}{(\text{p.e. cemento})} = \frac{345.63 \text{ kg}}{2.85 \text{ g/cm}^3 * 1000} = 0.121 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{V. U. Agua de Mezclado}}{(\text{p.e. agua})} = \frac{193.00 \text{ kg/m}^3}{1000.0 \text{ kg/m}^3} = 0.193$$

$$\text{Aire} = \frac{\text{Aire atrapado}}{100} = \frac{1.50}{100.00} = 0.015$$

$$\text{A. grueso} = \frac{\text{Peso seco A. grueso}}{(\text{p.e.a. grueso})} = \frac{1037.54 \text{ kg/m}^3}{2.42 \text{ g/cm}^3 * 1000} = 0.429$$

$$\text{A. fino} = 1 - (\text{Cemento} + \text{Agua} + \text{Aire} + \text{A. grueso})$$

$$\text{A. fino} = 1 - (0.1213\text{m}^3 + 0.1930\text{m}^3 + 0.0150\text{m}^3 + 0.4294\text{m}^3)$$

$$\text{A. fino} = 0.241 \text{ m}^3$$

### 3.2.13 Pesos de diseño de los materiales

$$\text{Cemento} = 345.63 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{A. fino} = 0.2413 \text{ m}^3 * 2.51 * 1000 = 604.96 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{A. grueso} = 1037.54 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 193 \text{ lts/m}^3$$



### 3.2.14 Corrección del contenido de humedad del material de los agregados

$$\text{Cemento} = 345.63 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{A. fino} = \text{A.f. seco} \cdot \left[ \frac{100.00}{(100 - \%W_f)} \right] = 604.96 * \left[ \frac{1}{(1 - 0.0098)} \right] = 610.92 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{A. grueso} = \text{A.g. seco} \cdot \left[ \frac{100.00}{(100 - \%W_g)} \right] = 1037.54 * \left[ \frac{1}{(1 - 0.0088)} \right] = 1046.75 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua ef.} = 193 * \left[ \left[ \frac{1.0 - 3.2}{100} \right] 605.0 + \left[ \frac{0.9 - 3.0}{100} \right] 1037.5 \right] = 228.888 \text{ kg/m}^3$$

### 3.2.15 Humedad superficial

A. fino = contenido de humedad – absorción

$$\text{A. fino} = 0.0098 - 0.0319$$

$$\text{A. fino} = -0.0221$$

A. grueso = contenido de humedad – absorción

$$\text{A. grueso} = 0.008 - 0.0305$$

$$\text{A. grueso} = -0.0217$$

### 3.2.16 Aportes por humedad

Aporte humedad (A.F.) =  $W_{\text{sup. Fino}} \times \text{A. fino}$

$$\text{Aporte humedad (A.F.)} = -0.022 \times 604.692$$

$$\text{Aporte humedad (A.F.)} = -13.370$$

Aporte humedad (A.G.) =  $W_{\text{sup. Fino}} \times \text{A. grueso}$



$$\text{Aporte humedad (A.G.)} = -0.022 \times 1037.543$$

$$\text{Aporte humedad (A.G.)} = -22.51$$

$$\text{A. Humedad} = -13.370 + -22.51$$

$$\text{A. Humedad} = -35.88$$

$$\text{Agua ef.} = \text{V. agua} - \text{A humedad de agregados}$$

$$\text{Agua ef.} = 193 - (-35.884)$$

$$\text{Agua ef.} = 228.88 \text{ lt}$$

### 3.2.17 Relación agua/cemento efectivo

$$\text{A/C efectiva} = \frac{\text{agua efectiva}}{\text{cemento}}$$

$$\text{A/C efectiva} = \frac{228.88}{346 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}}$$

$$\text{A/C efectiva} = 0.66$$

### 3.2.18 Las proporciones en peso de obra serán

cemento : A. fina : A. gruesa : Agua

$$\frac{345.63}{345.63} : \frac{610.92}{345.63} : \frac{1046.75}{345.63} : \frac{228.88}{345.63}$$

$$1 : 1.77 : 3.03 : 0.66$$

### 3.2.19 Cálculo de las proporciones en volumen de obra

$$\text{Cemento} = 345.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 8.13 \text{Pies}^3$$



$$A. \text{ fino} = \frac{605.0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 35.31 \text{pies}^3}{1599 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 13.36 \text{ Pies}^3$$

$$A. \text{ grueso} = \frac{1037.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 35.31 \text{pies}^3}{1498 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 24.46 \text{ Pies}^3$$

$$\text{Agua} = 228.88 \text{ lts} / \text{m}^3$$

### 3.2.20 Las proporciones en volumen de obra serán

cemento : A. fina : A. gruesa : Agua

$$\frac{8.13}{8.13} : \frac{13.36}{8.13} : \frac{24.46}{8.13} : \frac{228.88}{8.13}$$

$$1 : 1.64 : 3.01 : 28.14$$

### 3.2.21 Estipulación de los pesos por tanda de una bolsa

$$\text{Cemento} = 1.00 \times 42.5 = 42.50 \text{ kg/ bolsa}$$

$$A. \text{ fino} = 1.64 \times 42.5 = 69.83 \text{ kg/ bolsa}$$

$$A. \text{ Grueso} = 3.01 \times 42.5 = 127.82 \text{ kg/ bolsa}$$

$$\text{Agua} = 0.66 \times 42.5 = 28.14 \text{ l/ bolsa}$$

### 3.2.22 Proporción mezcla

**Tabla 11**

*Proporción de materiales para Concreto Patrón (CP)*

N°	Descripción	En m <sup>3</sup>	proporción
1	Cemento	345.63 kg	15.48%
2	A. Fino	610.92 kg	27.37%
3	A. Grueso	1046.75 kg	46.89%
4	Agua efectiva	228.88 kg	10.25%
5	total	2232.19 kg	100.00%
6	polietileno	0.00 kg	0.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12**

*Proporción de materiales para Concreto muestra 01*

N°	Descripción	En m <sup>3</sup>	proporción
1	Cemento	345.63 kg	15.48%
2	A. Fino	610.92 kg	27.37%
3	A. Grueso	1046.75 kg	46.89%
4	Agua efectiva	228.88 kg	10.25%
5	total	2232.19 kg	100.00%
6	polietileno	22.32 kg	1.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13**

*Proporción de materiales para Concreto muestra 02*

N°	Descripción	En m <sup>3</sup>	proporción
1	Cemento	345.63 kg	15.48%
2	A. Fino	610.92 kg	27.37%
3	A. Grueso	1046.75 kg	46.89%
4	Agua efectiva	228.88 kg	10.25%
5	total	2232.19 kg	100.00%
6	polietileno	44.64 kg	2.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14***Proporción de materiales para Concreto muestra 03*

N°	Descripción	En m3	proporción
1	Cemento	345.63 kg	15.48%
2	A. Fino	610.92 kg	27.37%
3	A. Grueso	1046.75 kg	46.89%
4	Agua efectiva	228.88 kg	10.25%
5	total	2232.19 kg	100.00%
6	polietileno	66.97 kg	3.00%

Fuente: Elaboración propia

**3.2.22.1 Determinación de masas unitarias de muestras de briquetas.****Tabla 15***Cálculo de volumen*

<i>Descripción</i>	<i>Datos</i>
<i>radio</i>	<i>0.05 m</i>
<i>altura</i>	<i>0.2 m</i>
<i><math>\pi</math></i>	<i>3.14159265</i>

Fuente: Elaboración Propia

$$area = \pi r^2$$

$$area = 3.1416 * (0.05)^2$$

$$\text{Área} = 0.007854 \text{ m}^2$$

Volumen de la Briqueta (Probeta)

$$\text{Vol.} = \text{área} * \text{altura} = 0.007854 \text{ m}^2 * 0.20 \text{ m}$$

$$\text{Vol.} = 0.001571 \text{ m}^3$$

Es para una sola briqueta lo cual se necesita para el concreto convencional.

Se estima de 12 testigos de briqueta.

**Tabla 16**

*Dosificación de diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y adicionado con el porcentaje mencionado para cada muestra*

N°	Descripción	concreto	Concreto patrón	Concreto patrón adicionado con porcentaje de polietileno		
		en kg	en kg	1% kg	2% kg	3% kg
1	Cemento	345.6	4.238	4.238	4.238	4.238
2	A. Fino	610.9	7.488	7.488	7.488	7.488
3	A. Grueso	1047	12.83	12.83	12.83	12.83
4	Agua	228.9	2.808	2.808	2.808	2.808
5	% polietileno	0	0	0.274	0.5473	0.82095

Fuente: elaboración propia

Los datos presentados en la Tabla 16 son resultados de briquetas en peso bruto sin desperdicio, lo cual el porcentaje de polietileno se está considerando la suma total de materiales, sacando el 1 % es decir la suma total de materiales como cemento, arena fina, arena gruesa, agua. Sacando cálculos para las demás pruebas de peso de material se añadió el desperdicio del 5% y más para la prueba de la consistencia que se realizó antes de realizar el concreto para los moldes de briquetas, es decir para calcular el agua para cada prueba.

#### **Elaboración de la mezcla de concreto.**

Una vez obtenido el diseño de mezcla, se procedió a la elaboración del concreto para el vaciado del mismo en los moldes correspondientes para realizar los ensayos contemplados a fin de cumplir con los objetivos de la investigación, siendo el procedimiento de la norma ASTM C31 (Anexo 02), que se describe a continuación:

- Se empezó a pesar todos los materiales necesarios para la elaboración del concreto como el agregado grueso y fino, cemento, agua, y el material de polietileno de acuerdo al porcentaje requerido para cada dosificación.

### Figura 5

#### *Pesado de materiales*



Se necesitó una mezcladora de concreto para que realice la mezcla correspondiente de los materiales requeridos para el concreto experimental de acuerdo a lo necesario de cada tanda de mezcla.

### Figura 6

#### *Mezcladora de concreto*



Las briquetas fueron preparados con la mezcla de concreto correspondiente.

- Lo primero se consideró los materiales como agua y cemento, para luego incorporarle los agregados y el material polietileno. La mezcla

de diseño patrón se mezcló dentro de la mezcladora durante 1 a 2 minutos correspondiente, lo cual no sucedió cuando se agregó el adicional de material polietileno que requirió un minuto adicional, para su distribución en la mezcla sea uniformemente.

- Después de mezclar, se comprobó el asentamiento de la mezcla de concreto y luego se vertió en cada molde de briquetas.

### **Figura 7**

#### *Prueba de asentamiento del concreto*



- - Se fabricaron briquetas cilíndricas según las especificaciones de 4 pulgadas de diámetro y 8 pulgadas de altura. Además, se consideró una compactación similar con varilla lisa de 5/8" en tres etapas de 25 golpes por etapa, con el objetivo de reducir el espacio vacío en las muestras de prueba de concreto.

### Figura 8

*Concreto en cubo y puesto a molde*



Una vez teniendo ya el concreto en los moldes de briquetas, se espera 24 horas para retirar del molde para después poner en agua para su respectivo curado de las briquetas durante 28 días.

### Figura 9

*Concreto de muestras en moldes y desencofrado de los moldes*



## Figura 10

*Curado de concreto de las muestras de briqueta*



### 3.2.22.2 Ensayos Realizados

#### 3.2.22.2.1 Ensayos de concreto

**Tabla 17**

*Ensayos de concreto que se realizaron.*

Descripción	Norma	Título
1	NTP 339.035	Medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams
2	NTP 339.034	Esfuerzo a compresión en muestras cilíndricas de concreto

Fuente: elaboración propia

#### 3.2.22.2.2 Ensayo de asentamiento o revenimiento con el cono de Abrams (ASTM-C143)

Después de tener el diseño de mezcla correspondiente se procedió a realizar en estado fresco la prueba de SLUMP, es decir este ensayo se realiza para controlar el asentamiento de la mezcla de concreto, con el fin



de saber el diseño del contenido de agua es el ideal al igual de saber si el concreto es trabajable.

Esta prueba se realizó según la norma ASTM-C143. Y para realizar esta prueba se utiliza un molde, que es un cono de tallo de 20 cm de alto con un diámetro de base de 10 cm en la parte inferior y un diámetro de 10 cm en la parte superior. Para compactar el concreto se utiliza una barra de acero lisa con extremo semiesférico de 5/8" de diámetro y 60 cm de largo.

- Equipo
- Varilla Lisa de 5/8"
- Cono de Abrams
- **Descripción del proceso del cono de abrams**
  - El cono de Abrams se coloca sobre una superficie plana y humedecida y se mantiene en su lugar sujetándolo al costado del molde. Luego se vierte una capa de concreto de un tercio del volumen del molde cónico Abrams. Luego se compacta con una varilla lisa, dando 25 golpes uniformemente a la mezcla de concreto bajo prueba.
  - Luego inmediatamente se vuelve a colocar la segunda capa, que sería la segunda capa, con el mismo procedimiento de un tercio del volumen y refuerzo para que la barra penetre en la siguiente capa

Finalmente se vierte el concreto colocando la tercera capa, la cual se debe rellenar con un poco de exceso de mezcla y luego nivelar al nivel del cono, para

que el concreto quede compactado al nivel del cono. Después de rellenar y nivelar el encofrado con la mezcla de concreto, se levanta verticalmente lenta y cuidadosamente.

El concreto fresco vertido en el cono de Abrams se asienta en el mismo momento, la diferencia entre la altura del encofrado y la altura de la mezcla fresca se llama Slump, el descenso del concreto si cumple con la trabajabilidad según el plan de mezcla.

El procedimiento no debería durar más de 2 minutos de principio a fin, de los cuales el desmontaje no tardará más de cinco segundos.

### **Figura 11**

*Asentamiento o revenimiento del concreto*



#### **3.2.22.3 Resistencia a la compresión**

Esta prueba se realizó según ASTM C39 y consiste en aplicar una carga axial continua en la parte superior de la briqueta hasta que la briqueta de prueba se rompa, con la relación resultante de resistencia a la compresión. cargue en el área media de la briqueta antes de que la briqueta se rompa. La resistencia a la compresión se utiliza debido a la conveniencia de



realizar pruebas y al hecho de que la mayoría de las propiedades del concreto mejoran al aumentar la durabilidad. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). (Abanto Castillo, 1996).

La resistencia a la compresión de la probeta cilíndrica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$f'c = P / A \text{ (kg/cm}^2\text{); } A = \pi\phi^2 / 4$$

Dónde:

$f'c$ : Es la resistencia de rotura a la compresión del concreto. (kg/cm<sup>2</sup>).

$P$ : Carga de rotura (kg).

$\phi$ : Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).

$A$ : Área promedio de la probeta (cm<sup>2</sup>).

- **Equipo**
  - Máquina de prueba.
  - Bloques de acero sobre superficies duras. (anillos con neopreno).

**Figura 12**

*El molde endurecido sometido a la compresión*



**Figura 13**

*Sometido a la compresión a la resistencia a su máxima*



#### **3.2.22.4 Peso específico de muestra de concreto**

El peso volumétrico en estado endurecido se calculó basándose sobre las dimensiones de los cilindros a los 7 y 28 días. (Advanced Materials Research Center Division of Deterioration Materials Corrosion Department, 2011).

### Figura 14

*La briqueta endurecida sobre una balanza pesada*



El cálculo de este dato resulta de mucho interés puesto que nos indica de qué manera afecta la adición de los materiales de reciclaje, una característica física tan fundamental como lo es el peso. El peso específico se define como la cantidad de peso contenida en una unidad de volumen (Hernández, 2011). Por lo tanto, se calculó mediante la expresión:

$$\gamma = P/Vol.$$

Donde:

$\gamma$  = Peso específico

$P$  = Peso de la probeta

$Vol.$  = Volumen de la probeta



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 RESULTADOS

##### 4.1.1 Resultados de los procedimientos realizados

El siguiente capítulo proporciona un resumen detallado de las pruebas realizadas a los agregados utilizados en el estudio. El cálculo de la resistencia a la compresión se realizó de acuerdo con el diseño de mezcla preparado por el método de diseño del Comité 211 de ACI para una resistencia de diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

Luego de realizar el concreto procedió a la elaboración de las probetas. Se realizaron testigos sin ningún tipo de adición y testigos a los cuales se les adicionó el material de Polietileno en porcentajes de 1%, 2% y 3%, y determinar el porcentaje ideal que permitirá tener una mejora sobre la resistencia promedio del concreto sin modificar demasiado sus propiedades físicas. Las probetas se sometieron a 7, 14 y 28 días del curado, las probetas se sometieron a la prueba de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

La preparación de las muestras de ensayo se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concretos de GEOTECNIA INGENIERÍA SCRL en la ciudad de Puno.

A continuación, se presentan los resultados de las pruebas realizadas de los agregados en el laboratorio de la cantera de estudio.



## Cantera Viluyo - Laraqueri – Puno

Los experimentos de cartera se realizaron en el Laboratorio de Construcción de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de Puno Altiplano, los resultados de los experimentos se describen en la tabla 18.

**Tabla 18**

*Resumen de ensayos de agregados*

<i>Descripción</i>	<i>A. Fino</i>	<i>A. Grueso</i>
<i>Peso específico</i>	2.51 gr/cm <sup>3</sup>	2.42 gr/cm <sup>3</sup>
<i>Peso unitario suelto seco</i>	1599 kg/m <sup>3</sup>	1498 kg/m <sup>3</sup>
<i>Peso unitario compacto seco</i>	1715 kg/m <sup>3</sup>	1664 kg/m <sup>3</sup>
<i>Contenido de Humedad</i>	0.98%	0.88%
<i>Porcentaje de absorción</i>	3.19%	3.05%
<i>Módulo de Fineza</i>	3.27	7.13

Fuente: Elaboración Propia

### 4.1.2 Diseño de concreto

El diseño de concreto y el procedimiento seguido se describe en anexo 01.

**Tabla 19**

*Dosificación en peso*

Descripción	Volumen Absolutos	Pesos secos/m <sup>3</sup>	Humedad	Pesos kg/m <sup>3</sup>	Proporción
Cemento	0.121	345.630		345.63	1.00
Agregado fino	0.241	604.227	-13.36	610.12	1.77
Agregado grueso	0.429	1037.543	-22.51	1046.67	3.03
Agua	0.193	193.000	-35.9	228.87	28.14
Aire	0.015				

Fuente: Elaboración Propia



### **4.1.3 La resistencia del concreto de diseño**

Los resultados de compresión del concreto obtenidos se muestran en la Tabla 20 y los ensayos en las Tablas 21 y 22. El resultado muestra que cuando aumenta el porcentaje de polietileno en la mezcla, la resistencia del concreto disminuye. aparece en las muestras de experimento.

Las probetas de 01 a 12 son concreto patrón y Las probetas 13 a 24 son adicionado de 1 %, las probetas 25 a 36 son de adicionado el 2%, las probetas de 37 a 48 son adicionado del 3 %, lo cual para la rotura de la muestra se usa 4 muestras de cada uno como se ve en la tabla 20, tabla 21 y tabla 22 que son hechos las roturas a los 7, 14, 28 días

**Tabla 20**

*Resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días,*

N.º	Descripción	%	Edad días	Diámetro cm	Área cm	Lectura dialg kg	Resistencia alcanzada Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia de diseño Kg/cm <sup>2</sup>	% de resistencia	Promedio %	Promedio de resistencia Kg/cm <sup>2</sup>
1	Probeta N°01	0	7	10.1	80.12	11241.03	140.31	210	66.81		
2	Probeta N°02	0	7	10.1	80.12	11315.48	141.23	210	67.25	66.84	140.36
3	Probeta N°03	0	7	10.05	79.33	11092.15	139.83	210	66.58		
4	Probeta N°04	0	7	10.1	80.12	11223.54	140.09	210	66.71		
13	Probeta N°13	1	7	10.1	80.12	11533.10	143.95	210	68.55		
14	Probeta N°14	1	7	10.05	79.33	11533.10	145.39	210	69.23	68.58	144.01
15	Probeta N°15	1	7	10.05	79.33	11275.56	142.14	210	67.69		
16	Probeta N°16	1	7	10.08	79.80	11536.83	144.57	210	68.84		
25	Probeta N°25	2	7	10.1	80.12	11446.70	142.87	210	68.03		
26	Probeta N°26	2	7	10.05	79.33	11350.24	143.08	210	68.13	67.93	142.65
27	Probeta N°27	2	7	10.04	79.17	11318.09	142.96	210	68.08		
28	Probeta N°28	2	7	10.1	80.12	11350.24	141.67	210	67.46		
37	Probeta N°37	3	7	10.05	79.33	11258.37	141.92	210	67.58		
38	Probeta N°38	3	7	10.05	79.33	11127.84	140.28	210	66.80	67.19	141.10
39	Probeta N°39	3	7	10.1	80.12	11206.16	139.87	210	66.60		
40	Probeta N°40	3	7	10.05	79.33	11291.00	142.33	210	67.78		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21**

*Resistencia a la compresión a los 14 días*

N.º	Descripción	%	Edad días	Diámetro cm	Área cm	Lectura dialg kg	Resistencia alcanzada Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia de diseño Kg/cm <sup>2</sup>	% de resistencia	Promedio %	Promedio de resistencia Kg/cm <sup>2</sup>
5	Probeta N°05	0	14	10.1	80.12	15330.56	191.35	210	91.12		
6	Probeta N°06	0	14	10.02	78.85	15000.45	190.23	210	90.59	90.75	190.57
7	Probeta N°07	0	14	10.1	80.12	15180	189.47	210	90.22		
8	Probeta N°08	0	14	10.05	79.33	15168.72	191.22	210	91.06		
17	Probeta N° 17	1	14	10.1	80.12	15463.94	193.01	210	91.91		
18	Probeta N° 18	1	14	10.05	79.33	15429.27	194.5	210	92.62	92.42	194.09
19	Probeta N° 19	1	14	10.0	78.54	15332.19	195.22	210	92.96		
20	Probeta N° 20	1	14	10.05	79.33	15359.93	193.63	210	92.2		
29	Probeta N°29	2	14	10.1	80.12	15373.18	191.88	210	91.37		
30	Probeta N°30	2	14	10.05	79.33	15304.86	192.93	210	91.87	91.62	192.41
31	Probeta N°31	2	14	10.1	80.12	15407.35	192.31	210	91.57		
32	Probeta N°32	2	14	10.05	79.33	15270.7	192.5	210	91.67		
41	Probeta N°41	3	14	10.05	79.33	15100.09	190.35	210	90.64		
42	Probeta N°42	3	14	10.05	79.33	15202.37	191.64	210	91.26	90.82	190.72
43	Probeta N°43	3	14	10	78.54	14951.12	190.36	210	90.65		
44	Probeta N°44	3	14	10.1	80.12	15264.42	190.52	210	90.73		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22**

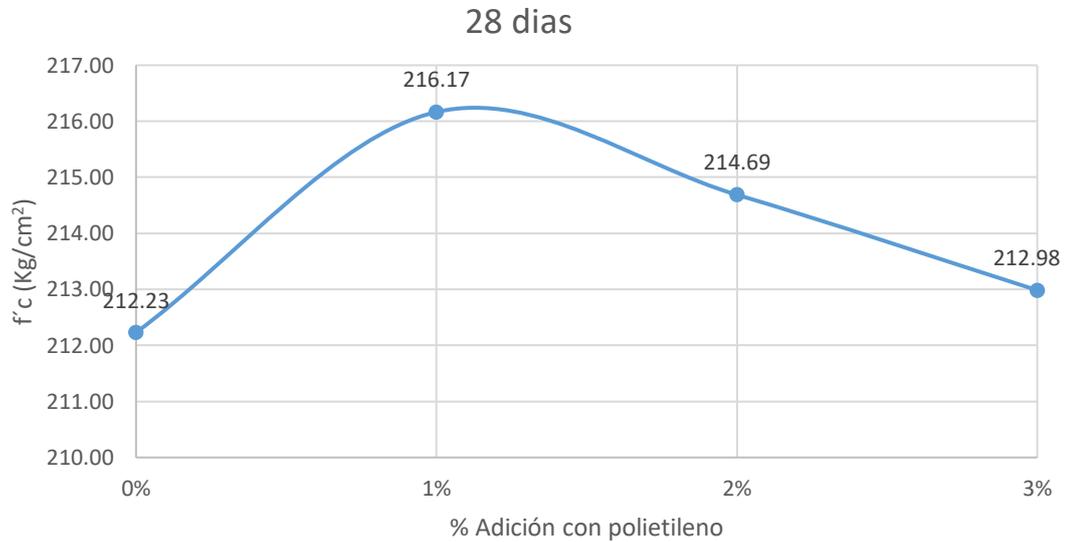
*Resistencia a la compresión a los 28 días*

N.º	Descripción	%	Edad días	Diámetro cm	Área cm	Lectura dialg kg	Resistencia alcanzada Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia de diseño Kg/cm <sup>2</sup>	% de resistencia	Promedio %	Promedio de resistencia Kg/cm <sup>2</sup>
9	Probeta N°09	0	28	10.05	79.33	16824.74	212.09	210	101		
10	Probeta N°10	0	28	10.2	81.71	17278.64	211.46	210	100.69	101.06	212.23
11	Probeta N°11	0	28	10.1	80.12	17005.85	212.26	210	101.08		
12	Probeta N°12	0	28	10.05	79.33	16905.67	213.11	210	101.48		
21	Probeta N°21	1	28	10.1	80.12	17320.45	216.19	210	102.95		
22	Probeta N°22	1	28	10.05	79.33	17101.87	215.59	210	102.66	102.94	216.17
23	Probeta N°23	1	28	10.05	79.33	17221.23	217.09	210	103.38		
24	Probeta N°24	1	28	10.1	80.12	17289.43	215.8	210	102.76		
33	Probeta N°33	2	28	10.1	80.12	17121.6	213.7	210	101.76		
34	Probeta N°34	2	28	10.05	79.33	17057.35	215.03	210	102.39	102.23	214.69
35	Probeta N°35	2	28	10	78.54	16832.49	214.32	210	102.06		
36	Probeta N°36	2	28	10.1	80.12	17282.21	215.71	210	102.72		
45	Probeta N°45	3	28	10.05	79.33	16899.3	213.03	210	101.44		
46	Probeta N°46	3	28	10.05	79.33	16866.75	212.62	210	101.25	101.42	212.98
47	Probeta N°47	3	28	10.1	80.12	17090.86	213.32	210	101.58		
48	Probeta N°48	3	28	10.05	79.33	16893.68	212.96	210	101.41		

Fuente: Elaboración propia

**Figura 15**

*Evolución de % con adición de polietileno a la resistencia a la compresión*



Se puede determinar que la resistencia máxima a alcanzada es de 216.17 kg/cm<sup>2</sup> con una adición de 1 % de material polietileno adicionado al concreto patrón de diseño con resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 23**

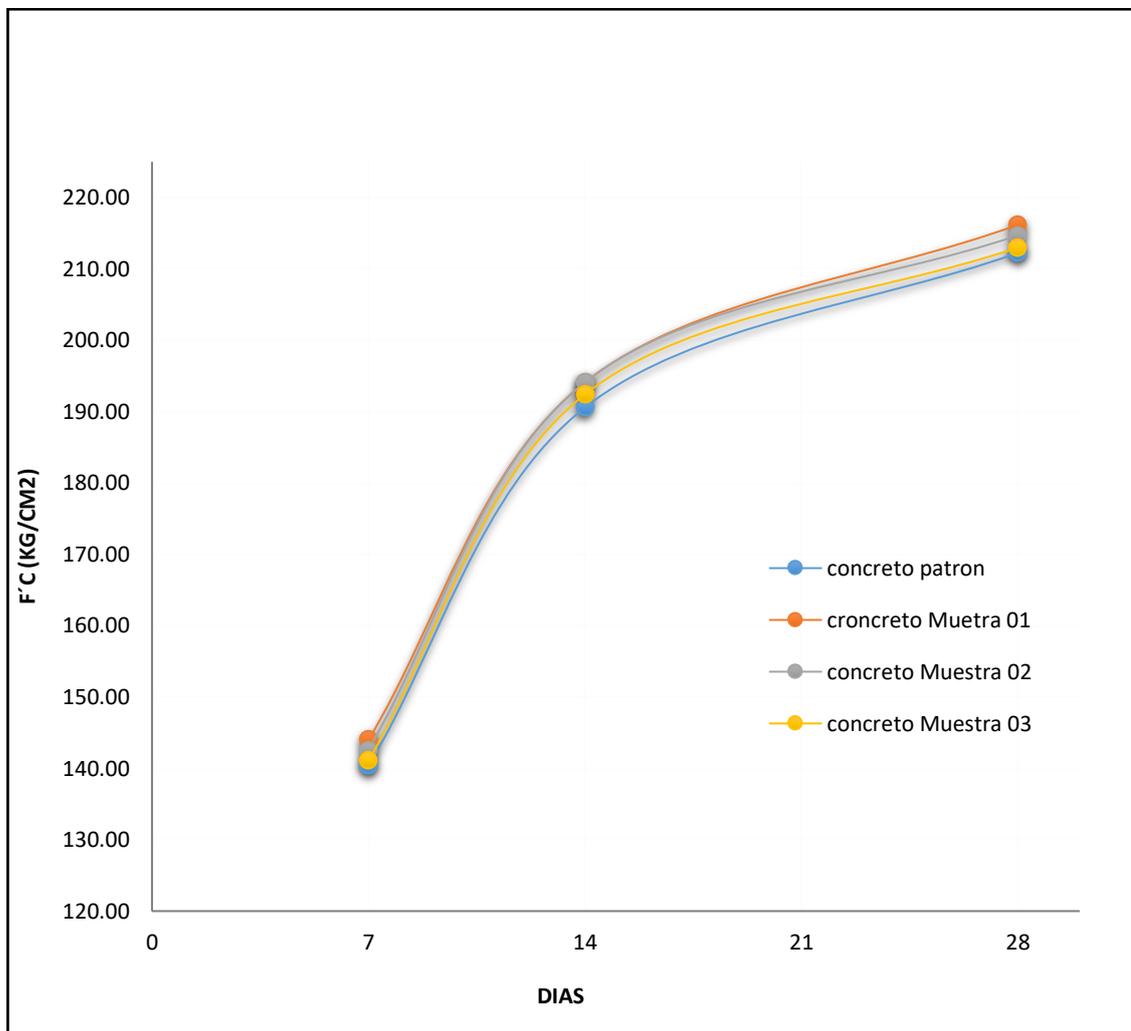
*Resumen de promedio de la resistencia a la compresión*

Descripción	% de adición de Polietileno	Edad Días	% de Resistencia	Promedio Kg/cm <sup>2</sup>
Concreto Patrón	0%	7	66.84%	140.36
	0%	14	90.75%	190.57
	0%	28	101.06%	212.23
Muestra - 01	1%	7	68.58%	144.01
	1%	14	92.42%	194.09
	1%	28	102.94%	216.17
Muestra - 02	2%	7	67.93%	142.65
	2%	14	91.62%	192.41
	2%	28	102.23%	214.69
Muestra - 03	3%	7	67.19%	141.10
	3%	14	90.82%	190.72
	3%	28	101.42%	212.98

Fuente: Elaboración propia

**Figura 16**

*Incremento de la resistencia a la compresión de los 7, 14 y 28 días, muestras prueba*

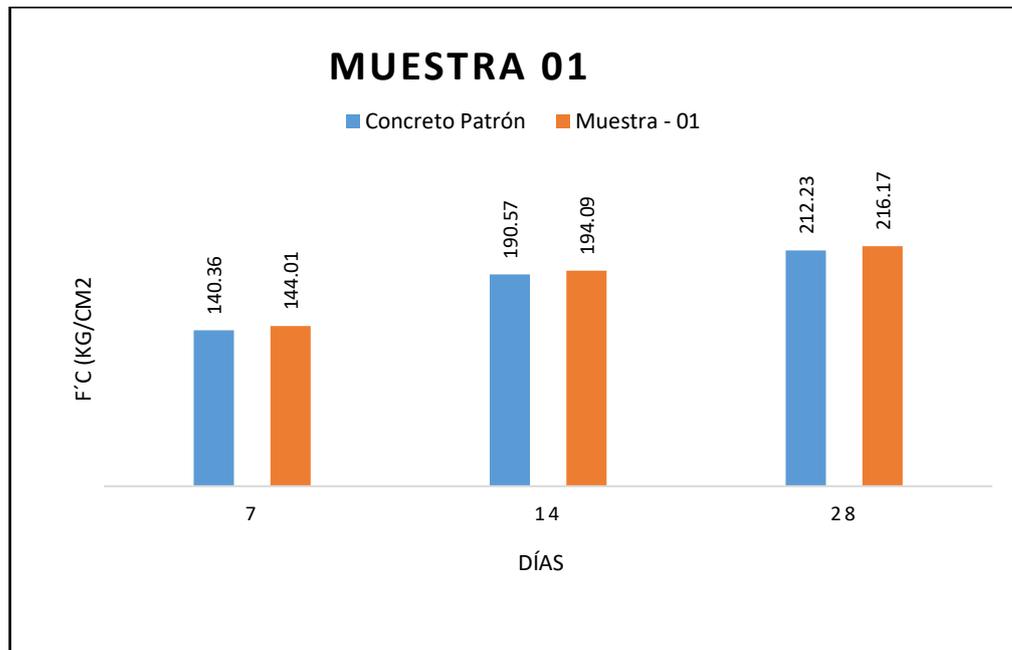


Comparando los datos de la Figura 17 se puede ver que la resistencia a la compresión de 28 días de edad, se obtiene para el concreto patrón es de 212.23 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzado así de la resistencia de diseño que es de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los Resultados de muestras de concreto de ensayo con porcentaje adicionado con material de polietileno de 1%, 2% y 3%. Se puede ver que el concreto de muestra es superior al concreto patrón, y tiende a disminuir de acuerdo al porcentaje de adicionado del material polietileno hasta llegar a un mínimo que es inferior al concreto patrón.

## Comparación de datos: Concreto Patrón - Concreto adicionado con polietileno incorporado a 1%

**Figura 17**

*Comparación de datos de días adicionado 1% de polietileno al concreto de diseño*



El resultado de promedio desarrollado a la compresión de concreto a los 7 días adicionado con polietileno de 1% es de 144.01 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia de compresión alcanzada por el concreto patrón es de 140.36 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa un aumento de resistencia en el concreto con adición de polietileno de 1% en 102.6% de acuerdo al concreto patrón, incrementando la resistencia de concreto de adicionado en 2.6%

El resultado de promedio desarrollado a la compresión de concreto de los 14 días adicionado con polietileno de 1% es de 194.09 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia de compresión alcanzada por el concreto patrón es de 190.57 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual representa un aumento de resistencia del concreto con adición de polietileno de 101.85% de acuerdo al concreto patrón, incrementándola resistencia de concreto de adicionado en 1.85%

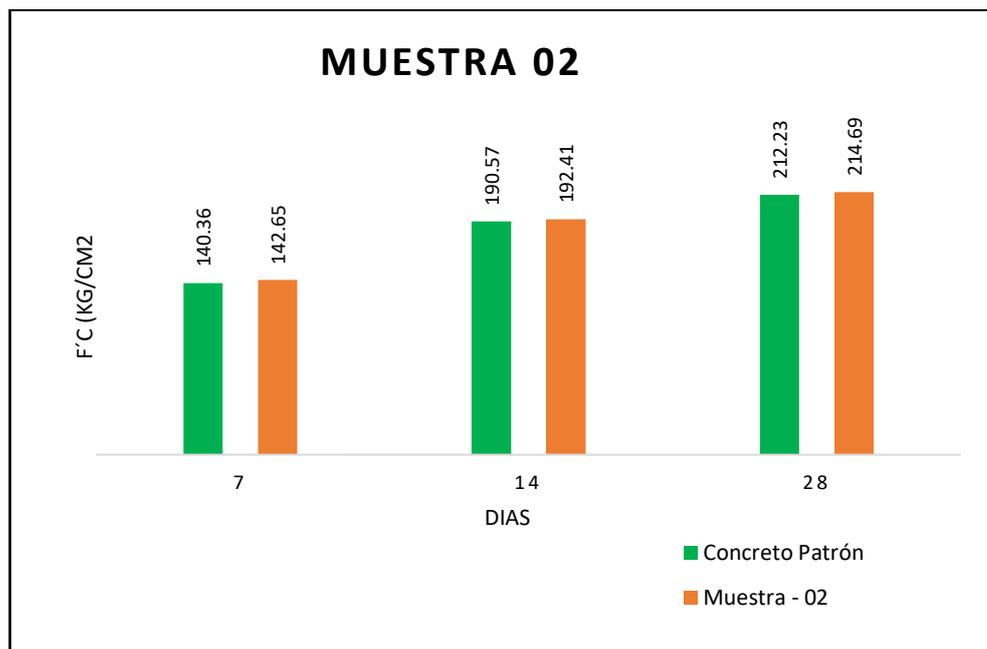
El resultado de promedio desarrollado a la compresión de concreto de los 28 días adicionado con polietileno de 1% es de 216.17 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia de compresión alcanzada por el concreto patrón es de 212.23 kg/cm<sup>2</sup> lo cual representa un concreto con

adición de polietileno de 101.85% de acuerdo al concreto patrón incrementando la resistencia de concreto de adicionado en 1.85%

### Comparación de datos: Concreto Patrón - Concreto adicionado con polietileno incorporado a 2%

Figura 18

Comparación de datos de días adicionado 2% de polietileno al concreto de diseño



El resultado de promedio desarrollado a la compresión de concreto de los 7 días adicionado con polietileno de 2% es de 142.65 kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia de compresión alcanzada por el concreto patrón es de 140.36 kg/cm<sup>2</sup> lo cual representa un aumento del concreto con adición de polietileno de 101.63% de acuerdo al concreto patrón, incrementando la resistencia del concreto de adicionado en 1.63 %.

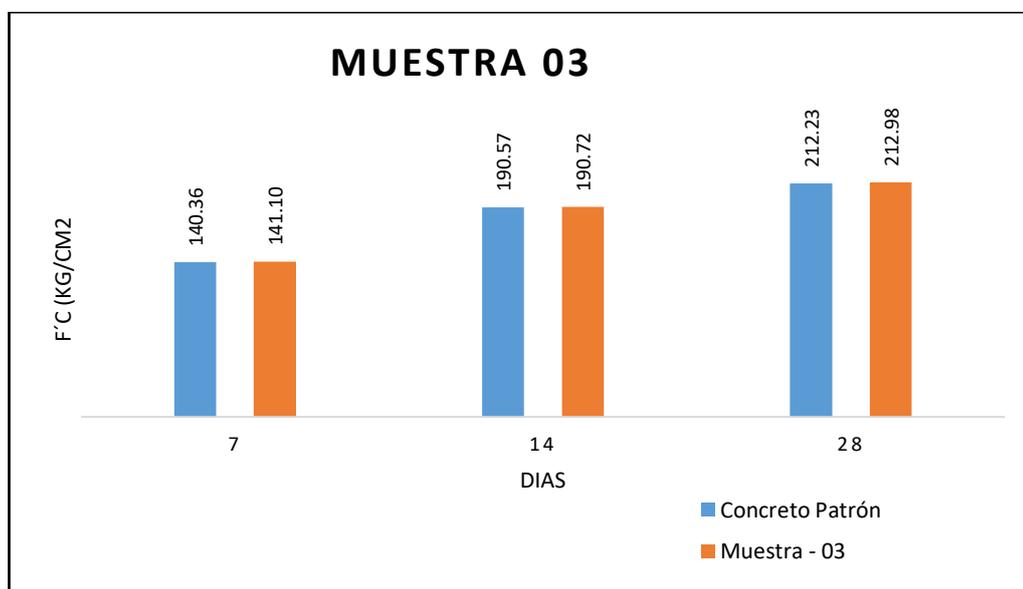
El resultado de promedio desarrollado a la compresión de concreto de los 14 días adicionado con polietileno de 2% es de 190.57 kg/cm<sup>2</sup>, a la resistencia de compresión alcanzada por el concreto patrón 192.41 kg/cm<sup>2</sup> lo cual representa un concreto con adición de polietileno de 100.97% de acuerdo al concreto patrón, incrementando una resistencia de concreto de adicionado en 0.97%.

El resultado de promedio desarrollado a la compresión de concreto de los 28 días adicionado con polietileno de 2% es de 214.69 kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia de compresión alcanzada por el concreto patrón es de 212.23 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual representa un aumento de la resistencia del concreto con adición de polietileno de 101.16% de acuerdo al concreto patrón, incrementando una resistencia de concreto de adicionado en 1.16%.

### Comparación de datos: Concreto Patrón - Concreto adicionado con polietileno incorporado a 3%

**Figura 19**

*Comparación de datos de días adicionado 3% de polietileno al concreto de diseño*



El resultado de promedio desarrollado a la compresión de concreto de los 7 días adicionado con polietileno de 3% es de 141.10 kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia de compresión alcanzada por el concreto patrón es de 140.36 kg/cm<sup>2</sup> lo que representa un aumento del concreto con adición de polietileno de 100.53% de acuerdo al concreto patrón, incrementándose la resistencia de concreto de adicionado en 0.53%.

El resultado de promedio desarrollado a la compresión de concreto de los 14 días adicionado con polietileno de 3% es de 192.41kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia de compresión alcanzada por el concreto patrón es de 190.57 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual representa un aumento de



la resistencia del concreto con adición de polietileno de 100.08% de acuerdo al concreto patrón, incrementando la resistencia de concreto de adicionado de 0.08%.

El resultado de promedio desarrollado a la compresión de concreto de los 28 días adicionado con polietileno de 3% es de 212.98 kg/cm<sup>2</sup>, y la resistencia de compresión alcanzada por el concreto patrón es de 212.23 kg/cm<sup>2</sup> lo cual representa un aumento de resistencia del concreto con adición de polietileno de 100.36% de acuerdo al concreto patrón, incrementando la resistencia del concreto de adicionado en 0.36%.

## **Discusión de resultados**

### **4.3.1 resultado de porcentaje de material polietileno en la resistencia a la compresión del concreto**

La resistencia a la compresión del concreto adicionado se incrementa de acuerdo al porcentaje de material adicionado de polietileno a los 28 días de prueba a la compresión de la resistencia de concreto, teniendo un resultado de 1.85%, 1.16% y 0.36 adicionado de 1%, 2% y 3% de material de polietileno, lo cual se puede ver en la figura 16. También se puede observar cómo tiende a disminuir la resistencia de acuerdo al concreto de compresión del concreto patrón adicionando un porcentaje con un material de polietileno, obteniendo un resultado positivo que se observa en la figura 17. En conclusión, se observa que al adicionar el porcentaje de material de polietileno tiende a disminuir la resistencia del concreto con respecto al concreto patrón.

#### 4.1.3.1 Comparación de variación de peso específicos de muestra de probetas

#### Comparación de datos: Concreto Patrón - Concreto adicionado con polietileno incorporado a 1%

**Tabla 24**

*Cálculo de peso de probetas a los 7 días, concreto patrón (CP) y Concreto de Muestras*

Descripción	Muestra de %	Edad días	Diámetro cm	Área cm	Altura (cm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso de probeta (gr)	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )
Probeta N°01			10.02	78.85	20.00	1577.09	3604.6	2.29	
Probeta N°02	0%	7	10.05	79.33	20.00	1586.54	3597.3	2.27	2.27
Probeta N°03			10.1	80.12	20.00	1602.37	3602.12	2.25	
Probeta N°04			10.02	78.85	20.00	1577.09	3598.02	2.28	
Probeta N°13			10.1	80.12	20.00	1602.37	3593.8	2.24	
Probeta. N°14	1%	7	10.02	78.85	20.00	1577.09	3583.9	2.27	2.26
Probeta. N°15			10.04	79.17	20.00	1583.39	3586.23	2.26	
Probeta N°16			10.05	79.33	20.00	1586.54	3589.12	2.26	
Probeta. N°25			10.05	79.33	20.00	1586.54	3532.8	2.23	
Probeta N°26	2%	7	10.02	78.85	20.00	1577.09	3521.8	2.23	2.19
Probeta N°27			10	78.54	20.00	1570.8	3520.31	2.24	
Probeta N°28			10.5	86.59	20.00	1731.8	3526.35	2.04	
Probeta N°37			10	78.54	20.00	1570.8	3493.7	2.22	
Probeta N°38	3%	7	10.05	79.33	20.00	1586.54	3497.2	2.2	2.21
Probeta N°39			10.02	78.85	20.00	1577.09	3486.23	2.21	
Probeta N°40			10.05	79.33	20.00	1586.54	3490.65	2.2	

Fuente elaboración propia

**Tabla 25**

*Cálculo de peso de probetas a los 14 días, concreto patrón (CP) y Concreto de Muestras*

Descripción	Muestra %	Edad días	Diámetro Cm	Área cm	Altura (cm)	Vol. (cm <sup>3</sup> )	Peso de probeta (gr)	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )
Probeta N°05			10.02	78.85	20.00	1577.086	3671.8	2.33	
Probeta N°06	0%	14	10.05	79.33	20.00	1586.544	3665.7	2.31	2.31
Probeta N°07			10.05	79.33	20.00	1586.544	3668.25	2.31	
Probeta N°08			10.1	80.12	20.00	1602.369	3675.21	2.29	
Probeta N°17			10.05	79.33	20.00	1586.544	3659.9	2.31	
Probeta N°18	1%	14	10.05	79.33	20.00	1586.544	3669.6	2.31	2.31
Probeta N°19			10	78.54	20.00	1570.796	3665.21	2.33	
Probeta N°20			10.1	80.12	20.00	1602.369	3674.01	2.29	
Probeta N°29			10.02	78.85	20.00	1577.086	3592.2	2.28	
Probeta N°30			10.05	79.33	20.00	1586.544	3602.8	2.27	
Probeta N°31	2%	14	10.1	80.12	20.00	1602.369	3605.12	2.25	2.27
Probeta N°32			10.05	79.33	20.00	1586.544	3598.62	2.27	
Probeta N°41			10	78.54	20.00	1570.796	3553.6	2.26	
Probeta N°42	3%	14	10.05	79.33	20.00	1586.544	3558.2	2.24	2.25
Probeta N°43			10.05	79.33	20.00	1586.544	3550.23	2.24	
Probeta N°44			10.02	78.85	20.00	1577.086	3548.32	2.25	

Fuente elaboración propia

**Tabla 26**

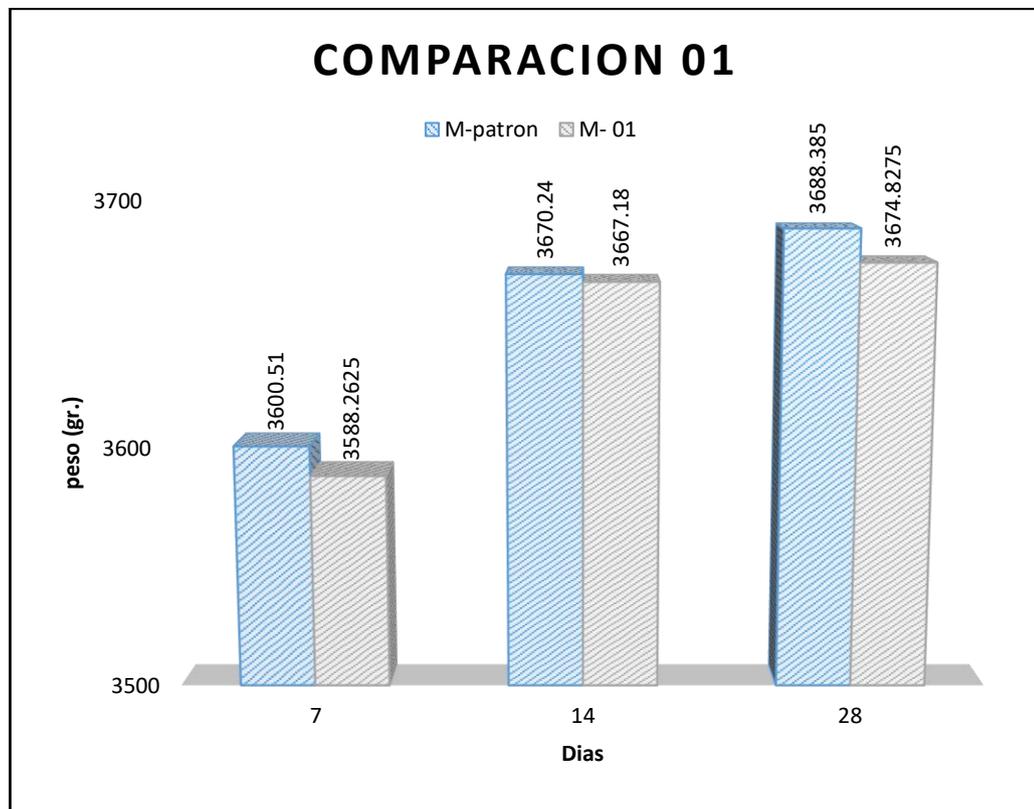
*Cálculo de peso de probetas a los 28 días, concreto patrón (CP) y Concreto de Muestras*

Descripción	Muestra de %	Edad días	Diámetro cm	Área cm	Altura (cm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso de probeta. (gr)	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )
Probeta N°09			10.1	80.12	20.00	1602.37	3697.8	2.31	
Probeta N°10	0%	28	10.05	79.33	20.00	1586.54	3680.1	2.32	2.33
Probeta N°11			10.05	79.33	20.00	1586.54	3690.35	2.33	
Probeta N°12			10.02	78.85	20.00	1577.09	3685.29	2.34	
Probeta N°21			10.1	80.12	20.00	1602.37	3688.6	2.3	
Probeta N°22			10	78.54	20.00	1570.8	3660.9	2.33	2.32
Probeta N°23	1%	28	10.02	78.85	20.00	1577.09	3670.25	2.33	
Probeta N°24			10.05	79.33	20.00	1586.54	3679.56	2.32	
Probeta N°33			10.1	80.12	20.00	1602.37	3618.6	2.26	
Probeta N°34			10.05	79.33	20.00	1586.54	3609.3	2.27	
Probeta N°35	2%	28	10.05	79.33	20.00	1586.54	3610.25	2.28	2.28
Probeta N°36			10.02	78.85	20.00	1577.09	3605.23	2.29	
Probeta N°45			10.02	78.85	20.00	1577.09	3573.8	2.27	
Probeta N°46			10.1	80.12	20.00	1602.37	3582	2.24	2.26
Probeta N°47	3%	28	10.1	80.12	20.00	1602.37	3579.25	2.23	
Probeta N°48			10.05	79.33	20.00	1586.54	3576.23	2.25	

Fuente elaboración propia

**Figura 20**

*Comparación de pesos adicionado 1% de polietileno al concreto de diseño por días de curado*



El peso de las muestras a los 7 días adicionado con polietileno de 1% en promedio es de 3588.2625 gramos, y la muestra de concreto patrón en promedio presenta un peso de 3600.51 gramos, concluyendo que la adición de polietileno disminuye el peso del concreto.

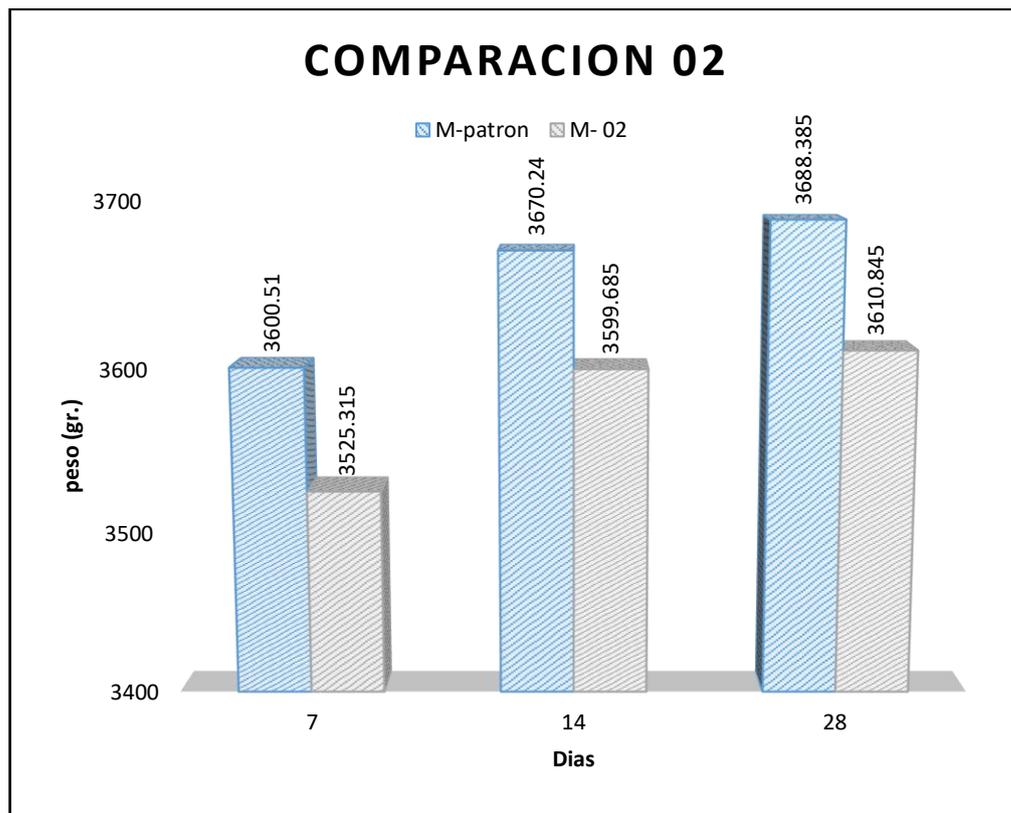
El peso de las muestras a los 14 días adicionado con polietileno de 1% es en promedio de 3667.18 gramos, y la muestra de concreto de patrón su peso en promedio es de 3670.24 gramos, concluyendo que el polietileno disminuye el peso del concreto patrón.

El peso de las muestras a los 28 días adicionado con polietileno de 1% es en promedio de 3674.82 gramos, y la muestra de concreto de patrón su peso en promedio es

de 3688.385 gramos, concluyendo que el polietileno disminuye el peso del concreto patrón.

### Figura 21

*Comparación de pesos adicionado 2% de polietileno al concreto de diseño de acuerdo de los días*



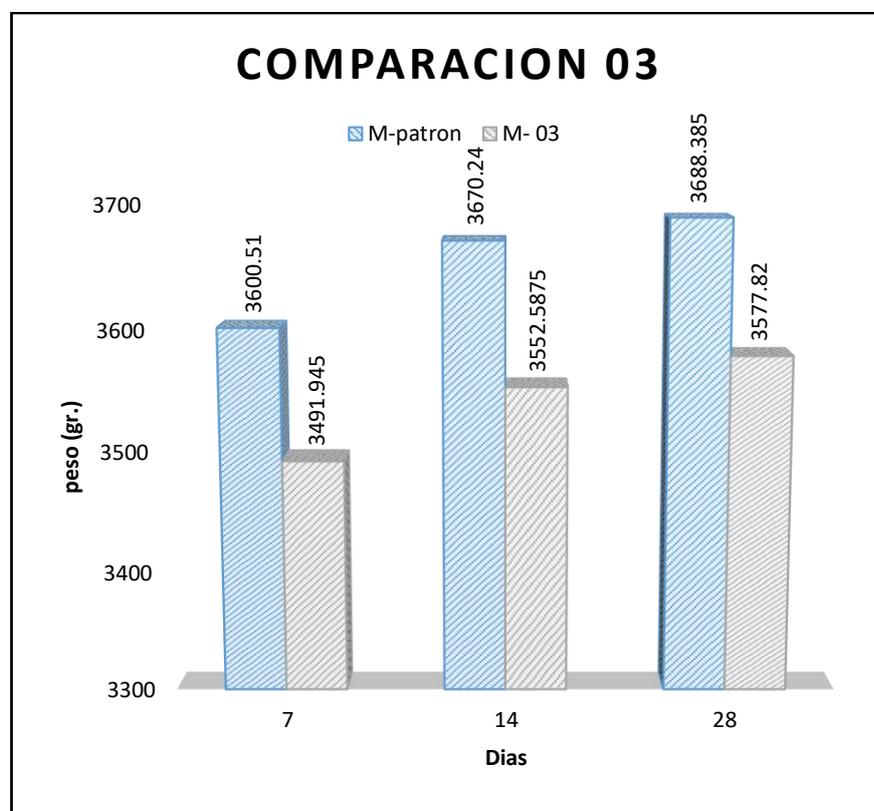
El peso de las muestras a los 7 días adicionado con polietileno de 2% es en promedio de 3525.315 gramos, y la muestra de concreto de patrón su peso en promedio es de 3600.51 gramos, concluyendo que el polietileno disminuye el peso del concreto patrón.

El peso de las muestras a los 14 días adicionado con polietileno de 2% es en promedio de 3599.685 gramos, y la muestra de concreto de patrón su peso en promedio es de 3670.24 gramos, concluyendo que el polietileno disminuye el peso del concreto patrón.

El peso de las muestras a los 28 días adicionado con polietileno de 2% es en promedio de 3610.845 gramos, y la muestra de concreto de patrón su peso en promedio es de 3688.385 gramos, concluyendo que el polietileno disminuye el peso del concreto patrón.

### Figura 22

*Comparación de pesos adicionado 3% de polietileno al concreto de diseño de acuerdo de los días*



El peso de las muestras a los 7 días adicionado con polietileno de 3% es en promedio de 3491.945 gramos, y la muestra de concreto de patrón su peso en promedio es de 3600.51 gramos, concluyendo que el polietileno disminuye el peso del concreto patrón.

El peso de las muestras a los 14 días adicionado con polietileno de 3% es en promedio de 3552.5875 gramos, y la muestra de concreto de patrón su peso en promedio

es de 3670.24 gramos, concluyendo que el polietileno disminuye el peso del concreto patrón.

El peso de las muestras a los 28 días adicionado con polietileno de 3% es en promedio de 3577.82 gramos, y la muestra de concreto de patrón su peso en promedio es de 3688.385 gramos, concluyendo que el polietileno disminuye el peso del concreto patrón.

## 4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 4.2.1 concreto patrón a los 28 días

Para calcular los análisis estadísticos, tenemos que seguir los siguientes pasos:

**Tabla 27**

*Muestra de probetas de Resistencia a la Compresión - 28 días*

Muestra	X
Probeta N°09	212.09 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°10	211.46 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°11	212.26 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°12	213.11 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

### Numero de datos

$$n = 04$$

### Sumatoria total de datos

$$\sum X = 212.09 + 211.46 + 212.26 + 213.11$$

$$\sum X = 848.92$$



### La media aritmética para datos no agrupados. (Promedio)

$$\bar{X} = \frac{X_1, X_1, X_1, \dots, X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{212.09 + 211.46 + 212.26 + 213.11}{4}$$

$$\bar{X} = 212.23 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu = 212.23 \text{ kg/cm}^2$$

### Desviación Estándar Para Datos No Agrupados

$$\begin{aligned} \sum (X_n - \bar{X})^2 &= (212.09 - 212.23)^2 + (211.46 - 212.23)^2 + \\ &(212.26 - 212.23)^2 + (213.11 - 212.23)^2 \end{aligned}$$

$$\sum (X_n - \bar{X})^2 = 1.399$$

$$S = \sqrt{\frac{(\sum_1^n (X_1 - \bar{X})^2)}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(213.09 - 212.23)^2 + (212.23 - 212.23)^2 + (212.26 - 212.23)^2 + (212.34 - 212.23)^2}{4 - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1.399}{3}}$$

$$S = 0.68 \text{ kg/cm}^2$$

### Coefficiente De Varianza

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$



$$CV = \frac{0.68}{212.23} \times 100$$

$$CV = 0.32\%$$

Según los datos calculados, coeficiente de variación y desviación estándar, se califica para este grupo de la siguiente manera:

Concreto en laboratorio < a 14.1

$S = 0.68 < 14.1$ , por lo que se puede considerar que los datos no presentan estadísticamente variaciones.

Concreto en laboratorio < a 2%

$CV = 0.32\% < 2\%$ , por lo que se puede considerar que los datos no presentan estadísticamente variaciones.

#### 4.2.1.1 Resistencia a la compresión – muestra n.º 01

Para calcular los análisis estadísticos, tenemos que seguir los siguientes pasos:

**Tabla 28**

*Muestra de probetas a 1% de Resistencia a la Compresión - 28 días*

Muestra	X
Probeta N°21	216.19 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°22	215.59 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°23	217.09 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°24	215.80 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia



### Numero de datos

$$n = 04$$

### Sumatoria total de datos

$$\sum X = 216.19 + 215.59 + 217.09 + 215.80$$

$$\sum X = 864.66$$

### La media aritmética para datos no agrupados. (Promedio)

$$\bar{X} = \frac{X_1, X_1, X_1, \dots, X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{216.19 + 215.59 + 217.09 + 215.80}{4}$$

$$\bar{X} = 216.17 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu = 216.17 \text{ kg/cm}^2$$

### Desviación Estándar Para Datos No Agrupados

$$\sum (X_n - \bar{X})^2 = (216.19 - 216.17)^2 + (215.59 - 216.17)^2 + (217.09 - 216.17)^2 + (215.80 - 216.17)^2$$

$$\sum (X_n - \bar{X})^2 = 1.399$$

$$S = \sqrt{\frac{(\sum_1^n (X_1 - \bar{X})^2)}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(216.19 - 216.17)^2 + (215.59 - 216.17)^2 + (217.09 - 216.17)^2 + (215.8 - 216.17)^2}{4 - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1.399}{3}}$$



$$S = 0.67$$

### Coefficiente De Varianza

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{0.67}{216.17} \times 100$$

$$CV = 0.31\%$$

Según los datos calculados, coeficiente de variación y desviación estándar, se califica para este grupo de la siguiente manera:

Concreto en laboratorio < a 14.1

$S = 0.67 < 14.1$ , por lo que se puede considerar que los datos no presentan estadísticamente variaciones.

Concreto en laboratorio < a 2%

$CV = 0.31\% < 2\%$ , por lo que se puede considerar que los datos no presentan estadísticamente variaciones.

#### 4.2.1.2 Resistencia a la compresión – muestra n.º 02

Para calcular los análisis estadísticos, tenemos que seguir los siguientes pasos:

**Tabla 29**

*Muestra de probetas a 2% de Resistencia a la Compresión - 28 días*

<b>Muestra</b>	<b>X</b>
Probeta N°33	213.70 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°34	215.03 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°35	214.32 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°36	215.71 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

**Numero de datos**

$$n=04$$

**a) Sumatoria Total De Datos**

$$\sum X = 213.70 + 215.03 + 214.32 + 215.71$$

$$\sum X = 858.75$$

**b) La Media Aritmética Para Datos No Agrupados. (Promedio)**

$$\bar{X} = \frac{X_1, X_1, X_1, \dots, X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{213.70 + 215.03 + 214.32 + 215.71}{4}$$

$$\bar{X} = 214.69$$

$$\mu = 214.69$$

**c) Desviación Estándar Para Datos No Agrupados**

$$\sum (X_n - \bar{X})^2 = (213.70 - 214.69)^2 + (215.03 - 214.69)^2 + (214.32 - 214.69)^2 + (215.71 - 214.69)^2$$



$$\Sigma(X_n - \bar{X})^2 = 2.261$$

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma_1^n (X_1 - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(213.70 - 214.69)^2 + (215.03 - 214.69)^2 + (214.32 - 214.69)^2 + (215.71 - 214.69)^2}{4 - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{2.261}{3}}$$

$$S = 0.87$$

**d) Coeficiente De Varianza**

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{0.67}{214.69} \times 100$$

$$CV = 0.40\%$$

Según los datos calculados, coeficiente de variación y desviación estándar, se califica para este grupo de la siguiente manera:

Concreto en laboratorio < a 14.1

$S = 0.87 < 14.1$ , por lo que se puede considerar que los datos no presentan estadísticamente variaciones.

Concreto en laboratorio < a 2%

$CV = 0.40\% < 2\%$ , por lo que se puede considerar que los datos no presentan estadísticamente variaciones.

### 4.2.1.3 Resistencia a la compresión – muestra n.º 03

Para calcular los análisis estadísticos, tenemos que seguir los siguientes pasos:

**Tabla 30**

*Muestra de probetas a 3% de Resistencia a la Compresión - 28 días*

Muestra	X
Probeta N°45	213.03 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°46	212.62 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°47	213.32 kg/cm <sup>2</sup>
Probeta N°48	212.96 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

#### Numero de datos

$$n = 04$$

#### Sumatoria total de datos

$$\sum X = 213.03 + 212.62 + 213.32 + 212.96$$

$$\sum X = 851.94$$

**La media aritmética para datos no agrupados. (Promedio)**

$$\bar{X} = \frac{X_1, X_1, X_1, \dots, X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{213.03 + 212.62 + 213.32 + 212.96}{4}$$

$$\bar{X} = 212.98$$

$$\mu = 212.98$$

#### Desviación Estándar Para Datos No Agrupados



$$\Sigma(X_n - \bar{X})^2 = (213.03 - 212.98)^2 + (212.62 - 212.98)^2 + (213.32 - 212.98)^2 + (212.96 - 212.98)^2$$

$$\Sigma(X_n - \bar{X})^2 = 0.246$$

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma_1^n (X_1 - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(213.03 - 212.98)^2 + (212.62 - 212.98)^2 + (213.32 - 212.98)^2 + (212.96 - 212.98)^2}{4 - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0.246}{3}}$$

$$S = 0.29$$

### **Coefficiente De Varianza**

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

$$CV = \frac{0.29}{212.98} \times 100$$

$$CV = 0.13\%$$

Según los datos calculados, coeficiente de variación y desviación estándar, se califica para este grupo de la siguiente manera:

Concreto en laboratorio < a 14.1

$S = 0.29 < 14.1$ , por lo que se puede considerar que los datos no presentan estadísticamente variaciones.

Concreto en laboratorio < a 2%

$CV = 0.13\% < 2\%$ , por lo que se puede considerar que los datos no presentan estadísticamente variaciones.

#### 4.2.1.4 Prueba de hipótesis.

La prueba de hipótesis se realizó con la comparación del concreto patrón y los concretos de muestras con 1%, 2% y 3% de polietileno.

#### 4.2.1.5 Concreto patrón con respecto al concreto de muestra 01 incorporado de polietileno de 1% a los 28 días

Parámetros: para los cálculos

**Tabla 31**

*Datos de resultados de análisis estadístico de concreto patrón -muestra 01 - 28 días*

Descripción	grupo 01	grupo 02
	concreto patrón	concreto de muestra 01
% de polietileno	0%	1%
número de muestras	4	4
Media	212.23	216.17
desviación estándar	0.68	0.67

Fuente elaboración propia

Hipótesis

Hipótesis Nula  $H_0: u_2 \leq u_1$

Hipótesis Alternativa  $H_1: u_2 > u_1$

**Nivel de significancia**

Para obtener el nivel de significancia, se obtiene al grado de uso de datos de acuerdo, como los datos son de uso de investigación, se utilizará el nivel de confianza de



95% con una significancia de 5%: con un  $\alpha = 0.05$  de acuerdo de la tabla de estadística se realiza una intersección con el resultado del grado de libertad.

Una vez calculado el valor calculado se aplicará la siguiente regla de decisión:

**$t_p \geq t$ : entonces se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ ;**

pero si es menor se acepta  $H_0$

**Para grado de libertad, es**

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

Obteniendo el resultado de grado libertad se busca hacer una intersección con  $\alpha=0.05$ , y resultado de grado de libertad obteniendo de la tabla de estadística.:  $t = 1.943$ .

**Prueba t-student**

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$t_p = 8.26$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$S_p = 0.67$$

Conclusión

Si  $t_p \geq t$  entonces se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

Entonces 8.26 es mayor o igual que 1.943 "Se rechaza  $H_0$ " y se acepta la  $H_1$

### Interpretación

$t < t_p$ ; teniendo el resultado 1.943 es menor que 8.26 se concluye que adicionando el material polietileno en 1% aumenta a la resistencia de la compresión de concreto.

#### 4.2.1.6 Concreto patrón con respecto al concreto de muestra 02 incorporado de polietileno de 2% a los 28 días

Parámetros: para los cálculos

**Tabla 32**

*Datos de resultados de análisis estadístico de concreto patrón -muestra 02 - 28 días*

Descripción	grupo 01 concreto patrón	grupo 02 concreto de muestra 01
% de polietileno	0%	2%
número de muestras	4	4
media	212.23	214.69
desviación estándar	0.68	0.87

Fuente elaboración propia

Hipótesis

Hipótesis Nula  $H_0: u_2 \leq u_1$

Hipótesis Alternativa  $H_1: u_2 > u_1$

Nivel de significancia

Para obtener el nivel de significancia, se obtiene al grado de uso de datos de acuerdo, como los datos son de uso de investigación, lo cual se utilizará el nivel de confianza de 95% con una significancia de 5%: entonces  $\alpha=0.05$  de acuerdo de la tabla de estadística, lo cual se realiza una intersección con el resultado den grado de libertad.

Una vez calculado el valor calculado " $t_p$ "  $\geq t$ :  $\alpha$  entonces se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ ; pero si es menor se acepta  $H_0$ .



**Para grado de libertad, es**

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

Obteniendo el resultado de grado libertad se busca hacer una intersección con  $\alpha = 0.05$ , y resultado de grado de libertad obteniendo de la tabla de estadística.:  $t = 1.943$ .

**Prueba t-student**

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$t_p = 4.45$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$S_p = 0.78$$

Conclusión

Si  $t_p \geq t$  entonces se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

Entonces 4.45 mayor o igual que 1.943 "Se rechaza  $H_0$ " y se acepta la  $H_1$

Interpretación

$t < t_p$ ; teniendo el resultado 1.943 menor que 4.45, se concluye que adicionando el material polietileno en 2% aumenta a la resistencia de la compresión de concreto.

#### **4.2.1.7 Concreto patrón con respecto al concreto de muestra 03 incorporado de polietileno de 3% a los 28 días**

Parámetros: para los cálculos

**Tabla 33***Datos de resultados de análisis estadístico de concreto patrón -muestra 03 - 28 días*

Descripción	grupo 01 concreto patrón	grupo 02 concreto de muestra 01
% de polietileno	0%	3%
número de muestras	4	4
Media	212.23	212.98
desviación estándar	0.68	0.29

Fuente elaboración propia

**Hipótesis**Hipótesis Nula  $H_0: u_2 \leq u_1$ Hipótesis Alternativa  $H_1: u_2 > u_1$ **Nivel de significancia**

Para obtener el nivel de significancia, se obtiene al grado de uso de datos de acuerdo, como los datos son de uso de investigación, lo cual se utilizará el nivel de confianza de 95% con una significancia de 5%: entonces  $\alpha=0.05$  de acuerdo de la tabla de estadística, lo cual se realiza una intersección con el resultado den grado de libertad

Una vez calculado el valor calculado " $t_p$ "  $\geq t: \alpha$  entonces se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ ; pero si es menor se acepta  $H_0$

**Para grado de libertad, es**

$$n_1 + n_2 - 2 = 6$$

Obteniendo el resultado de grado libertad se busca hacer una intersección con  $\alpha=0.05$ , y resultado de grado de libertad obteniendo de la tabla de estadística.:  $t=1.943$

### Prueba t-student

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$t_p = 2.04$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$S_p = 0.52$$

### Conclusión

Si  $t_p \geq t$  entonces se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

Entonces 2.04 es mayor o igual que 1.943 "Se rechaza  $H_0$ " y se acepta la  $H_1$

### Interpretación

$t < t_p$ ; teniendo el resultado 1.943 menor que 2.04, se concluye que adicionando el material polietileno en 3% disminuye a la resistencia de la compresión de concreto.



## V. CONCLUSIONES

Al determinar la resistencia de concreto en condición normales se tiende a mantener a una resistencia a los 28 días calendarios de  $212.23 \text{ kg/cm}^2$  a la compresión, según el experimento a la compresión el diseño de la mezclade concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

Se evaluó que la resistencia a la compresión de concreto en condiciones normales obteniendo los resultados de los porcentajes 1%, 2% y 3%, teniendo un resultado del concreto patrón de  $212.23$  y adicionando de acuerdo a los porcentajes según el estudio, el resultado obtenido a los 28 días, al adicionar el porcentaje de polietileno de 1% se tiene una resistencia a la compresión de  $216.17 \text{ kg/cm}^2$ , el 2% de polietileno se tiene una resistencia a la compresión de  $214.69 \text{ kg/cm}^2$  y mientras el 3% se tiene una resistencia a la compresión de  $212.98 \text{ kg/cm}^2$ . Obteniendo los resultados que al adicionando el 1% aumenta la resistencia de concreto y si se sigue adicionando el polietileno al concreto tiende a disminuir la resistencia. A la vez la resistencia de concreto alcanza a una resistencia óptima con 3% de material polietileno.

Al comparar el peso de las muestras a los 28 días adicionado con polietileno de 1%, 2% y 3% en promedio de  $3577.82$  gramos de concreto patrón, al adicionar el polietileno según la proporción tiende a disminuir el peso de las briquetas de acuerdo al porcentaje adicionado.



## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda adicionar el polietileno de acuerdo al peso del material al 2%, lo cual disminuye la resistencia de compresión de concreto al adicionar el polietileno a mayor cantidad.

Para tener un adecuado de resistencia a la compresión óptima, se recomienda lavar los materiales de agregados y de polietileno, y así realizar la mezcla correspondiente en la mezcladora siguiendo la secuencia: agua efectiva, cemento tipo I, agregado grueso y fino, para tener un mezclado adecuado, luego adicionar el polietileno y obtener una distribución adecuado de los materiales y obtener un concreto óptimo.

Se recomienda realizar los ensayos correspondientes en obras de pavimentación de vías o calles de la ciudad.

Se recomienda realizar la presente investigación en la fabricación de bloques de concreto (bloquetas) y conseguir menor peso en las bloquetas.



## VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (1996). *Tecnología del Concreto*. Lima, Peru: San Marcos.
- Cuevas Lopez , M. (9 de Marzo de 2015). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/mayracuevaslopez/grados-de-libertad-norman>
- Diaz Gil, F. E., Granadeño Ramos, F. E., & Santos Avelar, E. I. (2103). *Evaluacion Y Comparacion de Modulos de Ruptura Para Mezclas de Concreto Hidraulico Utilizados en Pavimentos Rigidos Aplicando Granulometria Fuller Y Shilstone*. San Salvador.
- Dicovski Riobóo, L. (2012). *Estadística Básica para Ingenieros*. Esteli, Nicaragua: Uni Norte.
- Estela Raffino, M. (27 de Diciembre de 2020). <https://concepto.de/polietileno/>. Obtenido de <https://concepto.de/polietileno/>
- Garcia Chambilla, B. F. (2017). *Efecto De La Fibra De Vidrio En Las Propiedades Mecanicas Del Concreto  $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$  En La Ciudad De Puno*. Puno.
- Montalvo Guevara, M. (2015). *Pavimentos Rigidos Reforzados Con Fibras De Acero Versus Pavimentos Tradicionales*". Lima.
- Montejo Fonseca , A., Montejo Piratova , F., & Montejo Piratova , A. (2013). *Tecnología y patología del concreto armado*. Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Nolberto Sifuentes, V. A., & Ponce Aruneri , M. E. (2008). *Estadística Inferencial Aplicada* (Primera Edicion ed.). Lima: Unidad de Post Grado de la Facultad de Educación, Textos de la Maestría en Educación.



Pasquel Carbajal, I. (1998). *Temas de Tecnología Del Concreto* (Segunda Edición ed.).  
Lima, Perú: Colegio De Ingenieros Del Perú, Consejo Nacional.

Poma Ariza, J. A. (2019). *Análisis Y Diseño Para La Elaboración De Concreto  $f'c = 210$   
 $kg/cm^2$  Adicionando Vidrio Reciclado Molido Como Agregado Fino Según La  
Norma Aci 211. Lima 2019.* Lima, Perú.

Rivva López, E. (1996). *Diseño de Mezclas*. Lima - Perú.: Editorial Williams.

Roca Giron, I. E. (2005). *Estudio de las Propiedades Y Aplicaciones Industriales Del  
Poliétileno De Alta Densidad (PEAD)*. Guatemala.

Salazar P., C., & Del Castillo G., S. (2018). *Fundamentos Básicos De Estadística*  
(Primera Edición ed.).

Sanchez Muñoz, F. L., & Tapia Medina, R. D. (2015). *Relación de la Resistencia a la  
Compresión de Cilindros de Concreto a Edades de 3, 7, 14, 28 Y 56 Días Respecto  
a la Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto a Edad de 28 Días*.  
Trujillo-Perú.

### **Normas Técnicas Peruanas**

NTP 339.047: 1979 HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas  
al hormigón

NTP 350.001: 1970 Tamices de ensayo 2.1.3 NTP 400.010: 2000 AGREGADO

NTP 400.011: 1976 AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en  
morteros y concretos.



NTP 400.018: 1977 AGREGADOS. Determinación del material que pasa el tamiz normalizado 75  $\mu\text{m}$  (No.200).

NTP 400.012: 2013.ANALISIS GRANULOMETRICO

NTP 400.022:2002 PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION PARA  
AGREGADO FINO

NTP 400.021:2002 PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION PARA  
AGREGADO GRUESO

NTP 339.185:2013 CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

NTP 400.017:2011 PESO UNITARIO Y COMPACTADO PARA AGREGADO FINO  
Y GRUESO



## ANEXOS

## ANEXO 1: Especificaciones técnicas cemento RUMI IP



### CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP – ALTA DURABILIDAD

TIPO IP – ALTA RESISTENCIA

**PROPIEDADES**

**5 MENOR CALOR DE HIDRATACION:**

La reacción entre el Hidróxido de Calcio, liberado en la hidratación el cemento, con el aluminato tricálcico (C3A) presente en el cemento, genera gran calor de hidratación. La puzolana al reaccionar con el hidróxido de calcio, inhibe esta reacción, generando menor calor de hidratación, evitando contracciones y fisuras que afectan la calidad del concreto, principalmente en obra de gran volumen.

El cemento de Rumi tipo IP cumple con el requisito, a los 7 y 28 días, de generar un moderado calor de hidratación. Por lo tanto, puede utilizarse al igual que el cemento Portland tipo II.

**BENEFICIOS AMBIENTALES**

Menor consumo energético.  
Cemento fabricado con menor emisión de CO<sub>2</sub>.

**RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD**

- El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.
- Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



Guantes Impermeables



Protección Ocular



Botas Impermeables



Protección Respiratoria

**ALMACENAMIENTO**

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

**PRESENTACIONES DISPONIBLES**

- Bolsas 42.5 Kg Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
- Big Bag 1.0 TM Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
- Big Bag 1.5 TM Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
- Granel Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

**NORMAS TÉCNICAS**

EL CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP - ALTA DURABILIDAD, cumple con las especificaciones técnicas de los siguientes países:

PAIS	NORMA	DENOMINACIÓN
Perú	Norma Técnica Peruana NTP 334.090	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP
Chile	Norma Chilena Oficial NCh 148 Of68	CEMENTO PUZOLÁNICO GRADO CORRIENTE
USA	Norma Americana ASTM C595	PORTLAND POZZOLAN CEMENT TYPE IP
Bolivia	Norma Boliviana NB-011	CEMENTO PORTLAND CON PUZOLANA TIPO IP 30
Ecuador	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 490	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO TIPO IP
Brasil	Norma Brasileña NBR 5736	CIMENTO PORTLAND POZZOLÁNICO TIPO CP IV 32
Colombia	Norma Técnica Colombiana NTC 121 - 321	CEMENTO PORTLAND TIPO 1

**DURACIÓN**

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PLANTA: Carretera Juliaca - Puno Km 11 - Caracoto  
 OFICINA COMERCIAL: Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa  
 TELEFONO: (054) 495060 - 225000 - FAX: (054) 220650  
 www.grupogloria.com.pe

FICHA TÉCNICA



## CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP – ALTA DURABILIDAD

PROPIEDADES

**2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS:**

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio dihidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Rumi para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el cemento Rumi Tipo IP es más resistente a los sulfatos y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el cemento Portland Tipo IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.

Resistencia a los sulfatos	Resultado Cemento RUMI IP	Resultado Cemento RUMI Tipo V	Requisitos de Norma NTP 334.009 Tipo V
Máximo % de Expansión a los 14 días	0.018	0.029	0.040 Máx.

\* La expansión del cemento RUMI IP - ALTA DURABILIDAD, es menor que la del cemento Tipo V y mucho menor al exigido en la norma.

**3 MAYOR IMPERMEABILIDAD:**

El cemento portland puzolánico RUMI IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los aluminosilicatos de la puzolana con los hidróxidos de calcio producidos en la hidratación del cemento, disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace menos permeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

**4 INHIBE LA REACCIÓN ÁLCALI - AGREGADO:**

La puzolana de Rumi remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali – agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland puzolánicos y se solicita cuando el cemento es utilizado con agregados álcali reactivos. El cemento Rumi tipo IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.

**ENSAYO DE COMPROBACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI TIPO IP QUE INHIBE LA REACCIÓN ÁLCALI – AGREGADO.**

Comparación de potencial de reactividad alcalina de los cementos tipos I, V e IP según método de la norma ASTM C1260-07



El cemento Rumi IP neutraliza esta reacción protegiendo al concreto contra este tipo de ataque.

Días	% Expansión Barr		
	Cemento tipo I	Cemento tipo V	Cemento tipo IP
3 días	0	0.01	0
7 días	0.03	0.07	0
10 días	0.08	0.16	0.01
16 días	0.21*	0.28*	0.02**

\* Los cementos tipo I y V presentan un porcentaje de expansión de 0.20 a los 16 días lo cual se les considera potencialmente dañino.

\*\* Bajo riesgo de expansión en condiciones de campo.

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PLANTA: Carretera Juliaca - Puno Km 11 - Caracoto  
OFICINA COMERCIAL: Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa  
TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - FAX: (054) 220650  
www.grupogloria.com.pe

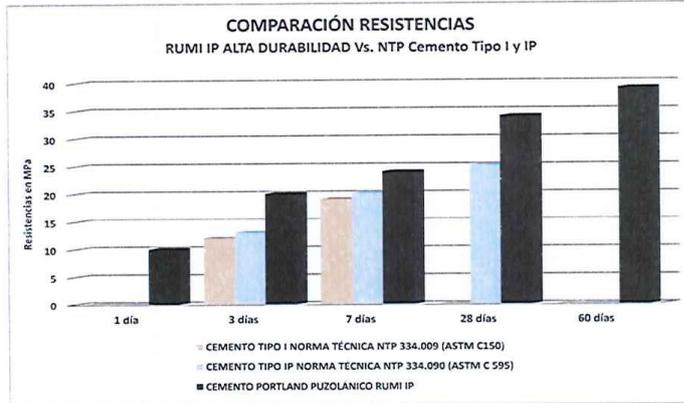
TIPO IP – ALTA RESISTENCIA



## CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP – ALTA DURABILIDAD

TIPO IP – ALTA RESISTENCIA

COMPARATIVO CON  
REQUISITOS DE  
RESISTENCIA DE  
NORMAS TÉCNICAS



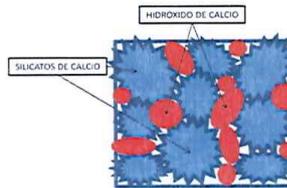
PROPIEDADES

**1 MAYOR RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:**

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolana, hacen que el cemento Rumi IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

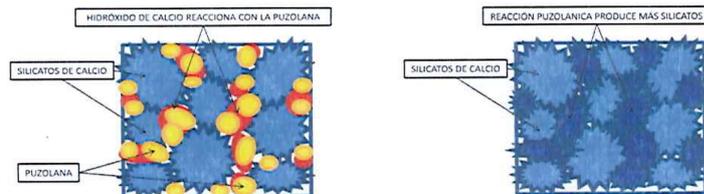
Los aluminosilicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

**CON CEMENTO TIPO I**



El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25 % es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

**CON CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP**



La puzolana que contiene el cemento RUMI IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PLANTA: Carretera Juliaca - Puno Km 11 - Caracoto  
OFICINA COMERCIAL: Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa  
TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - FAX: (054) 226650  
[www.grupogloria.com.pe](http://www.grupogloria.com.pe)

FICHA TÉCNICA



## CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP – ALTA RESISTENCIA

### DESCRIPCIÓN

El Cemento Portland Puzolánico Rumi IP, ALTA RESISTENCIA, es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el Cemento Portland Puzolánico Rumi IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA RESISTENCIA, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

### LA DURABILIDAD

“Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil”.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI TIPO IP	Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595
MgO (%)	1.99	6.00 Máx.
SO <sub>3</sub> (%)	1.75	4.00 Máx.
Pérdida por ignición (%)	2.14	5.00 Máx.

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI TIPO IP		Norma NTP 334.090 ASTM C-595		Comparativo con Norma Tipo I y Tipo V Requisitos Norma Técnica NTP 334.009 / ASTM C 150	
	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Cemento Tipo I Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.85		-		-	-
Expansión en autoclave (%)	0		0.80 Máx.		-	-
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170		45 Min.		-	-
Fraguado Vicat final (minutos)	270		420 Máx.		-	-
Resistencia a la compresión						
1 días	104	10	-	-	-	-
3 días	199	20	133 Min.	13	122	12
7 días	247	24	204 Min.	20	194	19
28 días	342	34	255 Min.	25	-	-
60 días	397	39	-	-	-	-
Resistencia a los sulfatos	Cemento IP				Cemento Tipo V	
% Expansión a los 14 días	0.018		-		0.04 Máx.	

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PLANTA: Carretera Juliaca - Puno Km 11 - Caracoto  
OFICINA COMERCIAL: Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa  
TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - FAX: (054) 220650  
www.grupogloria.com.pe

TIPO IP – ALTA RESISTENCIA

## ANEXO 2: Análisis de humedad en los agregados

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES



**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
**AGREGADOS FINO Y GRUESO**  
NTP: 339.185, ASTM C-566

SOLICITANTE	: Julio Cesar Quenta Flores
PROYECTO	: Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en condiciones normales y con polietileno para un pavimento rígido en la ciudad de Puno.
UBICACIÓN	: Distrito de Puno - Provincia de Puno - Departamento de Puno.
MUESTRA	: Cantera Viluyo - Laraqueri - Puno
DISEÑO	: $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>
FECHA	: 10 de Septiembre del 2021

**AGREGADO FINO**

Nro De Tara	E-1	E-2	E-3
Peso de Tara	28.6	26.7	26.68
Peso de Tara + M. Humeda	228.21	218.05	194.65
Peso de Tara + M. Seca	226.17	216.27	193.06
Peso de Agua	2.04	1.78	1.59
Peso Muestra Seca	197.57	189.57	166.38
Contenido de humedad W%	1.03	0.94	0.96
Promedio cont. Humedad W%	0.98		

**AGREGADO GRUESO**

Nro De Tara	E-4	E-5	E-6
Peso de Tara	32.06	50.66	29.81
Peso de Tara + M. Humeda	358.47	368.4	447.7
Peso de Tara + M. Seca	355.65	365.66	443.98
Peso de Agua	2.82	2.74	3.72
Peso Muestra Seca	323.59	315	414.17
Contenido de humedad W%	0.87	0.87	0.90
Promedio cont. Humedad W%	0.88		

Bach. YVANN VICTOR ARAGON CHOQUE  
TECNICO DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS  
EPIQ - UNAP



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - FICA  
MSc. Ing. Gino F. Sangua Córdova  
JEFE DE LABORATORIO

### ANEXO 3: Análisis del peso específico unitario de los agregados

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

**PESO ESPECIFICO UNITARIO**  
AGREGADOS FINO Y GRUESO  
NTP: 400.017, ASTM C-29

SOLICITANTE :	Julio Cesar Quenta Flores
PROYECTO :	Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en condiciones normales y con polietileno para un pavimento rígido en la ciudad de Puno.
UBICACIÓN :	Distrito de Puno - Provincia de Puno - Departamento de Puno.
MUESTRA :	Cantera Viluyo - Laraqueri - Puno
DISEÑO :	$f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>
FECHA :	10 de Septiembre del 2021

**AGREGADO FINO**  
PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10025.000	10025.000	10025.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	18820.000	18825.000	18850.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	8795.000	8800.000	8825.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm <sup>3</sup> ,	5509.079	5509.079	5509.079
PESO UNITARIO Gr/Cm <sup>3</sup> ,	1.596	1.597	1.602
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M <sup>3</sup> ,		1599	
PESO UNITARIO SECO KG/M <sup>3</sup> ,		1599	

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10025.000	10025.000	10025.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	19445.000	19495.000	19480.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	9420.000	9470.000	9455.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm <sup>3</sup>	5509.079	5509.079	5509.079
PESO UNITARIO Gr/Cm <sup>3</sup>	1.710	1.719	1.716
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M <sup>3</sup>		1715	
PESO UNITARIO SECO KG/M <sup>3</sup> ,		1715	

**AGREGADO GRUESO**  
PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10025.000	10025.000	10025.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	18275.000	18305.000	18250.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	8250.000	8280.000	8225.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm <sup>3</sup>	5509.079	5509.079	5509.079
PESO UNITARIO Gr/Cm <sup>3</sup>	1.498	1.503	1.493
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M <sup>3</sup>		1498	
PESO UNITARIO SECO KG/M <sup>3</sup> ,		1498	

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10025.000	10025.000	10025.000
PESO MOLDE + MUESTRA gr.	19205.000	19160.000	19215.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	9180.000	9135.000	9190.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm <sup>3</sup>	5509.079	5509.079	5509.079
PESO UNITARIO Gr/Cm <sup>3</sup>	1.666	1.658	1.668
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M <sup>3</sup>		1664	
PESO UNITARIO SECO KG/M <sup>3</sup> ,		1664	

*[Firma]*  
Ing. YVANRI VICTOR ARAGON CHOQUE  
TECNICO DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS  
EPIC - UNAP

*[Firma]*  
MSc. Ing. Ulises L. Llanque Córdova  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 4: Análisis de peso específico y absorción de los agregados

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES 

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN**  
**AGREGADOS FINO Y GRUESO PARA DISEÑO DE MEZCLAS**  
**NTP: (400.021 400.022), ASTM (C-127 C-128)**

SOLICITANTE	:	Julio Cesar Quenta Flores
PROYECTO	:	Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en condiciones normales y con polietileno para un pavimento rígido en la ciudad de Puno.
UBICACIÓN	:	Distrito de Puno - Provincia de Puno - Departamento de Puno.
MUESTRA	:	Cantera Viluyo - Laraqueri - Puno
DISEÑO	:	$f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>
FECHA	:	10 de Septiembre del 2021

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO**

**I- DATOS**

S	PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SUPERFICIALMENTE SECA	500.00
B	PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA	708.58
C	PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA	1015.31
A	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO	484.56

**II- RESULTADOS**

1	PESO ESPECIFICO APARENTE (A/(B+S-C))	2.51
2	PESO ESPECIFICO APARENTE (SSS)	2.59
3	PORCENTAJE DE ABSORCION: %ABS((S-A)/A)	3.19

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO**

**I- DATOS**

A	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO GR.	1940.81
S	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA GR.	2000.00
	PESO DE LA CANASTILLA SUMERGIDA	159.10
	PESO DE LA CANASTILLA SUMERGIDA + MUESTRA SSS SUMERGIDA	1355.81
C	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA SUMERGIDA EN AGUA	1196.71

**II- RESULTADOS**

1	PESO ESPECIFICO APARENTE (A/(S-C))	2.42
2	PESO ESPECIFICO APARENTE (SSS)	2.49
3	PORCENTAJE DE ABSORCION: %ABS((S-A)/A)	3.05

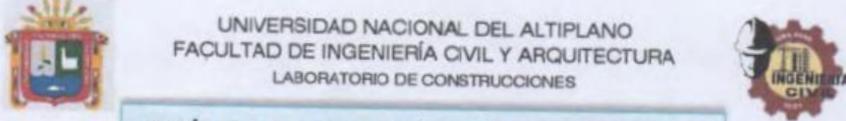
  
Bach. YVANNI VICTOR ARAGON CHOQUE  
TECNICO DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS  
EPIQ - UNAP



  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES-FICA  
MSc. Tito P. Laque Cordova  
JEFE DE LABORATORIO



### ANEXO 5: Análisis granulométrico del agregado fino



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP-400.12, ASTM C-136)

SOLICITANTE	: Julio Cesar Quenta Flores
PROYECTO	: Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en condiciones normales y con polietileno para un pavimento rígido en la ciudad de Puno.
UBICACIÓN	: Distrito de Puno - Provincia de Puno - Departamento de Puno.
MUESTRA	: Cantera Viluyo - Laraqueri - Puno
DISEÑO	: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
FECHA	: 10 de Septiembre del 2021

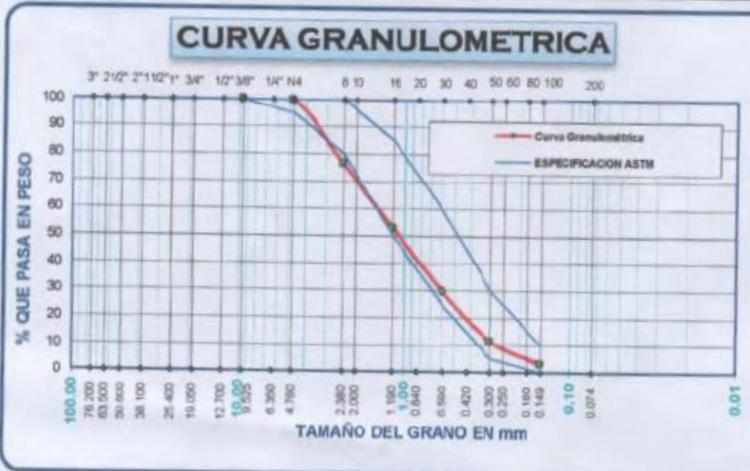
  

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.300						P.L. P.S. 500.00
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350					100	
No4	4.760	1.31	0.26	0.26	99.74	95	
No8	2.380	116.37	23.25	23.51	76.49	80	100
No10	2.000						
No16	1.190	117.67	23.51	47.02	52.98	50	85
No20	0.840						
No30	0.590	117.02	23.38	70.40	29.60	25	60
No40	0.420						
No50	0.300	90.29	18.04	88.43	11.57	5	30
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	42.49	8.49	96.92	3.08	0	10
No200	0.074	11.18	2.23	99.16	0.84		
BASE		4.22	0.84	100.00	0.00		
TOTAL		500.55	100.00				
% PERDIDA		-0.11%					

El módulo de flecha debe de estar dentro de los límites de 2.35 - 3.15, no debiendo excederse el límite en mas o menos 6.2 Max 3.15

### CURVA GRANULOMETRICA



TAMAÑO DEL GRANO EN mm

*[Firma]*  
Bach. YVANN VICTOR ARAGON CHOQUE  
TECNICO DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS  
EPIG-UNAP

**OBSERVACIONES:**

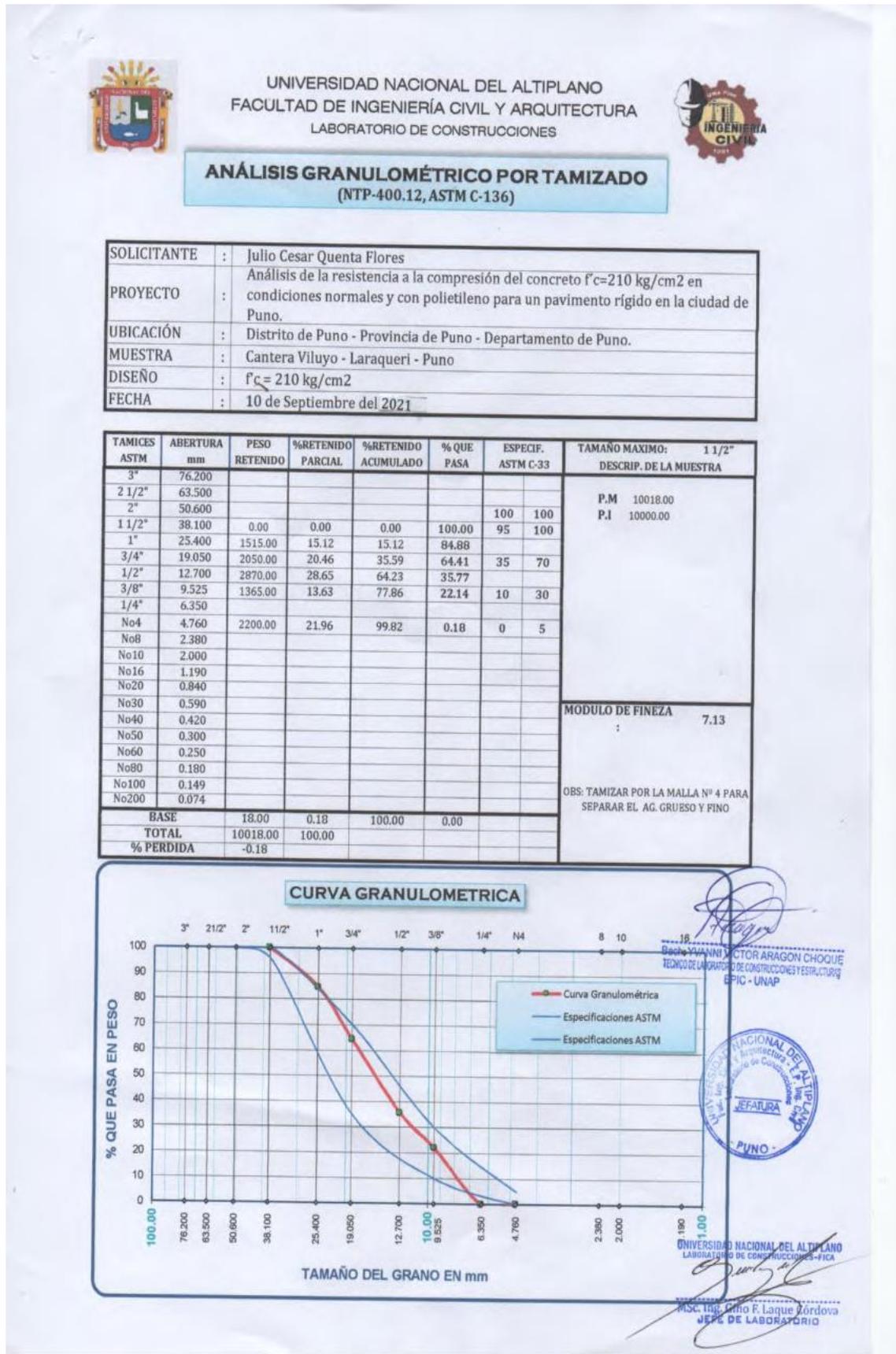
El muestreo fue realizado por el solicitante a su entera responsabilidad y proporcionado al laboratorio con la siguiente descripción:

- 1.- Nombre de la cantera.
- 2.- Ubicación de la cantera.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS

*[Firma]*  
MSc. Ing. GUSTAVO LARQUE GONDOVA  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 6: Análisis granulométrico del agregado grueso





## ANEXO 7: Diseño de mezcla por el método ACI 211



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES



### DISEÑO DE MEZCLAS

CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
MÉTODO: ACI 211

DISEÑO REALIZADO CON UNA RELACIÓN AGUA / CEMENTO: POR RESISTENCIA

SOLICITANTE	:	Julio Cesar Quenta Flores
PROYECTO	:	Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en condiciones normales y con polietileno para un pavimento rígido en la ciudad de Puno.
UBICACIÓN	:	Distrito de Puno - Provincia de Puno - Departamento de Puno.
MUESTRA	:	Cantera Viluyo - Laraqueri - Puno
DISEÑO	:	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
FECHA	:	10 de Septiembre del 2021

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CEMENTO			AGREGADOS	
		RUMI IP	FINO	GRUESO		
TAMAÑO MAXIMO	Pulg		N° 4	1 1/2"		
PESO ESPECIFICO	gr/cc	2.85	2.51	2.42		
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3		1599	1498		
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m3		1715	1664		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		0.98	0.88		
ABSORCION	%		3.19	3.05		
MODULO DE FINEZA			3.27	7.13		

#### DOSIFICACION

Sin aire incorporado

$f'c$ PROM.	TMN	SLUMP	AGUA	AIRE	Agua/cem	Factor cem.	Factor cem.	mf
$f'c$ (Kg/m2)	(pulg)	(pulg)	(lit/m3)	(%)	A/C	FC (Kg/m3)	FC (bol/m3)	Comb. De Agreg.
294	1"	3" - 4"	193	1.5	0.56	345.63	8.13	

#### CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

CALCULO DE RF	
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS	

#### CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL ACI 211.1

RELACIÓN "b/b <sub>o</sub> " AGREGADO GRUESO	0.62
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS (m3)	0.671

#### DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M3	HUMEDAD	PESOS KG/M3	PROPORCION
CEMENTO	0.121	345.630		345.63	1.00
AGREGADO FINO	0.241	604.936	-13.4	610.84	1.77
AGREGADO GRUESO	0.429	1037.568	-22.5	1046.70	3.03
AGUA	0.193	193.000	-35.9	228.88	28.14
AIRE	0.015				

Rel A/C Efectiva	0.66
------------------	------

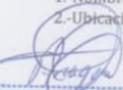
#### DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN P3	PROPORCION
CEMENTO	8.132	1.00
AGREGADO FINO	13.362	1.64
AGREGADO GRUESO	24.460	3.01
AGUA	28.144	28.14

OBSERVACIONES:

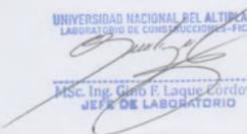
El muestreo fue realizado por el solicitante a su entera responsabilidad y proporcionado al laboratorio con la siguiente descripción:

- Nombre de la cantera.
- Ubicación de la cantera.



Bach. YVAN VICTOR ARAGON CHOQUE  
TECNICO DE LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS  
EPIQ - UNAP





MSc. Ing. Gino F. Laque Cordova  
JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO 8: Ensayo a la resistencia a la compresión**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO**  
Jr. DANTE NAVA N° 119-A Cel.950-031842 - 951-993618 RPM°0209187  
E-mail: mollesaraca@hotmail.com

**INGENIERIA**  
**INGENIERIA SCIRL**

**CONTROL A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION**

N°	DESCRIPCION	SLUMP Púlg.	FECHA DE MODULO	FECHA DE ROTURA	EDAD Dias	DIAMETRO cm	AREA cm <sup>2</sup>	LECTURA DIAL KG	RESISTENCIA ALCANZADA	RESISTENCIA DE DISEÑO	% DE RESISTENCIA
1	Probeta N°01	3"-4"	11/09/2021	18/09/2021	7	10.10	80.12	11241.03	140.31	210	66.81
2	Probeta N°02	3"-4"	11/09/2021	18/09/2021	7	10.10	80.12	11315.48	141.23	210	67.23
3	Probeta N°03	3"-4"	11/09/2021	18/09/2021	7	10.05	79.33	11092.15	139.83	210	66.58
4	Probeta N°04	3"-4"	11/09/2021	18/09/2021	7	10.10	80.12	11223.54	140.09	210	66.71
13	Probeta N°13	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.10	80.12	11333.10	143.95	210	68.55
14	Probeta N°14	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.05	79.33	11333.10	145.39	210	69.23
15	Probeta N°15	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.05	79.33	11275.56	142.14	210	67.69
16	Probeta N°16	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.08	79.80	11336.83	144.57	210	68.84
25	Probeta N°25	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.10	80.12	11446.70	142.87	210	68.03
26	Probeta N°26	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.05	79.33	11350.24	143.08	210	68.13
27	Probeta N°27	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.04	79.17	11318.09	142.96	210	68.08
28	Probeta N°28	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.10	80.12	11350.24	141.67	210	67.45
37	Probeta N°37	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.05	79.33	11258.37	141.92	210	67.58
38	Probeta N°38	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.05	79.33	11127.84	140.28	210	66.80
39	Probeta N°39	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.10	80.12	11206.16	139.87	210	66.60
40	Probeta N°40	3"-4"	12/09/2021	19/09/2021	7	10.05	79.33	11291.00	142.33	210	67.78

OBSERVACIONES:



**GEOTECNIA**  
**INGENIERIA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECANICA DE BUELOS Y CONCRETO**  
Jr. DANTE NAVA N° 119-A Cel.950-031642 - 951-893616 RPM\*0209167  
E-mail: mollesaraca@hotmail.com

**CONTROL A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**TESISTA** : Bach. Julio Cesar, QUENTA FLORES  
**TESIS** Analisis Comparativo a La Resistencia A La Compresion Del Concreto f c=210 kg/cm2 En Condiciones Normales y Adicionado Con Polietileno en la ciudad de puno  
**LUGAR** Jr. Dante Nava 119-A Distrito Puno, Provincia Puno, Region Puno

N°	DESCRIPCION	SLUMP Pulg.	FECHA DE MODULO	FECHA DE ROTURA	EDAD Dias	DIAMETRO cm	AREA cm	LECTURA DIAL.G. KG	RESISTENCIA ALCANZADA	RESISTENCIA DE DISEÑO	% DE RESISTENCIA
5	Probeta N°05	3"-4"	11/09/2021	25/09/2021	14	10.10	80.12	15,330.56	191.35	210	91.12
6	Probeta N°06	3"-4"	11/09/2021	25/09/2021	14	10.02	78.85	15,000.45	190.23	210	90.59
7	Probeta N°07	3"-4"	11/09/2021	25/09/2021	14	10.10	80.12	15,180.00	189.47	210	90.22
8	Probeta N°08	3"-4"	11/09/2021	25/09/2021	14	10.05	79.33	15,168.72	191.22	210	91.06
17	Probeta N° 17	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.10	80.12	15,453.94	193.01	210	91.91
18	Probeta N° 18	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.05	79.33	15,429.27	194.50	210	92.62
19	Probeta N° 19	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.00	78.54	15,332.19	195.22	210	92.96
20	Probeta N° 20	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.05	79.33	15,339.93	193.63	210	92.20
29	Probeta N°29	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.10	80.12	15,373.18	191.88	210	91.37
30	Probeta N°30	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.05	79.33	15,304.86	192.93	210	91.87
31	Probeta N°31	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.10	80.12	15,407.35	192.31	210	91.57
32	Probeta N°32	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.05	79.33	15,270.70	192.50	210	91.67
41	Probeta N°41	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.05	79.33	15,100.09	190.35	210	90.64
42	Probeta N°42	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.05	79.33	15,202.37	191.64	210	91.26
43	Probeta N°43	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.00	78.54	14,931.12	190.36	210	90.65
44	Probeta N°44	3"-4"	12/09/2021	26/09/2021	14	10.10	80.12	15,264.42	190.52	210	90.73

OBSERVACIONES:



*[Handwritten signature]*  
Dante Nava  
Ingeniero Civil  
Instituto Tecnológico de Puno

**GEOTECNIA**  
**INGENIERIA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECANICA DE BUELOS Y CONCRETO**  
Jr. DANTE NAVA N° 119-A Cel.950-031642 - 951-993616 RPM\*0209167  
E-mail: moresaraca@hotmail.com

**CONTROL A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**TESISTA** : Bach. Julio Cesar, QUENTA FLORES  
**TESIS** Analisis Comparativo a La Resistencia A La Compresion Del Concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> En Condiciones Normales y Adicionado Con Polieileno en la ciudad de puno  
**LUGAR** Jr. Dante Nava 119-A Distrito Puno, Provincia Puno, Region Puno

N°	DESCRIPCION	SLUMP Púg.	FECHA DE MODULO	FECHA DE ROTURA	EDAD Días	DIAMETRO cm	AREA cm	LECTURA DIAL G KG	RESISTENCIA ALCANZADA	RESISTENCIA DE DISEÑO	% DE RESISTENCIA
9	Probeta N°09	3"-4"	11/09/2021	09/10/2021	28	10.05	79.33	16,824.74	212.09	210	101.00
10	Probeta N°10	3"-4"	11/09/2021	09/10/2021	28	10.20	81.71	17,278.64	211.46	210	100.69
11	Probeta N°11	3"-4"	11/09/2021	09/10/2021	28	10.10	80.12	17,005.85	212.26	210	101.08
12	Probeta N°12	3"-4"	11/09/2021	09/10/2021	28	10.05	79.33	16,905.67	213.11	210	101.48
21	Probeta N°21	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.10	80.12	17,320.45	216.19	210	102.95
22	Probeta N°22	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.05	79.33	17,101.87	215.59	210	102.66
23	Probeta N°23	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.05	79.33	17,221.23	217.09	210	103.38
24	Probeta N°24	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.10	80.12	17,259.43	215.80	210	102.76
33	Probeta N°33	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.10	80.12	17,121.60	213.70	210	101.76
34	Probeta N°34	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.05	79.33	17,057.35	215.03	210	102.39
35	Probeta N°35	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.00	78.54	16,832.49	214.32	210	102.06
36	Probeta N°36	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.10	80.12	17,282.21	215.71	210	102.72
45	Probeta N°45	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.05	79.33	16,899.30	213.03	210	101.44
46	Probeta N°46	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.05	79.33	16,856.75	212.62	210	101.25
47	Probeta N°47	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.10	80.12	17,090.86	213.32	210	101.58
48	Probeta N°48	3"-4"	12/09/2021	10/10/2021	28	10.05	79.33	16,893.68	212.96	210	101.41

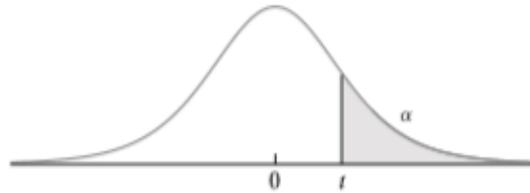
OBSERVACIONES:



## ANEXO 9: Tabla estadística

### APÉNDICE A Tablas

**TABLA A.3** Puntos porcentuales superiores para la distribución t de Student



v	$\alpha$								
	0.40	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
1	0.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.309	636.619
2	0.289	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.277	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.271	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.265	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.263	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.262	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.261	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.260	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.259	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.259	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.258	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.258	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.257	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.257	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.257	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.257	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.256	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.256	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.256	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.256	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.256	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.256	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.256	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
35	0.255	0.682	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.340	3.591
40	0.255	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.254	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
120	0.254	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160	3.373
$\infty$	0.253	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291



## ANEXO 10: Norma Técnicas

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 339.034  
1 de 18

---

**HORMIGÓN (CONCRETO).** Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas de concreto.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia en todo momento.

#### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

- |       |                  |   |
|-------|------------------|---|
| 2.1.1 | NTP 339.033:1999 | HORMIGÓN. Método de ensayo para la elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto en obra                     |
| 2.1.2 | NTP 339.059:2001 | HORMIGÓN (CONCRETO). Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (concreto) |



2.1.3	NTP 339.183:2003	HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio
2.1.4	NTP 339.037:2003	HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para el refrentado de testigos cilíndricos de hormigón (concreto)
2.1.5	NTP 339.214:2007	HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo estándar para resistencias a la compresión en cilindros de concreto elaborados en el lugar en moldes cilíndricos
2.1.6	NTP 339.216:2007	HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica estándar para el uso de capas de embonado en la determinación de resistencias a la compresión en cilindros de concreto endurecido
<b>2.2</b>	<b>Normas Técnicas de Asociación</b>	
2.2.1	ASTM C 670:2003	Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials
2.2.2	ASTM E 74:2006	Standard Practice of Calibration of Force-Measuring Instruments for Verifying the Force Indication of Testing Machines
2.2.3	ASTM C 1077:2006a	Standard Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation



- 2.2.4      ASTME 4:2007      Standard Practices for Force Verification of Testing Machines

### 3.            CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a concretos con peso unitario mayores de  $800 \text{ kg/m}^3$ .

### 4.            SÍNTESIS DEL MÉTODO DE ENSAYO

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta.

### 5.            SIGNIFICADO Y USO

5.1           Se deberá tener cuidado en la interpretación del significado de las determinaciones de resistencias a la compresión por este método de ensayo considerando que los valores obtenidos dependerán del tamaño y forma de la probeta, tanda, proceso de mezclado, método de muestreo, moldeo y elaboración, edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

5.2           Este método de ensayo es usado para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas preparadas y curadas de conformidad con las NTP 339.033, NTP 339.183, NTP 339.037 y NTP 339.216 y los métodos de ensayo de las NTP 339.059 y NTP 339.214.

5.3           Los resultados de este método de ensayo son usados como una referencia para el control de calidad del concreto, proporciones, mezclado y operaciones de colocación; determinación del cumplimiento con las especificaciones; control para la evaluación de la efectividad de los aditivos; y usos similares.



5.4 El personal que ensaya los cilindros de concreto deberá cumplir los requisitos técnicos requeridos, incluyendo un examen de desarrollo del ensayo evaluado por un examinador independiente.

## 6. APARATOS

6.1 Máquina de ensayo: La máquina de ensayo será de capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga indicada en 8.5.

6.1.1 La verificación de la calibración de las máquinas de ensayo de conformidad con la ASTM E 4, excepto que el rango de verificación de la carga será como lo indicado en 6.3. La verificación requerida será bajo las siguientes condiciones:

6.1.1.1 Al menos anualmente, pero no debe exceder los 13 meses.

6.1.1.2 Sobre una instalación original o inmediatamente después de una reubicación.

6.1.1.3 Inmediatamente después de reparaciones o ajustes que afectan la operación del sistema de aplicación de fuerzas o los valores mostrados sobre el sistema de indicación de carga, excepto por ajuste de cero que es compensado por los bloques de ensayo o la probeta o ambos, o

6.1.1.4 Cuando haya razón para dudar de la aproximación de las cargas indicadas.

6.1.2 Diseño: El diseño de la máquina deberá incluir los siguientes factores:

6.1.2.1 La máquina deberá ser operada por energía (no manual) y aplicar la carga continua sin intermitencia ni detenimiento. Si tiene una sola velocidad de carga (cumpliendo el requisito de 8.5), deberá estar provisto con un medio suplementario para cargar a una velocidad conveniente para su verificación.

6.1.2.2 El espacio previsto para las probetas de ensayo será bastante grande para acomodar, en posición idónea, un dispositivo elástico de calibración suficiente capacidad para cubrir el rango potencial de cargas de la máquina de ensayo y que cumpla con los requisitos de la ASTM E 74.

NOTA 1: Los tipos de dispositivos elásticos de calibración y más comúnmente usados para estos propósitos son el anillo circular de prueba y la celda de carga.

6.1.3 Exactitud: La exactitud de la máquina de ensayo será de conformidad con las siguientes provisiones:

6.1.3.1 El porcentaje de error para las cargas dentro del rango de uso propuesto de la máquina de ensayo no excederá  $\pm 1,0 \%$  de la carga indicada.

6.1.3.2 La exactitud de la máquina de ensayo será verificada por aplicación de 5 ensayos de carga en 4 incrementos aproximadamente iguales en orden ascendente. La diferencia entre cualquiera de 2 cargas de ensayo sucesivas no excederá un tercio de la diferencia entre las cargas de ensayo máxima y mínima.

6.1.3.3 La carga de ensayo como la indicada por la máquina y la carga aplicada evaluada de las lecturas del dispositivo de verificación serán registradas en cada punto de ensayo. Calcular el error, E, y el porcentaje de error, Ep. Para cada punto de esta data como sigue:

$$E = A - B \quad (1)$$

$$E_p = 100 (A - B) / B$$

Donde:

- A Carga, kN indicada por la máquina que está siendo verificada
- B Carga aplicada, kN como lo determinado por el dispositivo de calibración

6.1.3.4 El reporte sobre la verificación de una máquina de ensayo, indicará dentro que rango de carga se obtienen requisitos de las especificaciones preferentemente una aceptación o rechazo. En ningún caso el rango de cargas será indicado como la inclusión de cargas debajo del valor 100 veces el menor cambio de carga sobre el mecanismo de indicación de



carga de la máquina de ensayo o cargas, dentro la porción de rango debajo del 10 % de su capacidad máxima.

6.1.3.5 En ningún caso el rango de cargas será fijado incluyendo cargas fuera del rango aplicado durante la verificación del ensayo.

6.1.3.6 La carga indicada de una máquina de ensayo no será corregida por cálculos o por el uso de un diagrama de calibración para obtener valores dentro el requisito de variación permisible.

6.2 La máquina de ensayo será equipada con dos bloques de acero con caras resistentes (Nota 2), una de las cuales se asentará sobre una rótula, que le permita acomodarse a la superficie superior de la probeta y el otro sobre un sólido bloque en el que se asienta la misma. Las caras de los bloques tendrán una dimensión mínima de al menos 3 % mayor que el diámetro de las probetas a ser ensayadas. Excepto para los círculos concéntricos descritos más adelante, las caras no se apartarán de un plano o superficie horizontal por más de 0,02 mm en bloques de 150 mm o diámetros de 150 mm o mayores, o por más que 0,002 mm en el diámetro de cualquier bloque pequeño; los bloques nuevos serán fabricados dentro la mitad de esta tolerancia. Cuando el diámetro de la cara del bloque que se asienta en la rótula excede el diámetro de la probeta por más de 13 mm, se inscribirán círculos concéntricos, para facilitar un apropiado centrado, de no más de 0,8 mm de profundidad y no más de 1 mm de ancho.

NOTA 2: Es deseable que las caras de los bloques usados en ensayos de resistencia a la compresión del concreto tengan una dureza Rockwell de no menos de 55 HRC.

6.2.1 Los bloques de la bases estarán de conformidad con los siguientes requerimientos:

6.2.1.1 El bloque de base es especificado para el propósito de proveer una superficie para las condiciones especificadas (Nota 3). Las superficies superior e inferior serán paralelas una con la otra. Si la máquina de ensayo es diseñada tal que el plato posee las condiciones superficiales especificadas, un bloque base no es requerido. Su menor dimensión horizontal será al menos un 3 % mayor que el diámetro de la probeta a ser ensayada. Los círculos concéntricos como lo descrito en 6.2 son opcionales en el bloque de base.

NOTA 3: El bloque puede ser sujetado al cabezal de la máquina de ensayo.

6.2.1.2 El centrado final debe ser hecho con referencia al bloque esférico superior. Cuando el bloque inferior es usado para el centrado de la probeta, el centro del círculo concéntrico, el centro del bloque deberá estar directamente debajo del centro de la rótula superior. Las provisiones serán hechas sobre la placa de la máquina para asegurar esta posición.

6.2.1.3 El bloque de base de rotura tendrá al menos un espesor de 25 mm cuando está nueva, y al menos 22,5 mm de espesor cuando está usada.

6.2.2 El bloque superior tendrá los siguientes requerimientos:

6.2.2.1 El máximo diámetro del bloque y de la probeta no excederán de:

Diámetro de probeta de ensayo	Máximo diámetro
mm	mm
50	105
75	130
100	165
150	255
200	280

NOTA 4: Las caras rectangulares son permisibles, pero el diámetro del círculo inscrito más alejado posible no excederá el diámetro antedicho.

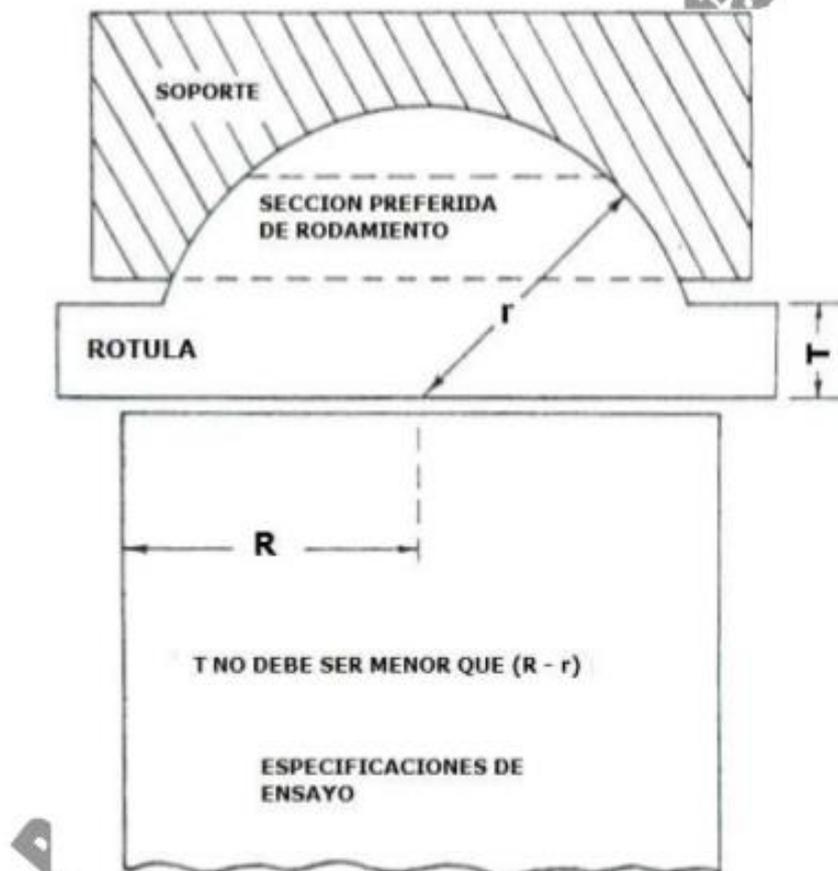
6.2.2.2 El centro de la rótula coincidirá con la superficie de la cara de rotura con una tolerancia de  $\pm 5\%$  el radio de la rótula. El diámetro de la rótula será de al menos 75 % el diámetro de la probeta a ser ensayada.

6.2.2.3 La rótula y el soporte serán diseñados de tal forma que el acero en el área de contacto no se deformará permanentemente cuando esté cargado a la capacidad de la máquina de ensayo.

NOTA 5: El área de contacto está en la forma de un anillo (Descrito como área preferente de abertura) como lo mostrado en la Figura 1.

6.2.2.4 Las superficies del soporte y la porción esférica serán mantenidas limpias y lubricadas con un aceite de motor convencional, no con una de tipo grasa. Luego del contacto de la probeta y la aplicación de una pequeña carga inicial, no deberá producirse la inclinación adicional del bloque de asiento esférico.

6.2.2.5 Si el radio de la rótula es menor que el radio mayor de la probeta a ser ensayada, la porción de la cara de rotura extendida más allá de la rótula tendrá un espesor no menor que la diferencia entre el radio de la rótula y el radio de la probeta. La menor dimensión de la cara de rotura será al menos de la misma dimensión que el diámetro de la rótula (Véase Figura 1).



NOTA: la provisión será hecha para sostener la rótula en el soporte y para sostener la unidad entera en la máquina de pruebas.

**FIGURA 1 – Presentación esquemática de una rótula típica de abertura**

6.2.2.6 La porción móvil del bloque de rotura, será tal que dicha cara pueda rotar libremente al menos  $4^\circ$  en cualquier dirección.

6.2.2.7 Si el bloque superior es un diseño compuesto de dos piezas, una porción esférica y la placa de rotura, se proveerá de un medio mecánico para asegurar que la porción esférica esté fijada y centrada.

### 6.3 Indicación de carga

6.3.1 Si la carga de una máquina de compresión usada en ensayos de concreto es registrada sobre un dial, el dial será provisto con una escala graduada legible al menos con una aproximación de 0,1 % de la escala total de carga (Nota 6). El dial será legible dentro el 1 % de la carga indicada a cualquier nivel de carga dado dentro el rango de cargado. En ningún caso el rango de cargas de un dial sería considerado para incluir cargas debajo del valor que es 100 veces el menor cambio de carga que pueda ser leída en la escala. La escala estará provista con una línea de graduación igual a cero y será numerada. El indicador del dial será de suficiente longitud para alcanzar las marcas de graduación; el ancho del terminal del indicador no excederá la distancia libre entre las graduaciones más pequeñas. Cada dial será equipado con un ajuste de cero ubicado fuera del origen y fácilmente accesible, donde se observe la marca cero y el terminal del dial. Cada dial será equipado con un accesorio sustituto que todas las veces, mientras se resetea, indicará dentro el 1 % de aproximación la máxima carga aplicada a la probeta.

NOTA 6: Legible es considerado a ser 0,5 mm a lo largo del arco descrito por el terminal del indicador. También, una mitad del intervalo de escala es legible con razonable certeza cuando el espacio sobre el mecanismo indicador de carga está entre 1 mm y 2 mm. Cuando el espacio entre 2 mm y 3 mm, un tercio del intervalo de escala es legible con razonable certeza. Cuando el espacio es de 3 mm o más, un cuarto del intervalo de escala es legible con razonable certeza.

6.3.2 Si la carga de la máquina de ensayo es indicada en forma digital, la observación numérica en la pantalla deberá ser apropiada para que la lectura se haga sin dificultad. En ningún caso sería verificado el rango de cargas incluyendo cargas menores que el mínimo incremento numérico multiplicado por 100. La aproximación de la carga indicada deberá estar en el 1 % para cualquier valor mostrado dentro del rango de carga verificado. Las provisiones serán hechas para indicar el verdadero cero al cero de carga. Además se proveerá de un máximo indicador de carga que, mientras se vuelve a cero carga el sistema, indicará dentro el 1 % la carga máxima aplicada a la probeta.



## 7. PROBETAS

7.1 Las probetas no serán ensayadas si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2 %.

NOTA 7: Esto puede ocurrir cuando el uso de un molde simple ha sido dañado o deformado durante el transporte, cuando se usan moldes simples flexibles estos se deforman durante el moldeo o cuando una extracción es defectuosa o en cambios durante la extracción.

7.2 Antes del ensayo, ninguna base de las probetas de ensayo se apartarán de la perpendicularidad a los ejes por más de  $0,5^\circ$  (aproximadamente equivalente a 1 en 100 mm). Las bases de compresión de las probetas que no sean planas dentro los 0,050 mm, serán cortadas o cepilladas para cumplir la tolerancia indicada, o capeadas de conformidad con la NTP 339.037 o cuando se la permita, la NTP 339.216. El diámetro usado para el cálculo del área de la sección recta de la probeta de ensayo será determinado con aproximación de 0,25 mm por el promedio de 2 diámetros medidos en ángulo recto uno del otro y cerca de la altura media de la probeta.

7.3 El número de cilindros individuales medidos para la determinación del diámetro promedio será de uno por cada diez probetas o tres probetas por día, el que sea mayor. Si todos los cilindros son hechos de un lote de moldes re-usables o de uso simple, que consistentemente producen cilindros con diámetros promedio dentro el rango de 0,5 mm. Cuando el diámetro promedio no está en el rango anteriormente descrito o cuando los cilindros no son hechos de un simple lote de moldes, cada cilindro de ensayo deberá ser medido y el valor usado en calcular la unidad de resistencia a la compresión de cada probeta. Cuando los diámetros son medidos a frecuencias reducidas, las áreas de la sección recta de todos los cilindros ensayados en el mismo día serán computados del promedio de los diámetros de tres o más cilindros representativos del grupo ensayados ese día.

7.4 Si el cliente que solicita los servicios de ensayo requiere mediciones de densidad de las probetas, determinar la masa de las mismas antes del capeado. Retirar cualquier humedad superficial con una toalla y medir la masa del cilindro usando una balanza con aproximación de 0,3 % de la masa que se está midiendo. Medir la longitud de la probeta con aproximación a 1 mm en tres espacios separados equidistantemente alrededor de la circunferencia. Evaluar la longitud promedio y registrarla con aproximación de 1 mm. Alternativamente determinar la densidad del cilindro por peso del mismo en el aire y también sumergido en el agua a  $23\text{ }^\circ\text{C} \pm 2,0\text{ }^\circ\text{C}$  y hallar el volumen de conformidad con 9.3.1.

7.5 Cuando la determinación de densidad no es requerida y la relación de longitud a diámetro es menor que 1,8 o mayor que 2,2; medir la longitud de la probeta con aproximación de 0,05 D

## 8. PROCEDIMIENTO

8.1 Los ensayos a compresión de probetas del curado húmedo serán hechas tan pronto como sea práctico luego de retirarlas del almacenaje de humedad.

8.2 Los cilindros serán protegidos de pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo. Los cilindros serán ensayados en condición húmedos.

8.3 Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0,5 h ó 2,1 %
3 d	± 2 h ó 2,8 %
7 d	± 6 h ó 3,6 %
28 d	± 20 h ó 3,0 %
90 d	± 48 h ó 2,2%

8.4 Colocación: Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rótula del cabezal. Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las de la probeta de ensayo y colocar el cilindro sobre el bloque inferior de rotura. Cuidadosamente alinear los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.

8.4.1 Verificación del cero y asiento del bloque: Antes de ensayar la probeta, verificar que el indicador de carga este en cero, ajustar el indicador (Nota 8). Como el bloque asentado sobre la rótula es aplicado sobre la probeta, rotar su porción móvil cuidadosamente con la mano a fin de que el asiento sea uniforme.

NOTA 8: La técnica usada para la verificación y ajuste del indicador de carga a cero variará dependiendo del fabricante de la máquina. Consulte con su manual idóneo o calibrador de máquinas de compresión para una técnica apropiada.

8.5 Velocidad de carga: Aplicar la carga continuamente y sin detenimiento.

8.5.1 La carga será aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s (Véase Nota 9). La velocidad de movimiento diseñada será mantenida al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada.

NOTA 9: Para una máquina de ensayo de tomillo o de desplazamiento controlado, preliminarmente al ensayo será necesario establecer la velocidad requerida de movimiento para alcanzar la velocidad de esfuerzo especificado. La velocidad requerida de movimiento dependerá del tamaño del espécimen de ensayo, el módulo de elasticidad del concreto y de la solidez de la máquina de ensayo.

8.5.2 Durante la aplicación de la 1ra. mitad de la fase de la carga anticipada, una alta velocidad de carga será permitida. La alta velocidad de carga será aplicada de manera controlada.

8.5.3 No hacer ajustes en la velocidad de movimiento cuando la carga final está siendo aplicada y la velocidad de esfuerzo decrece debido a la fractura del espécimen.

8.6 Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido (Tipos del 1 al 4 en la Figura 2). Para una máquina de ensayo, el cierre automático de la máquina de ensayo está prohibido mientras la carga ha caído a un valor menor del 95 % de la carga máxima. Cuando se ensayan con capas de embonado, una fractura en la esquina similar a los patrones tipos 5 o 6 mostrados en la Figura 2 puede ocurrir antes que la capacidad última del espécimen ha sido alcanzado. Registrar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y anotar el tipo de patrón de fractura de conformidad con la Figura 2, esquematizar y describir el patrón de fractura brevemente. Si la resistencia medida es menor a lo esperada, examinar la fractura del concreto y notar la evidencia de segregación, si las fracturas pasan predominantemente alrededor o a través de las partículas del agregado grueso, y verificar el refrentado de conformidad con las NTP 339.037 o NTP 339.216.

## 9. CÁLCULOS

9.1 Calcular la resistencia a la compresión del espécimen por dividir la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección recta determinada como se describe en el capítulo 7 y expresar el resultado con aproximación a 0,1 MPa.

9.2 Si la relación de la longitud del espécimen al diámetro es 1,75 o menor, corregir el resultado obtenido en 9.1 por un apropiado factor de corrección mostrado en la siguiente tabla (Nota 10):

L/D	1,75	1,50	1,25	1,00
Factor	0,98	0,96	0,93	0,87

Use la interpolación para determinar los factores de corrección para los valores L/D indicados en la tabla.

NOTA 10: Los factores de corrección dependen de varias condiciones como son: humedad, nivel de resistencia, y módulo de elasticidad. Los valores promedio están indicados en la tabla. Estos factores de corrección se aplican a concretos de baja densidad que pesan entre 1600 kg/m<sup>3</sup> y 1920 kg/m<sup>3</sup> y a concreto de densidad normal. Ellos son aplicables a concretos secos o humedecidos al tiempo de cargados y para concretos con resistencia nominal de 14 MPa a 42 MPa. Para mayores resistencias que 42 MPa los factores de corrección pueden ser mayores que los listados anteriormente.

9.3 Cuando sea requerido, calcular la densidad del espécimen con aproximación de 10 kg/m<sup>3</sup> como sigue:

$$\text{Densidad} = W / V \quad (2)$$

Donde:

W Masa del espécimen, kg y

V Volumen del espécimen determinado del diámetro promedio y longitud promedio o del peso del cilindro en el aire y sumergido en el agua, m<sup>3</sup>

8.3.1 Cuando el volumen del cilindro es determinado del peso sumergido, calcule el volumen como sigue:

$$\text{Volumen} = W - W_s / D_a \quad (3)$$

Donde:

$W_s$  Masa aparente del espécimen sumergido, kg  
 $D_a$  Densidad del agua a 23 °C = 997,5 kg/m<sup>3</sup>

## 10. REPORTE

10.1 Reportar la siguiente información:

10.1.1 Número de identificación

10.1.2 Diámetro (y longitud, si está fuera del rango de 1,8D a 2,2D), mm

10.1.3 Área de la sección recta, mm<sup>2</sup>

10.1.4 Carga máxima, KN

10.1.5 Resistencia a la compresión calculado con aproximación a 0,1 MPa

10.1.6 Tipo de fractura, si es diferente al cono usual (Véase Figura 2).

10.1.7 Defectos en el espécimen o en el refrentado.

10.1.8 Edad del espécimen.

10.1.9 Cuando sea requerida, la densidad con aproximación a  $10 \text{ kg/m}^3$ .

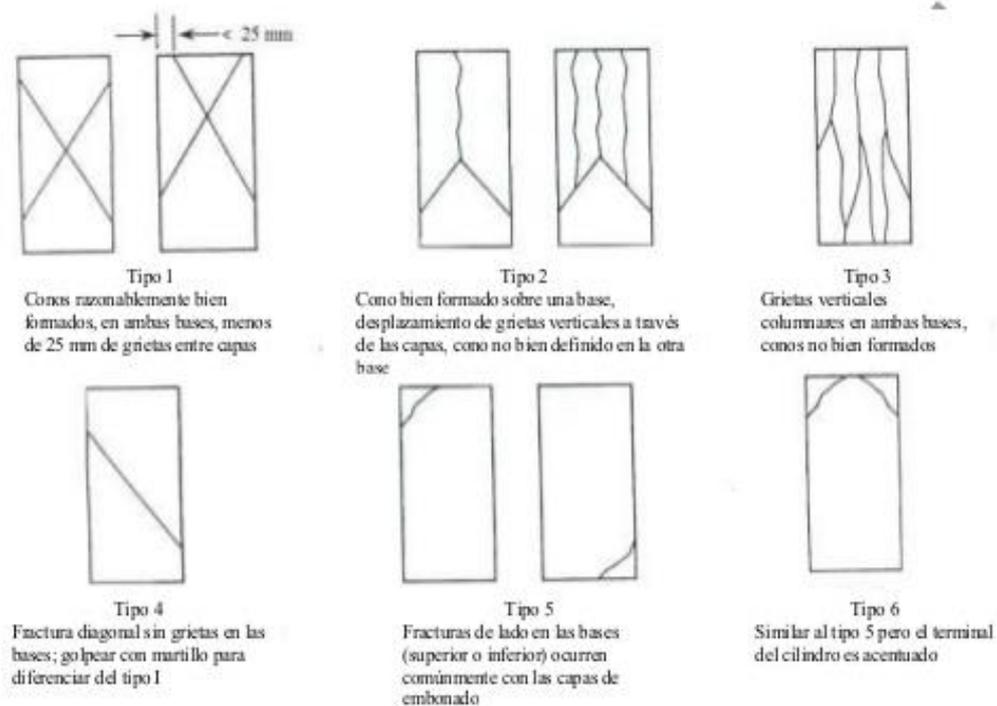


FIGURA 2 - Esquema de los patrones de tipos de fracturas

## 11. PRECISIÓN Y SESGO

### 11.1 Precisión

11.1.1 Repetibilidad: La tabla siguiente provee la precisión de repetibilidad de cilindros de ensayo de 150 mm por 300 mm y de 100 mm por 200 mm hechos de una muestra de concreto bien elaborada bajo condiciones de laboratorio y obra (Véase 11.1.2).

11.1.2 El coeficiente de variación en el laboratorio representa la variación esperada de mediciones de resistencia en cilindros preparados de una misma muestra de concreto y ensayados por un laboratorio a una misma edad. Los valores indicados para el coeficiente de variación en el laboratorio para cilindros de 150 x 300 mm son aplicables para resistencia a la

compresión entre 15 MPa y 55 MPa y para cilindros de 100 mm x 200 mm son aplicables para resistencias a la compresión entre 17 MPa y 32 MPa.

11.1.3 Precisión multi-laboratorio: El coeficiente de variación del multi-laboratorio para resultados de ensayos de resistencia a la compresión en cilindros de 150 mm x 300 mm. ha sido fijado en 5,0%; de ahí que, los resultados de ensayos apropiadamente conducidos por 2 laboratorios sobre especímenes preparados de una misma muestra de concreto no se espera diferir en más del 14% del promedio (Véase Nota 11). Un resultado de ensayo de resistencias es el promedio de 2 cilindros ensayados a una misma edad.

NOTA 11: La precisión multi-laboratorio no incluye variaciones asociadas con la preparación de especímenes para el ensayo de rotura por diferentes operadores o muestras independientes de concreto. Estas variaciones son causales del incremento del coeficiente de variación en reproducibilidad.

11.1.4 La data del multi-laboratorio fue obtenida de un programa organizado de 6 ensayos de resistencia donde los especímenes cilíndricos de 150 mm x 300 mm fueron preparados en un mismo lugar y ensayados en diferentes laboratorios. El rango del promedio de resistencias de este programa fue de 17,0 MPa a 90 MPa.

TABLA

	Coeficiente de variación	Rango aceptable de	
		2 Cil	3 Cil
Cil. de 150 mm x 300 mm			
Condic. de laborat.	2,4 %	6,6 %	7,8 %
Condic. de Obra	2,9 %	8,0 %	9,5 %
Cil. de 100 mm y 200 mm			
Condic. de laborat.	3,2 %	9,0 %	10,6 %

11.2 **Sesgo:** Desde que no es aceptado ningún material de referencia, no existe a la fecha un estadístico sobre sesgo.

Propiedades del polietileno.



## DATOS TÉCNICOS DEL POLIETILENO-TEREFTALATO (PET)

Propiedades mecánicas	
Peso específico	134 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la tracción	825 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la flexión	1450 kg/cm <sup>2</sup>
Alargamiento a la rotura	15%
Módulo de elasticidad (tracción)	2850 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al desgaste por mes	Muy buena
Absorción de humedad	0.25%
Propiedades térmicas	
Temperatura de fusión	255 °C
Conductividad térmica	baja
Temperatura de deformabilidad por calor	170 °C
Temperatura de ablandamiento de vicat	175 °C
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100°C	0.00008 mm por °C
Propiedades químicas	
Resistencia a los álcalis dúctiles a temperatura ambiente	Buena
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad
Propagación de llama	Mantiene la llama
Comportamiento al quemado	Goteara

Fuente: (Echevarría 2017).



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Julio Cesar, QUENTA FLORES  
identificado con DNI 44710266 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Ingeniería Topográfica y Agrimensura

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" ANÁLISIS COMPARATIVO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  EN CONDICIONES NORMALES Y ADICIONADO  
CON POLIETILENO EN LA CIUDAD DE PUNO "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 08 de Enero del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella



## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Julio Cesar, QUENTA FLORES, identificado con DNI 44710266 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Topográfica y Agrimensura  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ ANÁLISIS COMPARATIVO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  EN CONDICIONES NORMALES Y ADICIONADO CON POLIETILENO EN LA CIUDAD DE PUNO ”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 08 de Enero del 20 24

  
FIRMA (obligatoria)



Huella