

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO
EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO F´C=260 KG/CM2 EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO -
2019”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Rojas Rosas, Cristian Jesús

ASESOR: Jacha Rojas, Johnny Prudencio

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Geotecnia
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018-2019)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46862414

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40895876

Grado/Título: Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información.

Código ORCID: 0000-0001-7920-1304

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Torres Ponce, Carlos Antonio	Maestro en gestión pública	22407564	0000-0001-9026-0647
2	Mato Vicente, Rosner Nadler	Maestro en gestión pública	41877736	0000-0003-3638-9284
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las **8:00** horas del día **sábado 28 de mayo de 2022**, mediante la plataforma Google Meet, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- MG. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE - PRESIDENTE
- MG. ROSNER NADLER MATO VICENTE - SECRETARIO
- MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1040-2022-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $F'c= 260$ kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2019", presentado por el (la) Bachiller. Cristian Jesús ROJAS ROSAS, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **14** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47).

Siendo las 9:13 horas del día sábado 28 del mes de mayo del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

DEDICATORIA

En primera instancia a Dios Padre por su bendición y protección, de igual madre, esposa e hijo ya que son ellos son el motivo de superarme día a día, para ser un excelente profesional, hijo y padre. Agradecer a mi madre por los sacrificios que hacías para llegar yo a ser profesional, gracias por tu amor y tu comprensión.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios Padre por darme la existencia, salud y sabiduría para yo alcanzar la meta profesional, a mi madre por confiar en mí y a mi hijo que es la razón de mi existir.

También quiero agradecer a la Universidad de Huánuco de manera muy especial a la facultad de ingeniería por todas las enseñanzas impuestas durante todo el trayecto de formación profesional, como también agradecer a los docentes por su tiempo y esmero de forjarme en el ámbito de la ingeniería.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XIII
SUMMARY.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO I.....	18
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1 Descripción del problema	18
1.2 Formulación del problema	19
1.2.1 Problema general.....	19
1.2.2 Problemas específicos.....	19
1.3 Objetivo general.....	19
1.3.1 Objetivos específicos	20
1.4 Justificación de la investigación.....	20
1.5 Limitaciones de la investigación	21
1.6 Viabilidad de la investigación.....	21
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1 Antecedentes de la investigación.....	23
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	23
2.1.2 Antecedentes nacionales	25
2.1.3 Antecedentes locales.....	28

2.2 Base teórica.....	29
2.2.1 Concreto y/o hormigón tradicional.....	29
2.2.2 Leyes que rigen el comportamiento del concreto.....	30
2.2.3 Propiedades del concreto.....	31
2.2.4 Concreto u hormigón prefabricado.....	34
2.2.5 Concreto u hormigón ligero.....	35
2.2.6 El poliestireno expandido.....	44
2.2.7 Concreto ligero a base de poliestireno expandido.....	56
2.3 Definiciones conceptuales.....	59
2.4 Hipótesis.....	63
2.5 Variables.....	63
2.5.1 Variable Independiente.....	63
2.5.2 Variable Dependiente.....	63
2.6 Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores).....	63
CAPÍTULO III.....	65
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	65
3.1 Tipo y nivel de investigación.....	65
3.1.1 Enfoque.....	65
3.1.2 Alcance O Nivel.....	66
3.1.3 Diseño.....	67
3.2 Población y muestra.....	67
3.2.1 Población.....	67
3.2.2 Muestra.....	67
3.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	68
3.3.1 Para la recolección de datos (detallar las técnicas e instrumentos utilizados).....	69
3.3.2 Para el análisis e interpretación de los datos.....	95

3.3.3 Para el análisis e interpretación de los datos	101
CAPÍTULO IV.....	121
RESULTADOS.....	121
4.1 Procesamiento de datos	121
4.1.1 Análisis de ensayos realizado en especímenes.....	121
4.2 Contrastación de Hipótesis y Prueba de hipótesis.....	130
CAPÍTULO V.....	132
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	132
CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES.....	135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	136
LIBROS Y PUBLICACIONES	137
ANEXOS.....	140
(ANEXO N° 01).....	141
RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE ASESOR	141
(ANEXO N° 02).....	143
RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE	143
INVESTIGACIÓN.....	143
(ANEXO N° 03).....	145
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Clase de mezcla de asentamiento.....	31
Tabla 2:	Síntesis de las propiedades físicas de poliestireno expandido	52
Tabla 3:	Resumen propiedades químicas	53
Tabla 4:	Estudio técnico económico para elaboración de bloques de hormigón liviano en base a poliestireno expandido	57
Tabla 5:	Distribución de la muestra a ensayar.....	68
Tabla 6:	Peso retenido del agregado fino.	70
Tabla 7:	Peso retenido del agregado grueso.....	72
Tabla 8:	Gravedad específica y absorción del agregado fino (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)	74
Tabla 9:	Peso específico de agregado grueso (N.T.P. 400.021 ASTM C-127) ASTM 127; AASHTO T 85	75
Tabla 10:	Datos obtenidos para el peso unitario suelto del agregado fino.....	77
Tabla 11:	Datos obtenidos para el peso unitario suelto del agregado grueso.....	77
Tabla 12:	Datos para el peso unitario compactado y agregado fino.	77
Tabla 13:	Datos para el peso unitario compactado del agregado grueso.....	78
Tabla 14:	Base de datos obtenidos del concreto patrón a los 7 días.....	84
Tabla 15:	Base de datos obtenidos del concreto añadido el 3% de perlas de poliestireno a los 7 días	84
Tabla 16:	Base de datos obtenidos del concreto añadido el 5% de perlas de poliestireno a los 7 días	85
Tabla 17:	Base de datos obtenidos del concreto añadido el 7% de perlas de poliestireno a los 7 días	86
Tabla 18:	Base de datos obtenidos del concreto patrón a los 14 días....	87

Tabla 19:	Base de datos obtenidos del concreto añadido el 3% de perlas de poliestireno a los 14 días	88
Tabla 20:	Base de datos obtenidos del concreto añadido el 5% de perlas de poliestireno a los 14 días	89
Tabla 21:	Base de datos obtenidos del concreto añadido el 7% de perlas de poliestireno a los 14 días	90
Tabla 22:	Base de datos obtenidos del concreto patrón a los 28 días....	91
Tabla 23:	Base de datos obtenidos del concreto añadido el 3% de perlas de poliestireno a los 28 días	92
Tabla 24:	Base de datos obtenidos del concreto añadido el 5% de perlas de poliestireno a los 28 días	93
Tabla 25:	Base de datos obtenidos del concreto añadido el 7% de perlas de poliestireno a los 28 días	94
Tabla 26:	Granulometría del agregado fino - Análisis.....	95
Tabla 27:	Análisis granulométrico del agregado grueso.....	97
Tabla 28:	Peso unitario suelto del agregado fino (NTP 400.017 ASTM C-29).....	100
Tabla 29:	Peso unitario compactado del agregado fino (NTP 400.017 ASTM C-29).....	101
Tabla 30:	Peso unitario suelto del agregado grueso (NTP 400.017 ASTM C-29).....	101
Tabla 31:	Peso unitario compactado del agregado fino (NTP 400.017 ASTM C-29).....	101
Tabla 32:	Características del agregado grueso y fino.....	102
Tabla 33:	Resistencia a la compresión promedio (f'_{cr}).....	103
Tabla 34:	Cuadro de volumen absoluto por elemento del diseño de mezcla.....	106
Tabla 35:	Calculo de diseño de los pesos del diseño de mezcla.....	106
Tabla 36:	Calculo de corrección por humedad	107

Tabla 37:	Calculo del aporte de agua a la mezcla.....	107
Tabla 38:	Proporcionamiento de diseño para 1m ³ de concreto	108
Tabla 39:	Dosificación de concreto para una briqueta circular	108
Tabla 40:	Dosificación para el 3% de Perlas de Poliestireno en Kg.	109
Tabla 41:	Dosificación para el 5% de Perlas de Poliestireno en Kg.	109
Tabla 42:	Dosificación para el 7% de Perlas de Poliestireno en Kg	109
Tabla 43:	Dosificación para el concreto patrón.....	110
Tabla 44:	Dosificación para el 3% de Perlas de Poliestireno en Kg.	110
Tabla 45:	Dosificación para el 5% de Perlas de Poliestireno en Kg.	111
Tabla 46:	Dosificación para el 7% de Perlas de Poliestireno en Kg	111
Tabla 47:	Factores de corrección según la relación longitud diámetro.	112
Tabla 48:	Condición Longitud – Diámetro de Muestra Patrón.	112
Tabla 49:	Condición Longitud Diámetro de Muestra de concreto añadida con 3% de Perlas de Poliestireno.	113
Tabla 50:	Condición Longitud Diámetro de Muestra de concreto añadida con 5% de Perlas de Poliestireno.	113
Tabla 51:	Condición Longitud Diámetro de Muestra de concreto añadida con 7% de Perlas de Poliestireno.	114
Tabla 52:	Resistencia a la compresión del concreto (7 días).	115
Tabla 53:	Resistencia a la compresión del concreto (14 días)	115
Tabla 54:	Resistencia a la compresión del concreto (28 días)	115
Tabla 55:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 3% de Perlas de Poliestireno (7 días).....	116
Tabla 56:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 3% de Perlas de Poliestireno (14 días).....	116
Tabla 57:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 3% de Perlas de Poliestireno (28 días).....	116
Tabla 58:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 5% de Perlas de Poliestireno (7 días).....	117

Tabla 59:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 5% de Perlas de Poliestireno (14 días).....	117
Tabla 60:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 5% de Perlas de Poliestireno (28 días).....	117
Tabla 61:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 7% de Perlas de Poliestireno (7 días).....	118
Tabla 62:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 7% de Perlas de Poliestireno (14 días).....	118
Tabla 63:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 7% de Perlas de Poliestireno (28 días).....	118
Tabla 64:	Resistencia promedios a la compresión del concreto patrón	121
Tabla 65:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 3% de perlas de poliestireno.....	122
Tabla 66:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 5% de perlas de poliestireno.....	123
Tabla 67:	Resistencia a la compresión del concreto adicionado 7% de perlas de poliestireno.....	124
Tabla 68:	Resumen resistencia a la compresión del concreto.....	125
Tabla 69:	Resistencia a la compresión del concreto a los 07 días	126
Tabla 70:	Resistencia a la compresión del concreto de acuerdo a los 14 días.....	126
Tabla 71:	Resistencia a la Compresión Del Concreto de Acuerdo a los 28 días.....	127
Tabla 72:	Resumen resistencia a la compresión del concreto.....	128
Tabla 73:	Resumen de la resistencia a la compresión de concreto mezclado con perlas de poliestireno.....	129
Tabla 74:	Resumen Comparación de Slump del concreto.....	129
Tabla 75:	Resumen Comparación Pesos de Concreto.....	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Curva Esfuerzo-Deformación para el hormigón.....	34
Figura 2:	Usos del poliestireno (EPS).....	46
Figura 3:	Proceso de fabricación del poliestireno (EPS).....	47
Figura 4:	Proceso de transformación del poliestireno expandido (EPS)	48
Figura 5:	Tensión de compresión (σ_{10}) - UNE-EN-826.....	49
Figura 6:	0.043 a 0.029 para todas las aplicaciones.....	50
Figura 7:	Cuarteo del agregado fino.	69
Figura 8:	Tamizado del agregado fino.	69
Figura 9:	Cuarteo del agregado	71
Figura 10:	Tamizado del agregado grueso.	71
Figura 11:	Prueba de cono de humedad.....	73
Figura 12:	Material en el picnómetro.....	73
Figura 13:	Peso del material en el picnómetro con agua.	74
Figura 14:	Peso del molde más agregado grueso.	76
Figura 15:	Muestra fuera del cono de Abrams.....	79
Figura 16:	Ensayo de revenimiento.	79
Figura 17:	Llenado del molde.	80
Figura 18:	Eliminar el concreto excedente.....	80
Figura 19:	Prueba de compresión.....	81
Figura 20:	Equipo de Compresión Axial.....	82
Figura 21:	Determinamos las dimensiones de las briquetas.....	82
Figura 22:	Testigo sometido al ensayo de compresión.....	83
Figura 23:	Concreto patrón a los 7 días.....	83
Figura 24:	Concreto Con Perlas De Poliestireno - 3%	84
Figura 25:	Concreto con 5% de perlas de poliestireno	85

Figura 26:	Concreto con 7% de perlas de poliestireno	86
Figura 27:	Concreto Patrón a los 14 días.	87
Figura 28:	Concreto con 3% de perlas de poliestireno.	88
Figura 29:	Concreto con 5% de perlas de poliestireno.	89
Figura 30:	Concreto con 7% de perlas de poliestireno.	90
Figura 31:	Concreto patrón a los 28 días.....	91
Figura 32:	Concreto con 3% de perlas de poliestireno.	92
Figura 33:	Concreto con 5% de perlas de poliestireno.	93
Figura 34:	Concreto con 7% de perlas de poliestireno.	94
Figura 35:	Curva granulométrica del agregado fino.....	96
Figura 36:	Curva granulométrica del agregado grueso.....	98
Figura 37:	Resistencia promedio a la compresión del concreto patrón..	121
Figura 38:	Resistencia a la compresión del concreto con 3% de perlas de poliestireno.....	122
Figura 39:	Resistencia a la compresión del concreto con 5% de perlas de poliestireno.....	123
Figura 40:	Resistencia a la compresión del concreto con 7% de perlas de poliestireno.....	124
Figura 41:	Resumen resistencia a la compresión del concreto.....	125
Figura 42:	Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días	126
Figura 43:	Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días	127
Figura 44:	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días	127
Figura 45:	Resistencia a la compresión de acuerdo a la edad del espécimen.....	128
Figura 46:	Peso de los especímenes de concreto.	130

RESUMEN

La presente pesquisa se efectuó en la ciudad de Huánuco y se tuvo como objetivo general, determinar la influencia de las perlas de poliestireno a la resistencia a la compresión de un concreto de 260 Kg/cm². Para cualquier tipo de aplicación.

A principios se tuvo que identificar los tipos de agregados finos y gruesos que ser parte de la mezcla del concreto, sin desviarnos y basarnos en la norma técnica peruana (NTP), luego se procesó el diseño de mezcla del concreto para una $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$ basados en el metro ACI 211, por lo cual se buscó encontrar un concreto estructural liviano que se pueda usar en cualquiera de los elementos estructurales y no estructurales para lo cual se diseñó un concreto patrón con resistencia a la compresión igual a $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$ y se ha incrementado la participación del poliestireno expandido e cantidades del 3%, 5% y 7% en sustituciones del agregado fino.

Para el concreto en estado fresco se evaluaron el asentamiento y el peso unitario, claro está que se respetaron la norma técnica peruana NTP 339,035 y NTP 339,046, y para el concreto endurecido se evaluaron la resistencia a la compresión por lo que se conformaron probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Los resultados que arrojaron las muestras cilíndricas para un concreto convencional fueron 3" de asentamiento y 2338.63 kg/m³ de asentamiento y un $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$. De la misma manera las muestras de las probetas cilíndricas adicionados con porcentajes de poliestireno presentaron una disminución del valor promedio del peso unitario como también en el valor promedio de la resistencia a la compresión, las muestras cilíndricas de concreto también arrojaron un incremento en el valor promedio del 37.35% en cuanto al asentamiento en comparación del concreto convencional y e concreto adherido las perlas de poliestireno.

Según los resultados arrojados por las muestras cilíndricas de concreto adicionado las perlas de poliestireno comparándolas con el concreto convencional, podemos deducir que la resistencia a compresión del concreto disminuye considerablemente por lo que el valor promedio del

peso unitario también disminuye; según (Lituma & Zhunio, 2015), indican que al obtener resultados de la disminución del peso unitario en comparación con el concreto convencional ya se considerado concreto ligero las que se encuentran en el rango $f'c= 220\text{kg/cm}^2$ al $f'c= 2400\text{kg/cm}^2$; cabe recalcar que mediante la norma de concreto armado (2009) E-060, donde indican claramente que la resistencia mínima de un concreto estructural es $f'c= 210\text{kg/cm}^2$.

SUMMARY

The present research was carried out in the city of Huánuco and the general objective was to determine the influence of polystyrene beads on the compressive strength of a 260 Kg/cm² concrete. For any type of application. At the beginning we had to identify the types of fine and coarse aggregates to be part of the concrete mix, without deviating and based on the Peruvian technical standard (NTP), then the concrete mix design process for a $f'c=260\text{kg/cm}^2$ based on the ACI 211 metre, Therefore, we sought to find a lightweight structural concrete that can be used in any of the structural and non-structural elements, for which we designed a standard concrete with compressive strength equal to $f'c=260\text{kg/cm}^2$ and increased the participation of expanded polystyrene in quantities of 3%, 5% and 7% in substitution of the fine aggregate.

For the fresh concrete, the slump and unit weight were evaluated, in accordance with the Peruvian technical standards NTP 339,035 and NTP 339,046, and for the hardened concrete, the compressive strength was evaluated by forming cylindrical specimens of 15 cm in diameter and 30 cm in height. The results of the cylindrical samples for conventional concrete were 3" of slump and 2338.63 kg/m³ of slump and an $f'c=260\text{kg/cm}^2$. In the same way, the samples of the cylindrical specimens added with percentages of polystyrene showed a decrease in the average value of the unit weight as well as in the average value of the compressive strength, the cylindrical concrete samples also showed an increase in the average value of 37.35% in terms of the slump compared to the conventional concrete and the concrete bonded with polystyrene beads.

According to the results of the cylindrical concrete samples with polystyrene beads compared to conventional concrete, we can deduce that the compressive strength of the concrete decreases considerably and the average value of the unit weight also decreases; According to (Lituma & Zhunio, 2015), they indicate that when obtaining results of the decrease of the unit weight in comparison with conventional concrete, it is already considered light concrete those that are in the range $f'c=220\text{kg/cm}^2$ to $f'c=2400\text{kg/cm}^2$; it should be noted that by the reinforced concrete standard

(2009) E-060, which clearly indicates that the minimum strength of a structural concrete is $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el ámbito de la construcción se ve la necesidad de aligerar los elementos estructurales a menor costo posible, es por ello que nos vemos en la necesidad de producir concreto liviano sobre todo en estructuras donde la capacidad portante del suelo es muy baja, ante esta problemática surge la aplicación de perlas de poliestireno en la fabricación del concreto que sobrepasan los $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en este caso especificamos que para concretos de $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$.

Ante esta problemática surge la necesidad de conocer de ¿cómo influye la incorporación de las perlas de poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huánuco?, conociendo más aun que las perlas de poliestireno expandido tienen una amplia escala de prestaciones en el mundo de la construcción además que es un material muy económico, para ser usados en concretos livianos.

El objetivo de esta investigación es conocer la influencia de las Perlas de Poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$. en la ciudad de Huánuco.

Para ello el método empleado para el muestreo consiste en la selección de muestras por el método no aleatorio para ello se empleó 36 muestras a ensayar de las cuales 9 testigos de concreto normal (concreto patrón), 9 muestras de concreto + 3% de perlas de poliestireno, 9 muestras de concreto + 5% de perlas de poliestireno y 9 muestras de concreto + 7% de perlas de poliestireno, estas serán expuestas a la carga máxima de rotura a los 7, 14 y 28 días, las que serán comparadas cada una de ellas al concreto patrón.

Teniendo un diseño óptimo del concreto patrón, concreto + 3%, 5%, 7% de perlas de poliestireno hicimos la elaboración de los testigos, después fueron sometidos a la carga máxima de rotura a los 7, 14 y 28 días, las que fueron comparados cada una de ellas al concreto patrón.

Este estudio contribuirá para el conocimiento e información del concreto ligero.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

En la actualidad en el mundo de la construcción se tiene la predisposición hacia el menor costo como también a aligerar los elementos estructurales, es inevitable la modificación de los esquemas convencionales de los elementos rígidos pesados por elementos flexibles y ligeros y que a su vez proporcionen el mismo o mejor comportamiento estructural, generando así la implementación de nuevos y tecnológicos materiales al mercado y persigan esa directriz; ante ello surge la necesidad de implementar nuevos elementos en el diseño de concreto para aligerar la estructura y así optimizar la utilización del acero en el concreto. Existen muchos elementos cuyo peso es menor en semejanza al volumen y que puedan ser adecuado para lograr ese objetivo, es el caso de las perlas de poliestireno (EPS) por lo que es considerado un elemento muy ligero en relación al concreto y acero.

La necesidad de producir el concreto liviano se da por el alto rango de peso sobre todo en las estructuras donde la capacidad portante del suelo es muy baja. Es el caso de la ciudad de Huánuco a consecuencia del crecimiento poblacional que asecho estos 10 últimos años ya la ciudad no solo crece de manera horizontal sino también de manera vertical a sabiendas que la capacidad portante varía entre 1.6 kg/cm² a 3.18 kg/cm² lo cual no es el adecuado para construcciones de cargas excesivas, como es el caso que ahora se ve que ya se diseñan con el uso de pilotes, plateas, losa de cimentación, etc. debido a la tendencia de las construcciones de grandes construcciones verticales las cuales genera cargas exorbitantes a las zapatas, estas hicieron que cambie el paisajismo y la arquitectura de la ciudad generando consigo el incremento de presupuesto lo cual afecta la economía.

Ante esta necesidad surge la primera aplicación de las perlas de poliestireno en la fabricación del concreto para elementos cuya resistencia sobrepasan los $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en este caso

especificamos que para concretos de $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$, el mismo que por su naturaleza se integra como un elemento aligerante en el elemento de concreto que no esté expuesta a esfuerzos mecánicos. Es de precisión aligerar por completo el peso de la estructura que estén expuestos a esfuerzos mecánicos, provocando así a los especialistas en diseño de estructuras la utilización del poliestireno, considerando los esfuerzos externos que afectan a la estructura y a su vez mejorar la seguridad en la construcción.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Como influye la incorporación de las perlas de poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huánuco?

1.2.2 Problemas específicos.

- ¿Cuáles son los materiales adecuados para un diseño de mezcla de concreto de $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$ con perlas de Poliestireno expandido?
- ¿Cuál es el procedimiento para elaborar el concreto de $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$ adherido con el 3%, 5% y 7% de concreto y perlas de poliestireno expandido, para ser expuestas a la compresión en 7, 14 y 28 días?
- ¿Cuáles son las Resistencias a la compresión, del concreto elaborado con concreto $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$ con perlas de Poliestireno expandido?

1.3 Objetivo general

Conocer la influencia de las Perlas de Poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$. en la ciudad de Huánuco.

1.3.1 Objetivos específicos

- Seleccionar los materiales para el diseño de mezcla de concreto de $f'c = 260\text{kg/cm}^2$.
- Elaborar el concreto de $f'c = 260\text{kg/cm}^2$ adherido con el 3%, 5% y 7% perlas de Poliestireno expandido, para ser expuestas a la compresión en 7, 14 y 28 días
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 260\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Huánuco, elaborado con perlas de Poliestireno expandido.

1.4 Justificación de la investigación

La presente pesquisa se justifica, porque la principal cualidad del poliestireno expandido es expresada en todas las presentaciones de las cuales nos da la certeza de poder emplearlo en el ámbito de la construcción. Principalmente son aplicados como aislamiento termo acústico en edificaciones, también son empleados como una forma de aligerar el peso de las estructuras, como también son aplicados en los encofrados y las juntas de dilataciones en el ámbito de la construcción. Existen muchas cualidades de este material una de ellas es el proceso de fabricación en sus diversas presentaciones. Un claro ejemplo es que en el proceso de fabricación del poliestireno expandido este permite la alteración de la densidad de los materiales.

En el ámbito de la construcción moderna se caracteriza por la alta tendencia del ahorro energético, como también la protección contra el impacto ambiental y ruido.

Es de suma importancia emplear las perlas de poliestireno en construcciones con temperaturas extremas, ya que estas nos brindan muchas facilidades en cuanto a procedimiento constructivo, por ejemplo, aísla la fachada, cubierta, suelo y aligera el concreto.

Cabe recalcar que las perlas de poliestireno son muy económicas, es por ello que esta pesquisa se enfoca a ser viable, es por ello que las perlas de poliestireno deben de ser usado como un aditivo en las mezclas de concreto, para esto se necesita equiparar las resistencias del concreto con el aditivo contra un concreto de mezcla clásico

contemplado en la regla NSR-10 y de esta forma poder conceptualizar su aplicabilidad.

Por la principal característica de las perlas de poliestireno es que es un material ligero, a su vez es muy económico el transporte lo cual este beneficia en la disminución sustantiva del tiempo al momento de la construcción al utilizar el concreto aligerado, a su vez también disminuye los requerimientos estructurales que ejerce en la construcción.

1.5 Limitaciones de la investigación

La presente pesquisa se realizó en la ciudad de Huánuco perteneciente al territorio peruano, utilizando y manipulando agregados de la cantera Figueroa – Andabamba, Cemento Andino Portland Tipo I y agua extraída del centro especializado de geotecnia, pavimentos y ensayos de materiales de la UNHEVAL”.

Se empleará un diseño de mezcla de concreto $f'c = 260\text{kg/cm}^2$ mezclado con perlas de poliestireno en porcentajes variables del 3%, 5% y 7%.

La investigación está definida por la normatividad vigente para el febrero del 2019, pudiendo éstas cambiar los años posteriores.

Los ensayos se realizaron en el centro especializado de geotecnia, pavimentos y ensayos de materiales de la UNHEVAL, cabe recalcar que la presente pesquisa solo se limitará en estudiar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de $f'c = 260\text{kg/cm}^2$ mezclado con perlas de poliestireno en porcentajes variables del 3%, 5% y 7%.

1.6 Viabilidad de la investigación

El poliestireno expandido dentro del mercado peruano es considerado como un material muy económico, lo cual en la presente pesquisa nos centramos en el análisis y la viabilidad del uso de este material para emplearlo como un aditivo en el diseño de mezcla de concreto tradicional, contemplados en la norma técnica peruana (NTP), para así poder concretar su aplicación.

La presente investigación reúne las condiciones y características necesarias para el cumplimiento de los objetivos correspondientes a la tecnología y estrategia para así obtener propiedades físicas y mecánicas en el diseño de concreto $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$ mezclado con las perlas de poliestireno en porcentajes variables del 3%, 5% y 7%, dentro de la ciudad de Huánuco.

La presente pesquisa se establece de manera clara y precisa en la ciudad de Huánuco, asimismo los ensayos que se realizaron no son ajenos al recinto de la ingeniería civil.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 Antecedentes internacionales.

La Universidad Central de Ecuador, Quito – Ecuador, opto el título de ingeniero civil denominado “Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la compresión de 215 y 286 kg/cm² con agregados de la cantera poifo”, desarrollado por (Barrios Fierro & Ramirez Cueva, 2012), en la que trazan como objetivo la utilización de fibra de polipropileno para el refuerzo de hormigones, el autor hace mención que la información es escasa en el estado de Ecuador respecto a estos materiales, por lo que se tomaron como muestra la cantera Construarenas Cía. Ltda. Ubicada en el distrito de Pifo, provincia Picchíncha y Cemento Selva Alegre. Donde se definieron las características mecánicas y físicas de los agregados y del cemento, haciendo la prueba de la resistencia a compresión de las probetas cilíndricas a los 28 días calendarios, el procedimiento empleado fue por el método A.C.I. para la obtención de resultados definitivos para un diseño de mezcla $F'c = 215 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c = 286 \text{ kg/cm}^2$, después se incorporaron por separado 3 variedades de concentraciones de fibra de polietileno a la misma mezcla de concreto obtenido anteriormente, cuya finalidad fue concretar la mejora a la resistencia a la compresión.

Concluye mencionando que se es posible observar la conducta del concreto al adicionar diversos tipos de fibras de polipropileno y su comportamiento al ser sometido a esfuerzos de compresión.

La universidad nueva Esparta – Caracas, opto el título de ingeniero civil denominado “Incidencia del poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión del concreto para un diseño de mezcla con $f'c 250$

kg/cm²”, desarrollado por (Montes & Quiñones, 2011), en la que se investigó de qué forma influye el poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto para un diseño de mezcla de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, para ello realizaron 60 probetas cilíndricas; 30 con poliestireno expandido y 30 con fibra de polipropileno para ser luego analizar los resultados al ser expuestos a la prueba de resistencia de compresión.

Se obtuvo como resultado al ser expuestos a la prueba de resistencia a la compresión de las distintas variedades de mezclas con poliestireno reciclado y la fibra de polipropileno que estas modifican considerablemente la resistencia a la compresión, viendo la posibilidad que poseen estas porosidades generando así la variación de la densidad.

En la pesquisa se determinó que se es posible observar el comportamiento del concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, al ser sometido a la prueba de resistencia a la compresión cuando se mezclan con la fibra de polipropileno y poliestireno expandido.

La universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, del estado de Zulia, opto el título de ingeniero civil denominado “Análisis comparativo de la resistencia a compresión de bloques de concreto tipo c con y sin adición de fibra sintética” desarrollado por (Espinoza & Méndez, 2012), cuyo objetivo principal fue hacer una comparación de al ser sometidos a la prueba a la compresión del concreto de las probetas cilíndricas de tipo c con y sin adicionar la fibra sintética, para esto se emplearon 140 muestras, 70 muestras adicionando fibra sintética y las otras 70 con el diseño de mezcla convencional, ambas fueron sometidas a la prueba de resistencia a la compresión para su comparación y análisis respectivos.

Se concluyó que las muestras de tipo c adicionados de fibra sintética obtienen una resistencia superior que a las muestras convencionales.

Donde recomiendan que en las investigaciones posteriores empleen otros tipos de fibra para la evolución en el comportamiento a la resistencia a la compresión.

La presente pesquisa aporta a la ingeniería de manera positiva sugiriendo así que en las futuras investigaciones se use y se emplee diferentes tipos de adiciones al concreto para así hacer una nueva comparación del comportamiento ante la prueba de resistencia a la compresión como también el resultado positivo que se dio a conocer al adicional la fibra de polipropileno al diseño de concreto para así poder adicionarlo a una nueva muestra de tipo b o superior.

2.1.2 Antecedentes nacionales

La universidad nacional de Huancavelica – Perú, opto el título de ingeniero civil denominado “Estudio de la influencia de fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concretos de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Lircay provincia de Angaraes región Huancavelica” desarrollado por (Villanueva Campos & Yaranga Huatorongo , 2015) cuyo objetivo es estudiar de qué manera influye la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión del concreto, por ello se emplearon 12 muestras de concreto que fueron expuestas a la prueba de compresión de concreto en 7, 14, 28 días calendarios según la norma ASTM 0695, como resultado dan a conocer que l adicionar las fibras de polipropileno este tiene una incidencia del 13.94% al ser sometidos a la prueba de resistencia a la compresión, que la adiciona máxima para adicionar al diseño de mezcla del concreto es del 10%, cabe mencionar que los costos varían en un0.68% al adherir fibras de polipropileno con respecto al diseño de concreto convencional, de acuerdo a las muestras ensayadas concluyeron que al adherir fibras reforzadas y al ser sometidas a cargas externas las fibras aportan al control de figuras y grietas en la estructura, por ello recomiendan que la máxima dosificación de fibras de polipropileno es de un 10%.

La Universidad Señor de Sipán SAC, opto el título de ingeniero civil denominado “Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico” desarrollado por (Armas Aguilar, 2016), se indago a nivel experimental sobre los efectos al adicionar la fibra de polietileno respecto a la propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico, en proporciones de 0 gr/m³, 200 gr/m³, 300 gr/m³ y 400 gr/m³, para el diseño de mezcla de concreto se utilizaron los siguientes materiales: agregado fino y grueso, cemento portland, aditivo superplastificante, aditivo curador y fibra de polipropileno.

Se concluye que para la muestra cilindro de concreto adicionado 400 gr/m³ reduce la fisuración hasta un 90%, demostrándose así que las propiedades plásticas varían de manera considerable como el asentamiento reduce un 50%, contenido de aire reduce un 25%, no varía la temperatura ni varía el peso unitario del concreto.

Las propiedades mecánicas del concreto al ser sometidos a la prueba de la resistencia a la compresión y las propiedades mecánicas de la flexión sufren una variación positiva de un 3% y 14% a los 28 días calendarios.

La Universidad Cesar Vallejo – Tarapoto – Perú, opto el título de ingeniero civil denominado “Diseño de bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, distrito de Tarapoto, San Martín – 2018” desarrollado por (Amasifuén Polo, 2018), cuyo objetivo general es el diseño de concreto ligero con la incorporación de perlas de poliestireno, para esto se empleó en la fabricación de bloques de concreto de 9cm x 19cm x 39cm, lo cual debe de cumplir con resistencia mínima requerida por la norma técnica peruana y el reglamento nacional de edificaciones, el autor menciona que se manipulo de manera continua las características y proporciones de los materiales empleados en el proceso del desarrollo de la pesquisa basados

en las normas establecidas por el ASTM, reglamento nacional de edificaciones, la norma técnica peruana y la guía ACI, se tuvo como muestra de prueba con las densidades 1200 y 1600kg/cm³, de las cuales se identificó un diseño optimizado de los materiales, de las cuales concluye que se obtuvo resultados satisfactorios al diseñar bloques de concreto ligero agregando perlas de poliestireno con una resistencia a la compresión de $f'c = 57.43 \text{ kg/cm}^2$, como también el agregado fino es el adecuado para el diseño de concreto agregándole perlas de poliestireno. El autor da a conocer como resultado de las propiedades físicas la absorción obtuvo un resultado de 7.78%, peso específico 16006.11 kg/m³, en cuanto a las propiedades mecánicas el módulo de elasticidad es de 12323.11 kg/cm² y una $f'c = 57.43 \text{ kg/cm}^2$, y una disminución del peso específico del 40%.

La Universidad Nacional de Cajamarca – Perú optó el título de ingeniero civil denominado “Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca”, desarrollado por (Rodriguez Chico, 2017), donde se tuvo como objetivo establecer propiedades mecánicas y físicas del concreto adicionando poliestireno expandido, se hizo la comparación del concreto tradicional con el concreto liviano realizando un remplazo de la grava con la fibra de poliestireno expandido.

Se elaboró muestras de concreto liviano con perlas de poliestireno para ser sometidos a la prueba de resistencia a la compresión del concreto a los 7,14 y 28 días calendarios para una dosificación de 1200,1400,1600 kg/m³.

Como resultado se da a conocer para una dosificación 1600 kg/cm³ expuestos a los diferentes ensayos se obtuvo una resistencia a la compresión de $f'c = 62.75 \text{ kg/cm}^2$.

El autor misiona que el aumento de costo de las muestras elaboradas, pero se compensa con el ahorro de transporte y el rendimiento al momento de ejecutar los trabajos, en tanto se

obtiene menor tiempo y mayores ganancias al elaborar con este tipo de muestras.

2.1.3 Antecedentes locales.

La universidad nacional Hermilio Valdizan – Huánuco para optar el título profesional de ingeniero civil denominado “Concreto reforzado con fibras metálicas y fibras sintéticas, utilizando agregados de la cantera de Andamaba – Huánuco”, desarrollado por (Evaristo Yringoin, 2018), donde el propósito de este estudio es investigar los niveles de resistencia de bloques de hormigón con fibra de caucho y metal de la mina Andabamba – Huánuco. El diseño de la investigación radicó en los efectos experimentales de hormigón con fibras de hacer y caucho aplicadas a muestras en el sentido axial para evaluar la resistencia. Resultados: Altas concentraciones de ciertas impurezas en Andabamba, al combinarse con ciertas mezclas de fibra NTP, hierro y caucho, afectan las propiedades del cemento en nuevos ambientes, mostrando una eficiencia reducida, la concentración de la mezcla es $3\frac{1}{4}$ Con una reducción de "3 cada una ", el mejor resultado es el $f'c$ obtenido cuando los tipos de hormigón y alambre de acero se fortifican por un periodo de 28 días calendarios, con un peso promediado a 271 kg/cm². Siendo el caso que la resistencia a la flexión sufre un incremento considerable con el alambre de acero. Se concluye que la adición de alambre metálico son materiales ideales para aumentar la resistencia a la flexión del hormigón.

La universidad nacional Hermilio Valdizan – Huánuco, opto el título de ingeniero civil denominado “Estudio comparativo de la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto poroso con el uso del agregado fino y aditivo plastificante – Huánuco 2019” desarrollado por (Gamarra Rojas, 2019), en este estudio se evaluó el comportamiento de la resistencia a la compresión y la permeabilidad losas de concreto, dentro del el

contenido específico de agregado fino y aditivo plastificante que consiste en piedra de 3/8 de pulgada, cemento y agua. a. Para completar este estudio, se enviaron 60.30 muestras para la ser expuestas a la prueba de resistencia a compresión, donde 30 para la prueba de permeabilidad a los 28 días. La investigación se estableció por 3 periodos de pruebas. El primer paso es utilizar técnicas de análisis de contenido, datos y registros para recopilar datos y elementos de investigación. En segundo lugar, diseños de mezcla teórica y elaboración pruebas de cilindros utilizando técnicas ACI, NTP y ASTM y equipos de campo relacionados con el proceso de mezcla y los materiales que se pueden utilizar para pruebas de hipótesis. Finalmente, los resultados obtenidos se grafican en una tabla por el número de métodos estadísticos realizados. El análisis se ajusta según el nivel de análisis comparativo o comparativo de los factores causales. Se ha probado la Hipótesis utilizando la distribución T de Student. Finalmente, se puede concluir que los agregados finos disminuyen de manera considerable la permeabilidad, como también disminuye la resistencia a la compresión haciendo una comparación con el uso de aditivos plásticos.

2.2 Base teórica

Se proporcionan varios problemas y terminología básica como base para una comprensión más profunda de esta investigación.

2.2.1 Concreto y/o hormigón tradicional

El concreto es la combinación de cemento portland más agregados finos y agregados gruesos más aire más agua en cantidades apropiadas, en algunos casos se adhieren aditivos que ayudan a la mejorar o modificar las propiedades del concreto (Abanto Castillo, pág. 11).

Se define al hormigón como pseudosólido elasto – viscoplastico, tomando como reseña a su confusa reología (siendo esta un linaje de la mecánica la cual indaga el progreso de las imperfecciones de los materiales producidas por fenómenos

naturales al pasar el tiempo, haciendo memoria en el hormigón cohabitan en el periodo solido los áridos y el cemento), en el periodo liquido el agua y en el periodo gaseoso el aire ocluido (Gimenez, García, & Moran, pág. 89).

2.2.2 Leyes que rige el comportamiento del concreto

- Ley de abrams:** Se define como “la resistencia a la compresión del concreto que está en proporción inversa a la relación agua-cemento empleado”, lo cual ratifica que el concreto obtendrá una mejoría en la resistencia si el agua se adhiere en cantidades menores en su conformación. (Primi & León, pág. 31)
- Ley del cemento:** Esta ley nos indica que “mientras menor cantidad de cemento se necesite para lograr una cierta resistencia, será mejor para todas las cualidades del concreto”, al adherir más cemento este ocasiona un incremento en la retracción y agrietamiento. El sus del material cementante perjudica de manera directa el precio. (Primi & León, pág. 31).
- Ley de temperatura:** Esta ley nos indica que “mientras más baja la temperatura del concreto fresco, será mejor para todas sus cualidades”, las altas temperaturas incrementan abundancia de agua para mejorar el fraguado, por consiguiente, la mezcla de concreto será de mayor complejidad al momento de compactar, es probable que la resistencia disminuirá considerablemente. (Primi & León, pág. 31).

2.2.3 Propiedades del concreto

2.2.3.1 Concreto en su estado fresco

A. Trabajabilidad, docilidad o manejabilidad

El concreto fresco nos brinda muchas facilidades en todo lo largo de la colocación, al momento de mezclarlo, colocarlo, compactarlo y destruirlo sin segregación ni exudación (Rivva López, pág. 32)

En cuanto a la trabajabilidad este tiene correlación con la adherencia del cemento, en la granulometría, la correlación de los agregados finos y gruesos y la proporción de los agregados con el agua y aire y la adherencia de los aditivos como también con el impacto ambiental. La finura del cemento definida por el plano específico, influye en la trabajabilidad. En cuanto a los cementos de porcentaje elevado de fineza optimizan considerablemente que las finas del orden 3300 cm²/gr, son las que tienen más credibilidad. (Rivva López, pág. 33)

B. Consistencia o movilidad

Se define por el nivel de humedad de la mezcla de concreto, este depende de manera considerable del porcentaje de agua a usar, como también se define por la trabajabilidad que brinda al encofrado, manteniéndose como si de manera homogénea con un porcentaje bajo de vacíos, cabe recalcar que también pueden ocasionar agrietamientos superficiales al momento del fraguado, para esto se consideran: (Abanto Castillo, pág. 47)

Tabla 1: Clase de mezcla de asentamiento

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seco	0" - 2"	Poco trabajable	Vibración nominal
Plástico	3" - 4"	Trabajable	Vibración ligera, chuseado
Fluido	> 5"	Muy trabajable	chuseado

Fuente: Abanto Castillo

C. Exudación o sangrado

Está definido como como la elevación de un porcentaje del agua de la mezcla del concreto hacia el plano a consecuencia de la precipitación de los sólidos, lo cual se percibe poco después de la colocación del concreto al encofrado.

La exudación se da a consecuencia de la mala dosificación de la mezcla del concreto, de un porcentaje excesivo de agua a la mezcla, del manejo de los aditivos como también de la temperatura, a consecuencia de un gran incremento de la temperatura el porcentaje de exudación es superior. (Abanto Castillo, pág. 54).

La exudación, influye por la acumulación de los finos en los agregados , como también la finura del cemento, en tanto a más acumulación de finura es la molienda y el porcentaje de material que pasa por la malla N° 100, la exudación disminuye de manera considerable a consecuencia de que se retiene el agua de la mezcla de concreto, cabe recalcar de no considerara a la exudación como un fenómeno normal del concreto, como también de secar el concreto roseando cemento en toda la plataforma mientras la exudación se hace presente, ya que aún hay presencia de agua en la masa inferior de la plataforma. Si roseamos el cemento cuando la exudación haya culminado, adhiriendo la masa con la plataforma principal lograremos disminuir la relación a/c, ahí si concretaremos de manera positiva a la durabilidad y al desgaste. (Pasquel Carbajal, 1198, pág. 141).

2.2.3.2 En su estado endurecido

A. Resistencia

La utilización de la resistencia a la compresión se empleará para facilitar el trabajo de los ensayos, ya que la mayor parte de las propiedades del concreto se perfeccionan al mejorar la resistencia del área máxima de muestra soportada antes de ser

expuesta a la prueba de compresión del concreto y poder presentar fallas por como presión por agrietamiento o rotura.

La máxima exposición de prueba del concreto $f'c$ debe de ser a los 28 días calendarios después del vaciado y el curado del mismo.

Las probetas cilíndricas a utilizar son de material impermeable, no absorbentes y no reactivos a la exposición del cemento, los cilindros normalizados son de acero, ocasionalmente se debe de usar de material plástico duro, hojalata o de cartón perfilado.

El retiro de las probetas de los moldes no debe de variar de los 18 a 24 horas, para luego ser sometidas al curado.

De acuerdo a la ley de Gilkey:

Para la trabajabilidad y colocación del cemento, agregados, aguas aceptables, bajo condiciones aceptables de preparación de la mezcla, curados y ensayos están influenciados por:

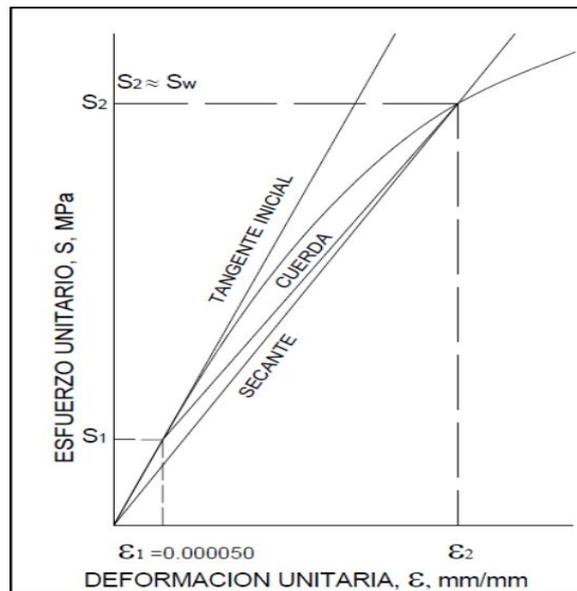
- Relación a/c en la mezcla del concreto.
- La relación que existe entre el cemento y el agregado.
- La granulometría, durezas de las partículas del agregado, la resistencia, el perfil y la textura del agregado.
- Tamaño nominal del agregado. (Abanto Castillo, págs. 50 - 53).

B. Elasticidad:

Por su naturaleza el concreto no es del todo elástico, al ser expuestos a un esfuerzo a la deformación sobre una carga continua, este opta generalmente una forma de curva, conocido también como Módulo de elasticidad, iniciándose en una línea recta desde el punto de origen para luego optar la forma de curvatura. A momento del diseño estructural se opta por el módulo de elasticidad constante, cosa que en la experiencia

cuya variable es el valor promedio obtenido mediante fórmulas matemáticas. (Abanto Castillo, pág. 50)

Figura 1: Curva Esfuerzo-Deformación para el hormigón



Fuente: (Rivva López, pág. 1992) Diseño de Mezclas.

2.2.4 Concreto u hormigón prefabricado

Se hace de conocimiento que el procedimiento de fabricación es dado a un lugar diferente al de la fabricación, ya que son fabricados en industrias externas al del proyecto.

Una de las metodologías empleadas en el proyecto es la mampostería (bloques de hormigón) (Parker & Ambrose, pág. 37).

A. Ventajas del concreto prefabricado

Hay algunas razones a tener en cuenta en la utilización del hormigón prefabricado, que son los siguientes:

a) Aceleración de colocación:

El hormigón prefabricado es inmediato a comparación de la fabricación, colocación, fraguado, entre otros del mismo en el lugar de obra, además aporta al avance de la obra si interrupción alguna.

b) Colocación y ahorro:

Cuando la obra está en construcción se nota la diferencia del gasto financiero cuando se ejecutan las partidas de arriostramiento, apuntalado, mano de obra, entre otros, a diferencia del concreto prefabricado este nos garantiza a la reutilización del bloque de concreto con costos inferiores de un trabajo convencional, como también la tecnología empleada para su fabricación.

c) Control de calidad:

Los concretos prefabricados contienen la garantía en cuanto a calidad, uniformidad y exactitud de las características físicas como es el caso de la densidad y la resistencia, ya que estas se basan a normas y parámetros establecidos.

2.2.5 Concreto u hormigón ligero

La densidad de un concreto ligero o hormigón ligero varía entre 300 kg/m^3 a 2000 kg/m^3 en comparación con el concreto convencional la densidad varía entre 2300 kg/m^3 a 2400 kg/m^3 . Se consigue una densidad baja mediante el aire incorporado para provocar poros o agujeros en la mezcla.

Mediante Maket (2007), menciona la no existencia de parámetros estándares de la categorización del concreto ligero, por lo que hoy en día se determina por su densidad, conforme se encuentra estipulado en el ACI 213R-14, donde se estima al concreto ligero según su densidad y aplicaciones.

a) Concreto de baja densidad

El concreto de baja densidad (peso ligero), la densidad varía entre 300 kg/m^3 hasta 800 kg/m^3 y una resistencia varía entre $50 - 1000 \text{ Psi}$, básicamente son usados para estructuras no portantes de la construcción, un claro ejemplo son los aislamientos y las particiones. La vermiculita y la

perlita usualmente se usan como agregados. (Concreto de baja densidad, 2020)

b) Concreto de densidad media

Este tipo de concreto se define por la variación de la densidad entre 1000 kg/m³ hasta 1600 kg/m³, la resistencia de este tipo de concreto está por debajo de 17 Mpa, los tipos de sedimentos que se usan son: la roca y la escoria, la característica de este elemento es que es un material altamente cementoso, su uso es netamente en soporte de cargas.

c) Concreto de alta densidad:

Este tipo de concreto se define por la variación de su densidad entre 1600 kg/m³ hasta 2200 kg/m³, en cuanto a su uso es netamente para el soporte de cargas estructurales, el tipo de agregados empleados en la construcción son: escoria, ceniza y pizarra.

2.2.5.1 Métodos de obtención del concreto ligero

Los distintos tipos de variedades que existen en el mercado se nos hace difícil clasificarlos por categorías y fracciones en cuanto a los distintos tipos de preparación, por ello existen 3 métodos de forma paralela y parcial de preparación de los diversos tipos de concretos livianos:

a) Concreto celular:

son la alineación de diminutas celdas unidas por aire o gas en la cavidad de la masa de concreto fresco hasta el fraguado del mismo, también se le conoce como: concreto airado, concreto espumoso y concreto gasificado.

b) Concreto con agregados livianos:

Este tipo de agregados livianos de poca densidad, se clasifica por ser de origen natural, volcánico (piedras, escorias celulares, arcilla expandida y la bentonita), de la combinación de estos elementos se obtiene el concreto ligero.

c) Concreto sin finos:

Al eliminar los materiales finos este sufre una alteración con la presencia de huecos de gran escala, lo cual beneficia para una granulometría uniforme.

2.2.5.2 Concreto celular

El concreto celular también conocidos como morteros, estos están compuestos por a agua, cemento, agregado fino y/o trabajado y un elemento adicionado con la capacidad de formar un gran porcentaje de volumen de vacíos y burbujas de gas en el mortero. En la actualidad existen dos tipos de concretos celulares (gaseados y espumados).

Un medio muy importante de obtener el concreto ligero es mediante la incorporación de burbujas de gas en la mezcla uniforme del cemento y el agregado, para así formar una composición celular que sea semejante al hule espumoso, las celdas varían de 0.1mm a 1.00mm. La forma de las celdas al ser expuestas al mezclado y la compactación deben de capaces de resistir, para así el concreto resultante se concretan como concreto airado o concreto celular.

La noción de concreto es inadecuada, esto se basa a que el agregado grueso no debe de ser parte de la mezcla de concreto. (Luzardo & Aranga, 2004)

Existen dos tipos de instrucciones para formar la aireación y estas son:

a) Concreto gasificado:

Esto está basado en un tipo de reacción química de la base alcalina generados entre la cal y el cemento, con un ácido para así ser liberado el gas que componen el mortero reciente consintiendo así que la masa se propague sin permitir la salida del gas.

b) Concreto espumoso:

Es la penetración de las burbujas de aire al mortero a base de espuma preformada de origen sintético y/o proteico.

Los burbujeos se estabilizan como también mantiene su textura en todo el proceso de adherencia y la transformación de las células de aire expuestos al perímetro del cemento.

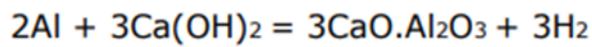
Ante la presencia de las burbujas de aire, este brinda al concreto airado el beneficio de aligerar el peso. Los antecedentes se fijan ya hace del siglo XIX para la penetración de las burbujas de aire a la masa del concreto, este procedimiento fue registrado por e. Hoffman en los años de 1989, haciéndolo a base de dióxido de carbono, para así obtener el ácido clorhídrico a base de rocas calizas.

c) Concreto celular gaseoso

Los principales elementos intervinientes para su elaboración son: el cemento, el agua y un elemento que origine la liberación del gas.

El porcentaje de aluminio para la elaboración del concreto gaseoso va a depender de la uniformidad de los factores intervinientes como la dimensión de las partículas, estas varían de 0.25% hasta 0.05% del peso del cemento.

El resultado de la penetración de las partículas de aluminio a la mezcla del concreto no da la siguiente reacción química:



d) Concreto celular aireado

En el proceso de fabricación de hormigones de espuma se emplearon distintos tipos de espumógenos (jabones resinosos, adhesivos de animales y vegetales, detergentes, saponina, silfo, resina vinílica, proteínas hidrolizadas).

En la actualidad existen dos métodos utilizados para elaborar el concreto celular airado y estas son:

Primero: Se vierte un aditivo espumógeno de gran dominio de concentración, este se vierte de manera directa a la mezcla del concreto y/o mortero celular, donde este aditivo en porcentaje considerable de aire, a más vueltas se da el mezclador supera el porcentaje de aire atrapa.

Segundo: Se vierte la espuma densa y estable mediante un aparato generador de espuma.

2.2.5.3 Concreto con agregados livianos

Ante la alta densidad muestra el peso de la composición este suele ser un problema habitual, es por esta justa razón que al pasar el tiempo ha buscado aligerar el, pero del concreto implementando agregados menos pesados ya sea de origen natural y/o artificial.

En la actualidad existen muchos antecedentes en la implementación de agregados livianos, por ejemplo, como la Cúpula del panteón de 44m de diámetro (Roma) del ciclo II a.c., donde se emplearon rocas pómez adherido a la mezcla de concreto, en los años 1917 ya el gobierno de los USA empezaron a fabricar agregados ligeros en fogones giratorios por la dilatación de pizarras y dilatación de arcillas y distintos

tipos más, para ello ser utilizados en puentes, calzados, etc., dando así a conocer este tipo de avance tecnológico ya por los años 1050 aproximadamente, se da créditos a los rascacielos construidos tiempos aquellos.

Dentro del avance tecnológico del agregado ligero fue lento el mundo de la ingeniería del continente europeo, dándose el caso que los agregados son dados de manera natural y el concreto ligero se establece de manera industrial en calderos de arcilla y pizarra, donde se logran alcanzar las especificaciones técnicas del elemento.

Es importante considerar que en el proceso de fabricación es importante verificar la dosificación y así controlar el porcentaje de absorción de agua en cuanto al proceso de la mezcla, traslado y colocación, esto ocasionaría la perjudicarían de la trabajabilidad, aun cuando haya abundante agua que afectaría al incremento de temperatura y así rezagar el agregado grueso y hacerlo más ligero con la ayuda del correcto vibrado. Otro de los puntos a considerar es el bombeo, ya que es de precisión bombear el agua, secándola para evitar obstaculización.

El proceso del fraguado incrementa a raíz del incremento de temperatura, cabe recalcar que a menos masa existente menor es la conductividad térmica del concreto.

A. Clasificación de los agregados ligeros

En el ámbito de la construcción son de relevancia distintas variedades de agregados ligeros de las cuales poseen muchas propiedades físicas y de naturaleza, estos vienen a ser de utilidad para la preparación de concretos ligeros, de las cuales se clasifican en:

a) **Agregados livianos naturales:**

Son provenientes de manera natural de yacimientos y minerales y son usados posteriormente después de ser molidos y clasificados en:

- **Piedra pómez:** Es un derivado de la roca ígnea volcánica vítrea con alto porcentaje de porosidad y de escasa densidad, se diferencia por su color blanquizco, amarillento o gris. Se obtiene de manera natural por luxación del cuerpo expuesta a considerables presiones de gas dentro, y un cambio de temperatura repentina.
- En su entorno natural se encuentra ubicada en grandes rocas macizas con un aproximado de $1\text{m} \leq$ de grosor, conjuntamente a las cenizas volcánicas entre otros, para luego ser separados y lavados para así reducir el peso específico del mismo en su estado seco de las cuales están varían de 500kg/m^3 a 700 kg/m^3 .
- Las escorias volcánicas son materiales de yacen del magma volcánica conformados por cavidades enormes, pero en pocas cantidades e inconcebibles que al de la piedra pómez, la variación del peso específico oscila entre 700 kg/m^3 hasta 1500 kg/m^3 .

b) **Agregados livianos artificiales**

Son generados a raíz del proceso de industrialización.

- **La vermiculita:** Este es una variedad de mineral pertenecientes al conjunto de las micas donde están formados por silicatos de hierro o magnesio, son sometidas a una temperatura que varía entre 700°C hasta 1300°C de las cuales sufren un fenómeno de expansión que varía entre 30 – 35 veces de su forma natural, la misma que libera el vapor a la cual le denominaremos como la exfoliación.
- la forma y la textura de la vermiculita son de forma de granos que varían por su tamaño iniciándose en polvo de textura fina

hasta granos de 30mm aproximadamente, en cuanto al peso específico oscilan de 100kg/m^3 hasta 200kg/m^3 .

- En cuanto al peso específico del concreto mezclado con vermiculita oscilan entre 350kg/m^3 hasta 1200kg/m^3 .
- Arcillas y pizarras expandidas: la gran ventaja de estos minerales es que, al exponerlos a temperaturas altas y adecuadas, puedan estas dilatarse resultando de ellas un material con un alto índice de porosidad.
- Al ser tratados y expuestos a temperaturas altas estos materiales de cantera estas alcanzan 1100°C – 1400°C , dando lugar a un material de tipo arcilloso sufra una transformación con un alto índice de plasticidad formando una capa protectora de las articulaciones, a su vez en la parte interna exista un desprendimiento de gases que provienen del agua del combustible y carbonatos, dando lugar a la creación de vacíos generándose la disposición alveolar.

c) Poliestireno expandido

En el proceso de fabricación de este tipo de material se inicia de la composición del poliestireno en forma de perlas pequeñas que tienen dentro del elemento expansivo de un hidrocarburo saturado (C_5H_{12}). Luego después de la pre expansión las perlas pequeñas se depositan en almacenes para reposar para que más adelante sean transportadas hacia las máquinas de moldeo para ser expuestas a energía térmica para que el agente expansor que se encuentra en su interior se caliente y así incrementen su volumen, y a su vez el polímero se plastifique, a lo largo del proceso las perlitas se adecuan a los moldes aparentemente con una densidad de 10kg/m^3 hasta 30kg/m^3 . Después del proceso de fabricación lo normal sería la mercantilización del producto en diferentes presentaciones como planchas de poliestireno en una variedad de grosores y densidades, también es considerado como un excelente aislante térmico siendo utilizados en viviendas ahorradores de energía.

Un claro ejemplo son las viviendas construidas con espuma de poliestireno disminuyen el gradiente térmico y mantener la temperatura aproximadamente al 40.00%.

Para la producción de concretos livianos, se emplean las perlas de poliestireno expandido donde estas sustituyen en su totalidad al agregado grueso y en porcentajes menores al agregado fino, una de las características de los agregados es que no son absorbentes de agua, carecen de impurezas y la reacción con el cemento es nulo, pero tiene una excelente ligadura con sí mismo.

El poliestireno expandido se debe de remojar para incrementar el peso específico del mismo durante el proceso de mezclado, poco después de adhiere el agregado fino para mezclarse con el poliestireno expandido, poco después de adhiere el cemento y posteriormente se adhiere el agua para un correcto proceso de mezcla del concreto, para luego ser vertido en la construcción con un correcto vibrado caso contrario apisonado de manera manual.

En el proceso de producción del concreto liviano conjuntamente con el poliestireno expandido se debe de tener una exactitud en cuanto relación agua cemento para obtener la homogeneidad de la mezcla, razón por que al tener mayor porcentaje de agua este tiende a sufrir un fenómeno de segregación hacia la plataforma.

2.2.5.4 Concreto sin finos

Este tipo de concreto el contenido de agregado fino es escaso o hasta a veces nulo, por lo que se caracteriza por contener vacíos distribuidos de manera uniforme, este tipo de concreto está conformado por el agregado grueso y cemento. Al alto índice de vacíos ocasiona que la densidad disminuya en porcentajes considerables. La aplicación de este tipo de concretos es esencial para drenajes con baja agresividad entre pisos y capas. El tipo de agregado grueso debe de contener una uniformidad

en cuanto a la dimensión nominal que varían entre 10mm – 20mm. Cabe recalcar que los agregados que varían entre 7mm a 10mm como también de 14mm a 20 mm, estos tienen un comportamiento satisfactorio en cuanto al uso.

Se tiene de conocimiento que existe una relación cemento/agregado en proporciones de 1:6 hasta 1/8, de manera homogénea. En la combinación de menor dimensión de 1:8 hasta 1:10 estas disminuyen que los orificios sean obstruidos por pastosidad formada por el cemento. Cabe recalcar la utilización de 1:10 en bloques de drenaje de menor resistencia. La relación a/c se debe de mantener en proporciones bajas un claro ejemplo sería 0.4 a 0.5 para evitar la segregación del concreto.

2.2.6 El poliestireno expandido

A. Antecedentes:

El poliestireno se descubrió por los años 1839 por el boticario Edward Simón, destiló un líquido aceitoso proveniente de la resina del árbol de liquidámbar orientales lo cual le puso de nombre “estírol”, al pasar los días se dieron con la sorpresa que el estírol había cambiado su forma al espesarse, donde dedujeron que fue a consecuencia de la oxidación al que lo denominó como “óxido de estírol” (Styroloxyd). Por el año 1845 John Blyth y August Wilhelm dos químicos alemanes demostraron que el oxígeno no era quien ocasionaba la transformación del estírol, lo cual le nombraron “metastírol”. En los próximos análisis se demostraron que era una réplica de Styroloxyd. Ya por los años 1866 Marcellin Berthelot pudo identificar la forma correcta del metastírol proveniente del estírol como la causa de la polimerización, han pasado 80 años desde que se dieron cuenta que era el calor el que ocasionaba el estiramiento del estírol generándose así una reacción la cual producía macromoléculas, lo cual detalla en la tesis del químico alemán Hernán Staudinger

entre los años de 1881 y 1965, fue el motivo por el cual recibió el nombre de poliestireno.

La empresa IG Farben comenzó a fabricar poliestireno por los años de 1931 en Ludwinshafen Alemania, esperanzados para sustituir al zinc expuesto a altas presiones, tuvieron éxito cuando lograron desarrollar un recipiente la cual extraía poliestireno por un tubo de alta temperatura a su vez un cortador provocando que el poliestireno saliera en forma de granitos.

Años atrás alrededor de 1949, Fritz Stastny ingeniero químico desarrolló perlas de poliestireno expandido incorporándole hidrocarburo alifático. Viendo así que estas perlas son la materia prima para moldear piezas o extruir laminas.

Giulio Natta informó sobre la estructura cristalina del poliestireno isostático que el poliestireno expandido es obtenido a base de penetración de un agente externo de expansión a diminutas bolitas de poliestireno, ya que exponiéndolos a una temperatura adecuada aumentan el volumen como también disminuyen considerablemente la densidad ocasionándose así el poliestireno, en cuanto a las propiedades mecánicas y físicas es muy ligero y un excelente aislador termo acústico.

Al igual que los distintos tipos de polímeros, el poliestireno expandido por sus características físicas y químicas se ha vuelto un elemento esencial en la vida cotidiana del hombre.

Sim embargo al igual que a cualquier otro elemento en cuanto a la vida útil el poliestireno expandido se debe de reciclar de manera adecuada para su posterior aprovechamiento ya que la vida útil del poliestireno es muy extensa. (Pt.mexico.com, 2012).

B. Definición

Las características físicas del poliestireno es que es un plástico sólido, son de manera útil para la vida cotidiana como para envases de alimentos y grupos de laboratorios. Al ser combinados con variedades de pigmentos y otras sustancias, el poliestireno son usados para diferentes tipos de industrias como son: electrodomésticos, repuestos de vehículos, entre otros.

Otra de las fabricaciones del poliestireno es a raíz de un elemento espumoso mejor llamado como poliestireno expandido (EPS) o también conocido como poliestireno extruido (XPS), una de las principales cualidades de este elemento es proporcionar el aislamiento térmico y acholamiento, este elemento contiene el 95% de aire y son comúnmente usados en electrodomésticos, envases para alimentos, etc.

Figura 2: Usos del poliestireno (EPS)



Fuente: <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/poliestireno/>

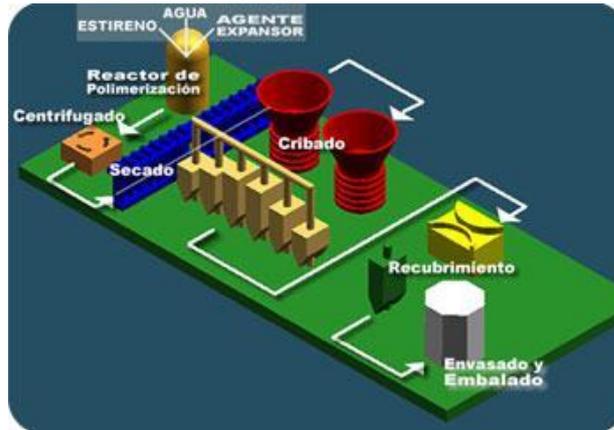
C. Fabricación

a. Proceso de fabricación del poliestireno (EPS)

La evolución y obtención del poliestireno expandido (EPS), es a raíz de un polímero del estireno que esta adherido a un agente expansor llamado el pentano, sabemos el poliestireno expandido deriva del petróleo, como también que solo el 6% del petróleo es dedicado a la producción el elementos químicos y plásticos y el resto son utilizados para el transporte.

También son usados para gas natural, en su mayoría del petróleo se obtiene el etileno y muchos más compuestos aromáticos, de las cuales de ellas se obtiene el estireno.

Figura 3: Proceso de fabricación del poliestireno (EPS)



Fuente: <http://www.anape.es/index.php>

b. Proceso de transformación del poliestireno (EPS)

Este elemento se transforma en tres fases lo cual paso detallar:

Fase 1: Pre expansión:

En esta fase la materia prima se somete a temperaturas que varían entre 80°C a 110 °C agregándole vapor de agua en máquinas pre expansoras. Durante la exposición a altas temperaturas a una densidad de 630 kg/m³ este material sufre un cambio considerable logrando a variar la densidad de 10 kg/m³ a 30 kg/m³.

Las perlas solidas expuestas al proceso de pre expansión, estas se convierten en perlas ligeras con aire dentro de ellas.

Fase 2: Reposo intermedio y estabilización.

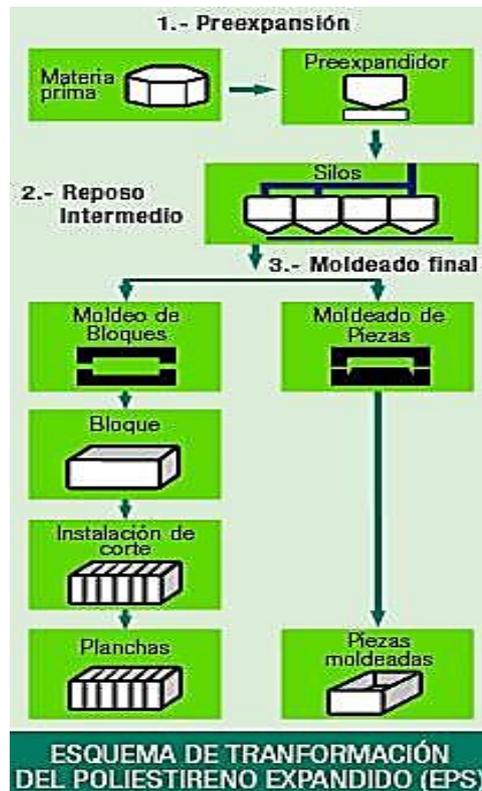
Al variar su temperatura estos elementos, estas generan vacíos dentro de ellas lo cual se requiere adherir aire por difusión, para así mejorar la capacidad de expansión de las perlas. Este proceso se realizará durante todo el proceso de descanso del material pre expandido en ambientes a temperaturas adecuadas.

Fase 3: Expansión y moldeo final

En esta fase las perlititas pre expandidas y afianzadas se movilizan en moldeos donde serán expuestas por

segunda vez al vapor del agua, para que si las perlas se adhieran entre ellos. Así se tiene la posibilidad de obtener bloques grandes para luego ser moldeadas de acuerdo a la necesidad y uso.

Figura 4: Proceso de transformación del poliestireno expandido (EPS)



Fuente: www.anape.es/index.php

D. Propiedades del poliestireno (EPS)

a. Propiedades físicas

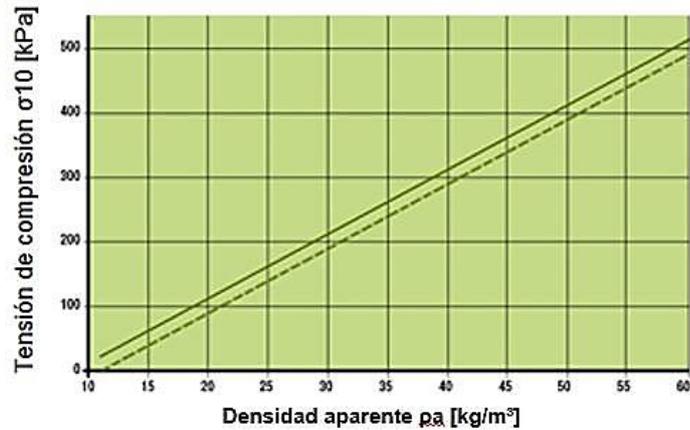
i. Resistencia mecánica

Las propiedades de la resistencia mecánica son evaluadas de la siguiente manera:

- Resistencia a la compresión para una desproporción del 10%
- Resistencia a la flexión
- Resistencia a la tracción
- Resistencia al esfuerzo cortante

Cabe recalcar que la densidad de un elemento está estrechamente relacionado a las propiedades mecánicas de la misma, por lo cual presente el grafico siguiente:

Figura 5: Tensión de compresión (σ_{10}) - UNE-EN-826



Fuente: <http://www.anape.es/index.php>

Estas propiedades son especialmente necesarias para elementos de poliestireno (EPS) sometidos a fuerzas como pisos, techos y paredes exteriores con aislamiento. En la práctica la deformación del poliestireno (EPS) bajo la aplicación de estas es inferior al 10%.

Se seleccionaron esfuerzos a compresión al 10% de deformación con la finalidad de garantizar los resultados. Por otro lado, es bien conocida la vinculación de los resultados de la prueba de esfuerzo a compresión al 10% de las deformaciones y comportamientos a compresión tiempos después. Materiales como el poliestireno (EPS) posee la tensión a la compresión elástica al 2% en 50 años posteriormente al haber sido expuestos al haber sido permanentemente a la tensión a compresión que varía entre 0.30 al 10.00.

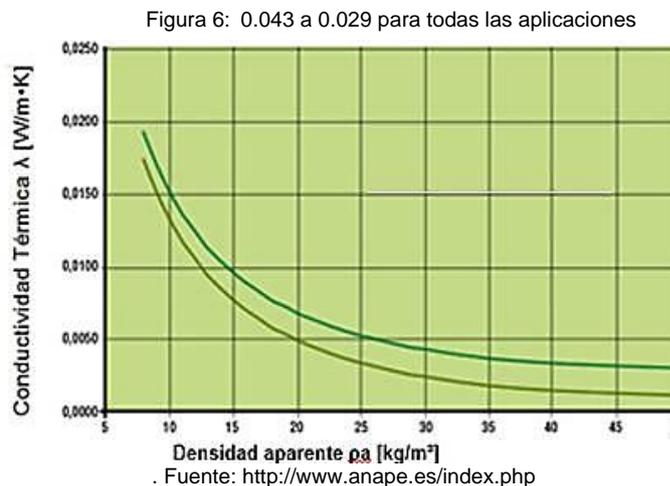
ii. Aislamiento térmico

Los poliestirenos son ejemplares que tienen buenas propiedades de aislamiento térmico, la mayoría de los usos están directamente vinculados a este atributo. Por ejemplo, cuando se utilizan como aislamiento en varias oclusiones de

rascacielos o en el área de productos perecibles como los contenedores para peces y embaces familiares.

Este excelente rendimiento de aislamiento se debe a que la estructura incluya al aire atrapado dentro de su estructura celular del poliestireno. Alrededor del 98% de la masa de este elemento está a base de aire y el contenido del poliestireno es alrededor del 2%. Ya es de conocimiento que el aire atrapado es un buen aislante térmico.

El poliestireno tiene la suficiente capacidad de aislar la temperatura. Para los productos de poliestireno (EPS) y sus propiedades mecánicas, dependerán de la densidad que emanan, lo cual demuestro en el grafico siguiente:



iii. Comportamiento del agua y el vapor de agua

La espuma del poliestireno (EPS) no tiene nada de higroscopia, cosa que con otros materiales de la industria del embalaje y el aislamiento. La absorción se reduce a valores entre 1% y 3% incluso cuando el material está completamente sumergido en agua (prueba de inmersión de 28 días). Los nuevos desarrollos en materia prima conducen a productos con niveles más bajos de absorción de humedad.

A diferencia del agua líquida, el vapor de agua puede esparcirse alrededor de las celdas de poliestireno (EPS) cuando se establecen gradientes de presión y temperatura entre

materiales. Se utiliza un elemento adimensional para determinar la resistencia a la difusión del vapor de agua, lo que indica que la resistencia del material a la difusión del vapor de agua es varias veces mayor que al de la cubierta de aire del mismo grosor ($\mu=1$). Para materiales de poliestireno (EPS), se tiene un $\mu = 20$ hasta $\mu = 100$, dependiendo de la densidad. Por cierto, $\mu = 1$ para las fibras de vidrios y $\mu = 150$ para poliestirenos extruidos.

iv. Estabilidades dimensionales

Como las demás variedades de materiales, las variedades de ejemplares de poliestireno (EPS) estos estén sujetos a la variación de tamaños debido a los efectos del calor. Para las variedades de ejemplares del poliestireno (EPS), esta variación es indispensable de la densidad la cuales se evalúan mediante un coeficiente de dilatación térmica en un valor de $5-7 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$ – $0,05\text{mm}$ hasta $0,07\text{mm}$ x metros de longitudes y grados kelvin; un claro ejemplo es la lámina de aislamiento del poliestireno de longitudes del 2m y una longitud de salto térmico del 20°C que varían de los 2mm a los 2,8mm.

v. Estabilidad frente a la temperatura

Conjuntamente a las variaciones de las dimensiones debido a los cambios de temperatura, la espuma de poliestireno (EPS) también puede sufrir deformaciones y cambios bajo la influencia del calor. El rango de temperatura en el que este material se puede utilizar de forma segura sin afectar sus propiedades no está limitado por su límite mínimo (a excepciones por la variación de dimensionamiento por la contracción). El límite máximo de la temperatura en cuanto al funcionamiento se aproxima a los 100°C para el funcionamiento a corto plazo, aproximadamente 80°C para el funcionamiento continuo, cuando se aplica una carga de 20 KPa.

vi. El comportamiento frente a los factores atmosféricos

Las radiaciones de los rayos ultravioletas son de vital importancia, ya que a menor escala de los rayos ultravioletas el poliestireno cambia su color a un tono amarillento como también se convierte en un material frágil, cabe recalcar que la lluvia como el viento disminuyen el tiempo de vida de este elemento. Estos cambios se pueden evitar recubriéndolos con pintura u otro material impermeable.

A continuación, presento la exposición de las radiaciones UV.

Tabla 2: Síntesis de las propiedades físicas de poliestireno expandido

Propiedades	Unidades	Valores de Margen de Oscilación
Densidad nominal	Kg/m ³	oct-35
Densidad mínima	Kg/m ³	9-31.5
Espesor mínimo	mm	50-20
Conductividad térmica λ (10°C)	mW (Mk)	46-33
Tensión por compresión con deformación al 10%	KPa	30-25
Resistencia permanente a la compresión con una deformación al 10%	KPa	15-70
Resistencia a la flexión ($\sigma\beta$)	KPa	50-375
Resistencia de cizallamiento	KPa	25-184
Resistencia a ala tracción	KPa	<100-580
Módulo de elasticidad	MPa	<15-108
Indeformabilidad el calor instantáneo	°C	100
Indeformabilidad al calor duradera con 20.000 N/M ²	°C	80
Coefficiente de dilación térmica lineal	l/K(Xe-5)	05-jul
Capacidad térmica específica	J/K(Kgk)	1210
Clase de reacción al fuego	-	M1-M4
Absorción de agua en condiciones de inmersión al cabo de 7 días	%(vol)	0.5-1.5
Absorción de agua en condiciones al cabo de 28 días	%(vol)	01-mar
Índice de resistencia a la difusión de vapor de agua	-	<20-120

Fuente: Instituto Mexicano de Plásticos Industriales S.C.

b. Propiedades químicas

Una de las propiedades químicas del poliestireno es que es resistente a muchas variedades de productos químicos. Estas sustancias pueden ser atacadas cuando se utilizan los

adhesivos, pinturas a base de solventes y concentrados de vapor de estos productos.

A continuación, les presento un resumen de propiedades químicas:

Tabla 3: Resumen propiedades químicas

SUSTANCIA ACTIVA	ESTABILIDAD
Solución salinice (agua de mar)	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Jabones y soluciones tensoactivos	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Lejía	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Ácidos diluidos	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Ácidos clorhídricos (35%)	Estable: el EPS no se destruye con la acción prolongada
Ácidos nítricos (50%)	
Ácidos concentrados	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Soluciones alcalinas	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Disolventes orgánicos (acetonas esterés)	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Hidrocarburos alifáticos saturados	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Aceites de parafina y vaselina	Relativamente estable: en una acción prolongada el EPS puede contraerse o ser atacado su superficie
Aceites de Diesel	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Carburantes	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Alcoholes (metanol etanol)	Estable: el EPS se contrae o se disuelve
Aceites de silicona	Relativamente estable: en una acción prolongada el EPS puede contraerse o ser atacado su superficie

Fuente: Instituto Mexicano de Plásticos Industriales S.C.

c. Propiedades biológicas

Una de las propiedades biológicas más relevantes del poliestireno expandido es que este tipo de material no se pudre ni se descompone, como también las bacterias existentes en la zona no lo atacan, en cuanto a los requisitos establecidos por la salud si cumplen como también la seguridad, la higiene y pueden reutilizarse de forma segura en la fabricación de envases para productos en contacto con alimentos. Este efecto de la temperatura mantiene un tamaño estable hasta los 85°C. no se produce la descomposición ni la formación de gases nocivos.

E. Usos del poliestireno (EPS):

a. En la construcción:

Dentro del mercado de la construcción estas se pueden aplicar en diferentes procedimientos constructivos de las obras civiles. Debido a las amplias propiedades aislantes, ligereza, resistencia mecánica, buena respuesta al agua y a la propagación del vapor del agua.

b. En los electrodomésticos:

Suelen fabricarse con material de polietileno sólido o espumoso en los equipos de refrigeración, aires acondicionados, hornos de todas las variedades, entre otros tipos más, ya que son más económicos y duraderos.

c. En la industria automotriz

Los poliestirenos en su estado sólido y espumoso usualmente se usan para la fabricación de autopartes por ejemplo las rejillas, paneles, moldes, parachoques, etc. Como también las espumas como un aislante acústico a la hora de impacto de las puertas al cerrarlas.

d. En los dispositivos electrónicos

Los poliestirenos también son usados en distintos componentes de los electrodomésticos, tanto en la industria y el equipamiento, usualmente brindan la estética de los electrodomésticos.

e. En el área de los servicios de los alimentos

Los poliestirenos son un excelente aislador térmico así es cómo mantienen la temperatura de los envases para los alimentos, es por ello que las industrias de alimentos son muy usables en diferentes presentaciones.

f. En los sistemas de aislamiento

El poliestireno en su estado espumoso brinda una alta positividad de aislamiento térmico en edificaciones, equipos de refrigeración e industrias donde se almacenan productos a temperaturas bajas.

g. En el sector médico

El poliestireno es transparente y fácil de esterilizar son utilizados en a grandes escalas en el sector médico por ejemplo en las bandejas

de cultivo, tubos de ensayo, placas de Petri, equipos de prueba y carcasas de conectores médicos.

h. En los métodos de envasado

El poliestireno en su estado sólido y espumoso son utilizados para la protección de combustibles, en las bandejas de alimentos y entre otras cosas de más que son vistos en nuestras vidas cotidianas, ya que esta materia es fácil de reciclar y son muy resistentes al deterioro. (Chemicalsafetyfacts.org, 2016).

Reciclaje del poliestireno

F. Reciclaje de poliestireno (EPS)

Es indispensable para poder minimizar el impacto ambiental y mantener un porcentaje considerable de contaminación. Una de las más grandes ideas es reciclar el poliestireno (EPS) para ahorrar mucho espacio y reducir los problemas que se genera. De todas las materias que necesitan ser reciclados, se tiene la ventaja particular de ser fáciles de identificar y obtener.

Va a depender del oficio a desempeñarse el poliestireno, se puede mezclar parcialmente con otros elementos o reutilizarse en la producción de nuevos materiales. Después de todo, la forma más fácil y segura de reciclar en poliestireno (EPS) es con sus características como envolturas y protección.

Además del reciclaje que ofrece la industria de la construcción, también se utiliza para el reciclaje en los sectores hortícola y agrícola a razón de que es inactivo químicamente, también se relaciona con las plantas y se puede reparar por una simple combinación. Su uso también es empleado para refinar útiles escolares y también se puede reutilizar en vertederos si los niveles de poliestireno (EPS) son bajos.

Concluimos que tanto el reciclado como el almacenado del poliestireno (EPS), no es de suma importancia porque la neutralización sea inmediata y en gran cantidad.

2.2.7 Concreto ligero a base de poliestireno expandido

Como se pudo observar que, a la fecha, el hormigón ligero a base de espuma de poliestireno se reconoce como hormigón hecho de agregados ligeros artificiales. La investigación actual está claramente enfocada a determinar las propiedades mecánicas y físicas de este hormigón, lo que se puede lograr a través de pruebas de laboratorio de manera individual.

En el Perú actualmente no contamos con normativas para los concretos ligeros mucho peor basados en el poliestireno por lo que nos basamos a la norma ACI 318-08 y la guía ACI 213 R-14, los cuales no dan una idea para concreto ligero en el ámbito estructural.

A. Antecedentes históricos

El agregado ligero a base de espuma de poliestireno se presentó en febrero del 1950 por una compañía alemana (BASF). Desde entonces se han desarrollado métodos para tomar perlas y convertirlas en diferentes elementos.

Ya culminado la 2da guerra mundial, aplicaron diversas actividades especialmente para decoración y aislamiento.

Después de la Segunda Guerra Mundial, se aplicaron en diversas actividades especialmente para decoración y aislamiento.

B. Definición

El método ACI 318 – 08 determina que para el grupo de concretos estructurales y las no estructurales, la densidad máxima es 1,840 kg/cm³, y la diferencia de ambos se da en la resistencia a compresión, y según la guía ACI- 213 R14 esta establece que para los agregados livianos la resistencia a la compresión del concreto no debe de ser menor al 35 MPa, la que podemos deducir que se puede emplear las mismas condiciones al concreto no estructural debe de ser la misma.

C. Ventajas

Haciendo una comparación del concreto viejo con el concreto ligero estas aportan grandes beneficios basados en:

a. Ingeniería

Reducir la carga muerta: el hormigón ligero tiene menos masa por unidad de fuerza. Tiene grandes ventajas para reducir el peso de estructuras de hormigón como edificios de gran altura.

Terremoto / Respuesta a Terremoto: El hormigón ligero absorbe los impactos mejor que el hormigón normal. El hormigón ligero absorbe de manera inmediata al impacto de una carga sin daño alguno.

Aislamiento: A raíz de los ensayos realizados (Abrams-1979), observaron que la variación de la temperatura entre el concreto tradicional y el concreto ligero es mucho menor lo cual se detalló en el cuadro siguiente: (Bazant & Keplan , 1996)

Tabla 4: Estudio técnico económico para elaboración de bloques de hormigón liviano en base a poliestireno expandido

Material	Densidad Aparente kg/m³	Conductividad Térmica w/m °C
Hormigón armado tradicional	2,400.00	1.4
Hormigón con áridos ligeros	600.00	0.15
Hormigón con áridos ligeros	1,000.00	0.28
Hormigón con áridos ligeros	1,400.00	0.47
Hormigón celular con áridos silíceos	600.00	0.29
Hormigón celular con áridos silíceos	100.00	0.58
Hormigón celular con áridos silíceos	1,400.00	0.94

Fuente: Quezada Quezada, pág. 24

La baja conductividad térmica y el alto valor de aislamiento térmico corresponden al concreto de baja densidad y son más livianos que los agregados ordinarios.

b. Absorción de sonido

Se dio a conocer que la propagación del sonido es recíprocamente proporcional a la interfaz del hormigón. Como también el concreto ligero tiene la propiedad de absorber energía, por lo que el material absorbe el sonido.

c. Flexibilidad y facilidad:

Se dio a conocer que al hormigón ligero podemos modificarlo de manera fácil. El concreto liviano es liviano y fácil de manipular, lo que brinda varias opciones para la producción en el sitio y en la fábrica.

El hormigón ligero nos brinda muchas variedades de funciones in situ, esto viene desde la fabricación y una de sus características es ser muy ligero y de manejo fácil.

d. Económico

Nos brinda la disminución del tiempo de construcción, que se incluye en la construcción con una reducción significativa en comparación con el hormigón existente. Los elementos de construcción livianos como pisos, paredes y techos se pueden transportar y manipular fácilmente para obtener un mejor rendimiento que el concreto tradicional. Reducción de costos: el concreto liviano es liviano como también nos brinda facilidades en el traslado, manejo y presupuesto.

e. Ambiental

La madera puede ser remplazado por el concreto liviano en las partidas de ejecución en edificios residenciales, lo que puede reducir significativamente la deforestación, pero los componentes potenciales del hormigón liviano son principalmente cenizas volantes y agregados livianos, residuos posnatales. Conveniente para la construcción. El uso de más productos del ecosistema que el hormigón convencional puede ayudar a reducir algunas emisiones de CO₂, especialmente al transportar materiales.

D. Desventajas

Así como se cuenta con ventajas que favorece a la implementación del concreto ligero también existen desventajas las cuales les presente a continuación:

A menudo es más caro que el hormigón normal, y el proceso de fabricación de hormigón ligero requiere mucho más cuidado y atención que el hormigón normal. Sin embargo, las ventajas del hormigón ligero superan las desventajas de muchas formas. Al pasar el tiempo los ingenieros y arquitectos están empleando en los proyectos de inversión el hormigón ligero. Como también las empresas a través de los científicos e ingenieros trabajan en este hormigón para una variedad de aplicaciones, como pretensado, revestimiento de paredes, rascacielos y estructuras de techo.

2.3 Definiciones conceptuales

➤ N.T.P.

Norma Técnica Peruana.

➤ American Concrete Institute ACI

Traducido al español quiere decir Instituto Americano del Concreto, organización estadounidense donde transmiten normas como también consejos técnicos respecto a concreto reforzado (Sánchez, 2015).

➤ Adherencia

Es la fusión de 2 materiales distintos, en este caso es la fusión del acero y concreto (Méndez, 2012).

➤ Conglomerante o Aglomerante

Son elementos en su fase pastosa y con consistencia versátil, son trabajables y moldeables y se adhieren de manera fácil a otros elementos, al tiempo de endurecimiento estos alcanzan una resistencia mecánica formidable (Méndez, 2012).

➤ Agregados

Son partículas de minerales, originados de manera compuesta o natural, estas se encuentran estandarizados según la NTP 400.011. (Céspedes, 2003).

➤ Agregados finos

Son minerales compuesto o natural con dimensiones que pasan por a malla N° 4 (4.75 mm) (Céspedes, 2003).

➤ Agregados gruesos

Son minerales compuesto o natural con dimensiones que se quedan retenidos en la malla N° 4 (4.75 mm) (Céspedes, 2003).

➤ Análisis mecánico o granulométrico

es la determinación de la granulometría definido por tamaños de manera escalonada (Onofre & Vera, 2014).

➤ A.S.T.M.

American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) (Méndez, 2012).

➤ Compresión

es el efecto de las tensiones o presiones que se encuentran en un bloque deformable, se caracterizan por la disminución de volumen de un bloque (Prado, 2014).

➤ Curado del concreto

Luego de la colocación del concreto se le hace tratamiento para mantener la humedad de la superficie, este frena la pronta evaporización del agua, el curado disminuye la retracción del concreto en proceso de secado evitando agrietamientos por la deshidratación rápida (Rodríguez, 2015).

➤ Diseño de mezcla de concreto

Es el procedimiento que se sigue para el calculo de los materiales que componen el concreto, para la obtención de resultados favorables para el diseño de mezcla de concreto (Rodríguez, 2015).

➤ Durabilidad

Es la capacidad de soporte del concreto a la interperie ante agentes químicos, resistencia a la compresión etc. Que producen el deterioro de la misma (Rodríguez, 2015).

➤ Ensayo de compresión

Estudio que se realiza para la determinación de la resistencia o deformación de un testigo al ser expuestas a compresión (Rodríguez, 2015).

➤ Flexión

Es la deformación que muestra y ejemplar estructural estirado con trayectoria recta con respeto al eje longitudinal (Rabinovich & Muñoz, 2012).

➤ Fraguado

Proceso en la que un conglomerante sufre un efecto físico y químico para su endurecimiento (Rodríguez, 2015).

➤ Humedad Superficial

también es conocido como agua natural o libre de las cuales se perciben en su estado húmedo o saturado como también en su estado saturado superficial seco (Requena, 2015).

➤ Hidratación

Proceso donde sufre un efecto físico y químico al combinarlo con el agua, obteniendo de la misma nuevos compuestos y sustancias (Rodríguez, 2015).

➤ Impermeabilidad

Algunos materiales tienen las propiedades de impedir la infiltración de agua o algún otro líquido (Rodríguez, 2015).

➤ Peso específico

Peso dividido con la masa no incluir los vacíos.

➤ Peso unitario

Peso dividido entre la masa incluyendo los vacíos.

➤ Probeta o testigo

Son ejemplares que se prueban la resistencia, elasticidad o cualquier otro tipo de prueba (Rodríguez, 2015).

➤ Resistencia

Es la resistencia de un material al ser expuesta a cargas máximas o mínimas sin sufrir deformación alguna ni roturas.

➤ Resistencia a la compresión

Es la exposición de un testigo de concreto expuesta a la presión a los 28 días después del vaciado. La misma que se mide en kg/cm^2 de con la simbología de $f'c$.

➤ Retracción

Es la reducción del concreto la cual se da durante el proceso de fraguado, para ser exacto el concreto reduce su espesor al momento de evaporarse, las cuales se perciben al momento de la aparición de grietas en la superficie del vaciado.

2.4 Hipótesis

Existe influencia significativa de las Perlas de Poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Huánuco.

2.5 Variables

2.5.1 Variable Independiente

Perlas de Poliestireno expandido.

2.5.2 Variable Dependiente

Resistencia a la compresión del concreto de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$.

2.6 Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores)

INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $F'c= 260 \text{ kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2019						
Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Índice	Técnicas de recolección de información	Instrumentos de recolección de información	Escala de medición
Perlas de Poliestireno expandido	Propiedades Físicas	Densidad	Kg/m ³	Observación	Guía de observación	nominal
		Resistencia mecánica	Compresión. Flexión. Tracción.	Observación	Guía de observación	nominal
		Aislamiento térmico	Temperatura	Observación	Guía de observación	nominal
		Comportamiento frente al agua	Absorción	Observación	Guía de observación	nominal
		Estabilidad dimensional	Largo. Ancho. Altura	Observación	Guía de observación	nominal
		Estabilidad frente a la temperatura.	Temperatura	Observación	Guía de observación	nominal
		Comportamiento frente a factores atmosféricos.	Radiación UV	Observación	Guía de observación	nominal
	Propiedades químicas	Estabilidad		Observación	Guía de observación	nominal

	Propiedades biológicas	Resistencia biológica	Imputrescible y enmohece no se descompone	Observación	Guía de observación	nominal
Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Índice	Técnicas de recolección de información	Instrumentos de recolección de información	Escala de medición
Resistencia a la compresión del concreto de $f'c=260\text{kg/cm}^2$.	Resistencia a Compresión	Carga	Kn	Observación	Guía de observación	Nominal
		Área	mm	Observación	Guía de observación	Nominal
		Altura	mm	Observación	Guía de observación	Nominal

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo y nivel de investigación

La presente pesquisa es del tipo cuantitativo ya que este nos concede evaluar el contexto en función a parámetros que son replicables y medibles como también estos se pueden multiplicar con sus propios contextos en cualquier tiempo y espacio. Como también nos concede la facilidad de datos numéricos. (Sampieri, 1999)

Como también es cuantitativa porque esta direccionada a ser descriptivo, predictivo y explicativo, relacionados a datos que se pueden medir y observar. Relacionamos los grupos o relacionamos las variables, como también la comparamos los resultados obtenidos con pronóstico como también estudio previo.

Como también es del tipo aplicativo ya que este nos admite emplear conocimientos de la ciencia para la resolución del problema específico.

En primera instancia está basado en la conformación certera de la dosificación del concreto ligero agregado las perlas de poliestireno expandido, experimentando las propiedades de esta dosificación en estado fresco como también en el estado endurecido, para que más adelante una vez determinada la dosificación certera del concreto ligero agregado las perlas de poliestireno expandido y analizar los rasgos físico mecánicos, cuya finalidad es tener certeza de la elaboración del concreto y que estas cumplan con lo establecido en la N.T.P.

3.1.1 Enfoque

La presente pesquisa está basada al enfoque cuantitativo, a razones que se tomó de consideración los procesos estadísticos descriptivos e inferenciales. Como también es considerado cuantitativa por que se tuvieron resultados numéricos en los ensayos establecidos, de las cuales sirvieron de información

base para el proceso de datos, conclusiones y recomendaciones.

También es considerado cuantitativa por que se refleja en el análisis y estudios diferenciados en los distintos tipos de medición. El resultado de esta pesquisa está basadas a estadísticas de las cuales son comprobados, “El enfoque cuantitativo (que representa un grupo de procesos) de las cuales son secuenciales y probatorios. En cada proceso este ligado al que sigue de las cuales no se puede evadir el procedimiento. El proceso de orden es de rigor, claro que en algunos casos también se puede volver a determinar alguna etapa” (Hernández et al., 2010, Pág. 4)

3.1.2 Alcance O Nivel.

La presente pesquisa es del tipo correlacional, no es casual, el tipo de análisis sobresaliente es cuantitativo, existe un inconveniente que la calificación e interpretación es cualitativa sobre la mutua relación para conocer el comportamiento de una variable al conocer el comportamiento de la otra(s) variable(s) correlacionadas(s) cuantitativamente, como también se tiene en consideración la importancia de la interpretación cualitativa.

Cualquier investigación que se someta a un estudio de investigación de deben de basar en definir los perfiles, características, propiedades, etc.

Para ser específicos estas ven la medición, evaluación y recolección de datos en variedades conceptuales (variables), aspectos, medidas o componentes del material de estudio, en una investigación descriptiva se escoge una variedad de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada uno de los elementos, y es de esta manera como se describe la investigación. (Smpieri,1999)

3.1.3 Diseño

La presente pesquisa es del tipo experimental, razones del cual es basada al manejo de las variables en situaciones controladas, replicando un fenómeno concreto y observando como las variables implicadas y manipuladas ocasionan un resultado explicito. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010 pág. 57)

También es experimental razones porque en la pesquisa se agregaron tres porcentajes diferentes de perlas de poliestireno para poder cuantificar la variación de la resistencia a la compresión de los especímenes o probetas de concreto.

También el diseño de la investigación es del tipo longitudinal puesto que se cumple el interés del investigador en evaluar los cambios al pasar el tiempo, el diseño longitudinal está basada en recolectar los datos y las variaciones al pasar el tiempo en distintos periodos, para conocer así el cambio ocasionado en cuanto a sus beneficios y consecuencias” (Hernández et al., 2010, Pág. 191).

La presente investigación es del tipo de diseño longitudinal razones por que se analizaron y se recolectaron datos a través del tiempo de los testigos a la prueba de la resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

En cuanto a la población de estudio en la presente pesquisa viene a ser los testigos de concreto normal y los testigos de concreto mesclado con el poliestireno expandido hechos con una óptima dosificación. Testigos de concreto elaborados con perlas de poliestireno.

3.2.2 Muestra

El método empleado para el muestreo consiste en la selección de muestras por el método no aleatorio, claramente indicaremos que la muestra es idéntica a la población; ósea que los rasgos de las muestras son parecidos a la población objetiva. En estos

casos basados en la muestra representativa es determinado por el investigador de manera subjetiva, siendo este el mayor inconveniente del método ya que no se puede cuantificar la representatividad de las muestras.

Tabla 5: Distribución de la muestra a ensayar

Prueba	Concreto patrón			Concreto + 3 % perlas de poliestireno			Concreto + 5 % perlas de poliestireno			Concreto + 7 % perlas de poliestireno			Total
	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28	
Compresión	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
TOTAL												36	

Fuente: Elaboración Propia.

3.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos

Las técnicas que se desarrollaron en la presente pesquisa, es la técnica de la observación directa de los hechos en el momento preciso, según la naturalidad de la presente investigación los instrumentos estarán conformados por una ficha de recolección de datos, formatos de laboratorio y ensayos realizados en el centro especializado de geotecnia, pavimentos y ensayos de materiales de la UNHEVAL basándonos en la norma técnica peruana (NTP), como también en las normas internacionales como es el ASTM.

Los instrumentos que se usan para manipular las variables en la investigación son medidos mediante la aplicación del instrumento de investigación o medición. Estos instrumentos nos brindan la facilidad de recopilar datos que más adelante serán evaluados y procesados para transformarse en conocimientos positivos, con carácter general y específico. (Carrasco, 2005)

En la presente pesquisa se emplearon los siguientes instrumentos de medición:

- Análisis y datos de laboratorio.
- Laboratorio de ensayo granulométrico, suelos y concretos.
- Prensa hidráulica (ensayos a compresión)
- Formatos de laboratorio.
- Fichas de observación.

3.3.1 Para la recolección de datos (detallar las técnicas e instrumentos utilizados)

3.3.1.1 Granulometría del agregado fino

A. Equipo Utilizado en la Prueba

- Balanza
- Brocha
- Tamices de 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.

B. Procedimiento

- Se empleó el método del cuarteo en una muestra aproximada de 10kg.

Figura 7: Cuarteo del agregado fino.



Fuente: Elaboración Propia.

- A continuación, se realiza el tamizado del agregado fino.

Figura 8: Tamizado del agregado fino.



Fuente: Elaboración Propia.

- Para finalizar se pesa el material retenido de cada uno de los tamices.

C. Toma de Datos

- Los datos obtenidos a partir del tamizado de 5,364.00 gr, fueron.

Tabla 6: Peso retenido del agregado fino.

Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% que pasa			
			Pasa	Acum.	Min	Max
			100.000			
3/8"	0.000	0.000	100.000	0.000	100.000	100.000
4	203.400	3.792	96.208	3.792	95.000	100.000
8	469.000	8.743	87.465	12.535	80.000	100.000
16	1393.200	25.973	61.491	38.509	50.000	85.000
30	1445.300	26.944	34.547	65.453	25.000	60.000
50	986.500	18.391	16.156	83.844	5.000	30.000
100	496.700	9.260	6.896	93.104	0.000	10.000
Fondo	369.900	6.896	0.000	100.000		

Fuente: Elaboración Propia.

D. Análisis de la Prueba

- El agregado fino obtenido de la cantera Figueroa – Andabamba, se obtuvo que el análisis granulométrico encuentra dentro de los parámetros establecidos por la ASTM C33, en el uso del 67 para un tamaño máximo nominal de 1/2", por lo tanto, el material es el adecuado para emplearlo en la fabricación del concreto.

3.3.1.2 Granulometría del agregado grueso (piedra chancada).

A. Equipo Utilizado En La Prueba

- Balanza
- Brocha
- Tamices de 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, y N°8.

B. Procedimiento

- Se empleó el método del cuarteo en una muestra aproximada de 10kg.

Figura 9: Cuarteo del agregado



Fuente: Elaboración Propia.

- Se procede a realizar el tamizado del agregado grueso.

Figura 10: Tamizado del agregado grueso.



Fuente: Elaboración Propia.

- Finalmente se toma el peso del material retenido en cada tamiz.

C. Toma De Datos

- Los datos obtenidos, a partir del tamizado de 7,926.00 gr, fueron:

Tabla 7: Peso retenido del agregado grueso.

TAMIZ	PESO	%	%	%
	RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO
2 1/2"			100.000	0.000
2"			100.000	0.000
1 1/2"	0.000	0.000	100.000	0.000
1 "	0.000	0.000	100.000	0.000
3/4"	242.800	3.063	96.937	3.063
1/2"	3513.400	44.328	52.609	47.391
3/8"	2393.900	30.203	22.406	77.594
4	1581.700	19.956	2.450	97.550
8	124.100	1.566	0.884	99.116
FONDO	70.100	0.884	0.000	100.000

Fuente: Elaboración Propia.

D. Análisis De La Prueba

- Para el agregado grueso de la cantera de Figueroa – Andabamba, este se encuentra dentro de los límites establecidos por la ASTM C33 del análisis granulométrico, en el huso 67 para un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ", por lo tanto, es viable para la fabricación del concreto.

3.3.1.3 Peso específico de los agregados finos (NTP- 400.022)

A. Equipos utilizados en la prueba

- Balanza de precisión de 0.5 gr.
- Picnómetro, de capacidad de 500 ml.
- Cono metálico.
- Apisonador de metal.
- Bomba de vacíos.
- Horno.

B. Procedimiento

- Registramos el peso del picnómetro con agua hasta los 500 ml.
- Disminuimos la muestra a más de 1 kg, para después ponerlo a secar en el horno a 110°C, y poco después ser sometido al agua por un periodo de 24 horas.

- Quitamos la muestra del agua y lo ponemos a secar para poder tenerlo en su estado saturado de superficie seca.
- Se comprueba que la superficie de la muestra este seco, para poder realizar la prueba de cono de humedad. Para así obtener una muestra que se desmorone percatándonos que la punta este intacta.

Figura 11: Prueba de cono de humedad.



Fuente: Elaboración Propia.

- Pesamos 500 gr. de la muestra y lo colocamos en el picnómetro, y el sobrante lo colocamos al horno.
- Llenamos el picnómetro hasta los 500 ml. de agua y con la ayuda de una bomba de vacíos extraemos los vacíos que se encuentren en el picnómetro.

Figura 12: Material en el picnómetro.



Fuente: Elaboración Propia.

- Después procedemos a pesar el material del picnómetro como del también el material que se dejó en el horno.

Figura 13: Peso del material en el picnómetro con agua.



Fuente: Elaboración Propia.

C. Toma de datos

- Los datos obtenidos son:

Tabla 8: Gravedad específica y absorción del agregado fino (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

MUESTRA:		ARENA GRUESA	
I. DATOS			
1	Peso de la Arena S.S.S. (D)	gr	501.700
2	Peso del Balón Seco	gr	151.367
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón (1+2)	gr	653.067
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	961.500
5	Peso del Agua (4-3) (W)	gr	308.433
6	Peso de la Tara	gr	0.000
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	490.616
8	Peso de la Arena Seca (7-6) (A)	gr	490.616
9	Volumen del Balón (V)	cm ³	500.000
II. RESULTADOS			
10	Peso Específico Aparente ((A/(V-W))	gr/cm ³	2.561
11	Peso Específico Aparente S.S.S ((A/(V-W))	gr/cm ³	2.619
12	Peso Específico Nominal ((A/((V-W)-(D-A)))	gr/cm ³	2.718
13	Porcentaje de Absorción ((D-A) /A) *100	%	2.259

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.4 Peso específico de los agregados gruesos (piedra chancada - NTP 400.021)

A. Equipo utilizado en la prueba

- Balanza de precisión de 0.5 gr.

- Canastilla de metal.
- Horno

B. Procedimiento

- Lavamos la muestra y luego lo colocamos al horno a 110° para su secado, luego dejamos que se enfríe para luego colocarlo en agua por un lapso de 24 horas.
- Una vez cumplida quitamos el agua de la muestra y secamos la superficie con un trapo, así poder alcanzar el estado saturado superficialmente seco de la muestra y procedemos a pesar y a anotar dato correspondiente.
- Procedemos a la colocación de la muestra en una cesta y así determinar su peso, poco después lo colocamos al horno para su secado, una vez cumplida lo pesamos y anotamos los datos correspondientes.

C. Toma de datos

- Los obtenidos son:

Tabla 9: Peso específico de agregado grueso (N.T.P. 400.021 ASTM C-127) ASTM 127; AASHTO T 85

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PESO
I. DATOS			
1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (B)	gr	2004.000
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2.140
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2006.140
4	Peso de la Muestra Saturada Sumergida (C)	gr	1265.510
5	Peso de la Tara	gr	0.000
6	Pes de la Tara + Muestra Seca	gr	1985.990
7	Peso de la Muestra Seca (6-5) (A)	gr	1985.990
II. RESULTADOS			
8	Peso Específico Seco ((A/(B-C))	gr/cm3	2.689
9	Peso Específico Saturado (S.S.S) ((A/B(B-C))	gr/cm3	2.714
10	Peso Específico Nominal ((A/(A-C))	gr/cm3	2.756
11	Porcentaje de Absorción ((B-A) /A) *100	%	0.907

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.5 Peso unitario (NTP 400.017)

A. Equipo utilizado en la prueba

- Balanza.
- Recipiente cilíndrico.
- Varilla de 5/8" y 60 cm. de longitud.
- Horno.

B. Procedimiento

Para este tipo de ensayo se necesita que la muestra esté seca, por ello se coloca la muestra en el horno, una vez seca se procede a lo siguiente:

- Determinamos el peso y volumen del molde y anotamos los datos correspondientes.
- Se vierte la muestra al molde con una caída libre aproximadamente de 5 cm hasta su completo llenado.
- Chuseamos la muestra con una varilla para luego pesarlos y procedemos a anotar los datos correspondientes.

Figura 14: Peso del molde más agregado grueso.



Fuente: Elaboración Propia.

C. Toma de datos

- Los datos obtenidos son:

Tabla 10: Datos obtenidos para el peso unitario suelto del agregado fino.

Peso unitario de los agregados (NTP 400.017, ASTM C-29)				
Número de ensayo		1	2	3
Peso de la Muestra + Recipiente	gr	6150	6160	6170
Peso del Recipiente	gr	1783	1783	1783
Peso de la Muestra (1-2)	gr	4367	4377	4387
Volumen del Recipiente	m3	0.0028035	0.00280	0.00280
P.U.S. (3/4)/1000	kg/m3	1557.678	1561.245	1564.812
Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1561		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11: Datos obtenidos para el peso unitario suelto del agregado grueso.

Peso unitario de los agregados (NTP 400.017, ASTM C-29)				
Número de ensayo		1	2	3
Peso de la Muestra + Recipiente	gr	23770	23930	23930
Peso del Recipiente	gr	5838.7	5838.7	5838.7
Peso de la Muestra (1-2)	gr	17931.3	18091.3	18091.3
Volumen del Recipiente	m3	0.01410	0.01410	0.01410
P.U.S. (3/4) /1000	kg/m3	1272.116	1283.467	1283.467
Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1280		

Fuente: Elaboración Propia.

- Pesamos la muestra y el volumen del molde y anotamos los datos correspondientes.
- Colocamos la muestra al molde en 3 capas chuseamos con la varilla con 25 golpes cada uno de ellos.
- Procedemos a nivelar la muestra con el molde y procedemos a anotar los datos correspondientes.

Tabla 12: Datos para el peso unitario compactado y agregado fino.

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017, ASTM C-29)				
Número de ensayo		1	2	3
Peso de la Muestra + Recipiente	gr	6534	6536	6542
Peso del Recipiente	gr	1783	1783	1783
Peso de la Muestra (1-2)	gr	4751	4753	4759
Volumen del Recipiente	m3	0.00280	0.00280	0.00280
P.U.C	kg/m3	1694.648	1695.361	1697.501
Promedio P.U.S. Compacto	kg/m3	1696		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13: Datos para el peso unitario compactado del agregado grueso.

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017, ASTM C-29)				
Número de ensayo		1	2	3
Peso de la Muestra + Recipiente	gr	26510	26510	26570
Peso del Recipiente	gr	5838.7	5838.7	5838.7
Peso de la Muestra (1-2)	gr	20671.3	20671.3	20731.3
Volumen del Recipiente	m3	0.01410	0.01410	0.01410
P.U.C	kg/m3	1466.503	1466.503	1470.759
Promedio P.U.S. Compacto	kg/m3		1468	

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.6 Consistencia del concreto (Según NTP 339.045)

A. Equipo utilizado en la prueba

- Cono de Abrams.
- Varilla lisa de 1/2"

a. Procedimiento

Se realizó el ensayo de consistencia para determinar la consistencia del concreto, es así como se determinó el reventamiento (pulgadas), por lo que se realizó lo siguiente:

- Se colocó un cono de Abrams sobre una superficie plana y húmeda, luego se procede a sujetar el molde de manera fija y verter concreto hasta un tercio de volumen, se procede a apisonar con una varilla al concreto (25 golpes), distribuidos de manera uniforme.
- Una vez concluida se colocan las 2 capas faltantes claro esta repetir el procedimiento explicado anteriormente, de tal modo que apisonamos uniformemente hasta la capa inferior.
- Concluido la última capa, el llenado supera el volumen del cono para nivelar con la varilla.
- Poco después se procede a retirar el molde de manera vertical elevándolo con sumo cuidado.

Figura 15: Muestra fuera del cono de Abrams.



Fuente: Elaboración Propia.

- Apoyándonos de un flexómetro se mide la diferencia de altura entre el molde y la cara libre del cono deformado.

Figura 16: Ensayo de revenimiento.



Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.7 Elaboración de la probeta

A. Equipo utilizado en la prueba

- Barra compactadora, recta de acero lisa de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente de 600 mm (24") de largo, con un extremo redondeado con forma de punta semiesférica.
- Recipiente cilíndrico de acero, briqueta.
- Martillo de goma.

B. Procedimiento

- En el recipiente se vierte solo la tercera parte de concreto, para luego vamos apisonando la mezcla de concreto con la ayuda de la barra compactadora, se dan 25 golpes a concreto

de manera uniforme poco después se dan 15 golpes con el martillo de goma.

- Se vierte solo la 3ra fracción del molde con la mezcla de concreto, para luego ser apisonado de manera uniforme dando 25 golpes, para después golpear la superficie del molde con la ayuda de un martillo de goma de unos 10 a 15 veces.

Figura 17: Llenado del molde.



Fuente: Elaboración Propia.

- Rellenar y apisonar hasta exceder el volumen del molde, de la misma manera golpear el molde con la ayuda del martillo de goma, luego con la ayuda de la barra compactadora quitar el material que se excede, concluido se procede a pesar el molde con la mezcla de concreto terminado.

Figura 18: Eliminar el concreto excedente.



Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.8 Ensayo a compresión de briquetas y carga máxima de rotura (NTP 339.034)

A. Equipo utilizado en la prueba

- Máquina de compresión axial.
- Vernier.
- Wincha.

B. Procedimiento

- En primer lugar, se realiza el ensayo a compresión, pero antes se debe de tomar las medidas correspondientes de la parte inferior y superior de la briqueta circular.
- Para una buena distribución de cargas se recomienda que las briquetas sean protegidas con almohadillas de neopreno.

Figura 19: Prueba de compresión.



Fuente: Elaboración propia

- Las muestras se centran al ser expuestas a cargas a compresión, para así completar la ruptura de manera positiva.
- El testigo al ser expuesta a una carga máxima la cual produce el rompimiento dividido entre al área media del testigo, es igual a la resistencia a compresión del concreto.
- Es recomendable tener presente la edad de cada muestra elaborada en el laboratorio.

Figura 20: Equipo de Compresión Axial.



Fuente: Elaboración propia

- Se procede a la toma de datos de la máxima carga de rotura como también las dimensiones de cada una de las briquetas.

Figura 21: Determinamos las dimensiones de las briquetas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Testigo sometido al ensayo de compresión.



Fuente: Elaboración propia

3.3.1.9 Base de datos

A. Base de datos - 7 días

- Resistencia a compresión del Concreto Patrón:

Figura 23: Concreto patrón a los 7 días.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Base de datos obtenidos del concreto patrón a los 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRON												
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO					Área (cm ²)	Altura (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1(cm)	Diámetro Intermedio D2(cm)	Diámetro Inferior D3(cm)	Diámetro Promedio D3(cm)					
M1	PROBETA - 0%	08/05/2019	15/05/2019	15.30	15.40	15.30	15.33	184.66	30.15	33,580.00	7	
M2	PROBETA - 0%	08/05/2019	15/05/2019	15.40	15.30	15.30	15.33	184.66	30.10	32,156.00	7	
M3	PROBETA - 0%	08/05/2019	15/05/2019	15.30	15.30	15.30	15.30	183.85	30.30	31,940.00	7	

Fuente: Elaboración propia

- Resistencia a compresión añadiendo al concreto el 3% de perlas de poliestireno.

Figura 24: Concreto Con Perlas De Poliestireno - 3%



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Base de datos obtenidos del concreto añadido el 3% de perlas de poliestireno a los 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO MAS PERLAS DE POLIESTIRENO - 3%												
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO					Área (cm ²)	Altura (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1(cm)	Diámetro Intermedio D2(cm)	Diámetro Inferior D3(cm)	Diámetro Promedio (cm)					
M1	PROBETA - 3%	15/05/2019	22/05/2019	15.20	15.20	15.08	15.16	180.50	30.15	28,690.00	7	
M2	PROBETA - 3%	15/05/2019	22/05/2019	15.10	15.20	15.25	15.18	181.06	30.10	27,700.00	7	
M3	PROBETA - 3%	15/05/2019	22/05/2019	15.00	15.15	15.15	15.10	179.08	30.30	29,350.00	7	

Fuente: Elaboración propia

- Resistencia a compresión añadiendo al concreto el 5% de perlas de poliestireno.

Figura 25: Concreto con 5% de perlas de poliestireno



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Base de datos obtenidos del concreto añadido el 5% de perlas de poliestireno a los 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO MAS PERLAS DE POLIESTIRENO - 5%												
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO					Área (cm ²)	Altura (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1(cm)	Diámetro Intermedio D2(cm)	Diámetro Inferior D3(cm)	Diámetro Promedio (cm)					
M1	PROBETA - 5%	16/05/2019	23/05/2019	15.00	15.20	15.08	15.09	178.92	30.15	27,020.00	7	
M2	PROBETA - 5%	16/05/2019	23/05/2019	15.10	15.07	14.80	14.99	176.48	30.10	26,540.00	7	
M3	PROBETA - 5%	16/05/2019	23/05/2019	15.00	15.15	15.15	15.10	179.08	30.30	25,970.00	7	

Fuente: Elaboración propia

- Resistencia a compresión añadiendo al concreto el 7% de perlas de poliestireno.

Figura 26: Concreto con 7% de perlas de poliestireno



Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Base de datos obtenidos del concreto añadido el 7% de perlas de poliestireno a los 7 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO MAS PERLAS DE POLIESTIRENO - 7%													
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO						Área (cm ²)	Altura (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1(cm)	Diámetro Intermedio D2(cm)	Diámetro Inferior D3(cm)	Diámetro Promedio (cm)						
M1	PROBETA - 7%	20/05/2019	27/05/2019	15.25	15.20	15.10	15.18	181.06	30.15	25,040.00	7		
M2	PROBETA - 7%	20/05/2019	27/05/2019	15.20	15.25	15.20	15.22	181.86	30.10	24,890.00	7		
M3	PROBETA - 7%	20/05/2019	27/05/2019	15.20	15.25	15.25	15.23	182.26	30.30	25,450.00	7		

Fuente: Elaboración propia

B. Base de datos – 14 días

- Resistencia a compresión del Concreto Patrón:

Figura 27: Concreto Patrón a los 14 días.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Base de datos obtenidos del concreto patrón a los 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRON												
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO					Área (cm ²)	Altura (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1(cm)	Diámetro Intermedio D2(cm)	Diámetro Inferior D3(cm)	Diámetro Promedio D3(cm)					
M4	PROBETA - 0%	08/05/2019	22/05/2019	15.25	15.20	15.15	15.20	181.46	30.15	42,100.00	14	
M5	PROBETA - 0%	08/05/2019	22/05/2019	15.25	15.30	15.20	15.25	182.65	30.10	43,540.00	14	
M6	PROBETA - 0%	08/05/2019	22/05/2019	15.20	15.15	15.20	15.18	181.06	30.30	42,890.00	14	

Fuente: Elaboración propia

- Resistencia a compresión añadiendo al concreto el 3% de perlas de poliestireno.

Figura 28: Concreto con 3% de perlas de poliestireno.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Base de datos obtenidos del concreto añadido el 3% de perlas de poliestireno a los 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO MAS PERLAS DE POLIESTIRENO - 3%													
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO						Área (cm ²)	Altura (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1(cm)	Diámetro Intermedio D2(cm)	Diámetro Inferior D3(cm)	Diámetro Promedio (cm)						
M4	PROBETA - 3%	14/05/2019	28/05/2019	15.10	15.20	15.25	15.18	181.06	30.15	37,280.00	14		
M5	PROBETA - 3%	14/05/2019	28/05/2019	15.30	15.20	15.15	15.22	181.86	30.10	36,690.00	14		
M6	PROBETA - 3%	14/05/2019	28/05/2019	15.20	15.25	15.30	15.25	182.65	30.30	35,620.00	14		

Fuente: Elaboración propia

- Resistencia a compresión añadiendo al concreto el 5% de perlas de poliestireno.

Figura 29: Concreto con 5% de perlas de poliestireno.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Base de datos obtenidos del concreto añadido el 5% de perlas de poliestireno a los 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO MAS PERLAS DE POLIESTIRENO - 5%												
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO					Área (cm ²)	Altura (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1(cm)	Diámetro Intermedio D2(cm)	Diámetro Inferior D3(cm)	Diámetro Promedio (cm)					
M4	PROBETA - 5%	16/05/2019	30/05/2019	15.25	15.20	15.25	15.23	182.26	30.15	35,800.00	14	
M5	PROBETA - 5%	16/05/2019	30/05/2019	15.10	15.20	15.10	15.13	179.87	30.10	34,740.00	14	
M6	PROBETA - 5%	16/05/2019	30/05/2019	15.20	15.15	15.30	15.22	181.86	30.30	34,580.00	14	

Fuente: Elaboración propia

- Resistencia a compresión añadiendo al concreto el 7% de perlas de poliestireno.

Figura 30: Concreto con 7% de perlas de poliestireno.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Base de datos obtenidos del concreto añadido el 7% de perlas de poliestireno a los 14 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO MAS PERLAS DE POLIESTIRENO - 7%											
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1(cm)	Diámetro Intermedio D2(cm)	Diámetro Inferior D3(cm)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)		
M4	PROBETA - 7%	20/05/2019	03/06/2019	15.25	15.20	15.20	15.22	181.86	30.15	34,340.00	14
M5	PROBETA - 7%	20/05/2019	03/06/2019	15.20	15.15	15.20	15.18	181.06	30.10	33,680.00	14
M6	PROBETA - 7%	20/05/2019	03/06/2019	15.20	15.15	15.15	15.17	180.66	30.30	33,950.00	14

Fuente: Elaboración propia

C. Toma de datos a los 28 días – Resistencia a la compresión.

- Concreto Patrón.

Figura 31: Concreto patrón a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Base de datos obtenidos del concreto patrón a los 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRON											
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO				Área (cm ²)	Altura (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1(cm)	Diámetro Intermedio D2(cm)	Diámetro Inferior D3(cm)	Diámetro Promedio D3(cm)				
M7	PROBETA - 0%	07/05/2019	04/06/2019	15.30	15.20	15.20	15.23	182.26	30.50	48,170.00	28
M8	PROBETA - 0%	07/05/2019	04/06/2019	15.20	15.20	15.15	15.18	181.06	30.60	47,200.00	28
M9	PROBETA - 0%	07/05/2019	04/06/2019	15.40	15.40	15.40	15.40	186.27	30.60	49,200.00	28

Fuente: Elaboración propia

- Concreto Adicionado con 3% de perlas de poliestireno.

Figura 32: Concreto con 3% de perlas de poliestireno.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Base de datos obtenidos del concreto añadido el 3% de perlas de poliestireno a los 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO MAS PERLAS DE POLIESTIRENO - 3%											
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO				Área (cm ²)	Altura (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1(cm)	Diámetro Intermedio D2(cm)	Diámetro Inferior D3(cm)	Diámetro Promedio (cm)				
M7	PROBETA - 3%	14/05/2019	11/06/2019	15.20	15.20	15.10	15.17	180.66	30.15	41,340.00	28
M8	PROBETA - 3%	14/05/2019	11/06/2019	15.20	15.10	15.30	15.20	181.46	30.10	41,870.00	28
M9	PROBETA - 3%	14/05/2019	11/06/2019	15.00	15.25	15.20	15.15	180.27	30.30	40,190.00	28

Fuente: Elaboración propia

- Concreto Adicionado con 5% de perlas de poliestireno.

Figura 33: Concreto con 5% de perlas de poliestireno.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Base de datos obtenidos del concreto añadido el 5% de perlas de poliestireno a los 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO MAS PERLAS DE POLIESTIRENO - 5%												
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO					Área (cm ²)	Altura (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1(cm)	Diámetro Intermedio D2(cm)	Diámetro Inferior D3(cm)	Diámetro Promedio (cm)					
M7	PROBETA - 5%	16/05/2019	13/06/2019	15.05	15.20	15.15	15.13	179.87	30.15	38,640.00	28	
M8	PROBETA - 5%	16/05/2019	13/06/2019	15.25	15.20	15.20	15.22	181.86	30.10	37,870.00	28	
M9	PROBETA - 5%	16/05/2019	13/06/2019	15.10	15.15	15.15	15.13	179.87	30.30	37,190.00	28	

Fuente: Elaboración propia

- Concreto Adicionado con 7% de perlas de poliestireno.

Figura 34: Concreto con 7% de perlas de poliestireno.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Base de datos obtenidos del concreto añadido el 7% de perlas de poliestireno a los 28 días

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO MAS PERLAS DE POLIESTIRENO - 7%											
Identificación	Descripción del Elemento	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO						Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Edad (Días)
				Diámetro Superior D1 (cm)	Diámetro Intermedio D2 (cm)	Diámetro Inferior D3 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)		
M7	PROBETA - 7%	20/05/2019	17/06/2019	15.20	15.20	15.10	15.17	180.66	30.15	35,640.00	28
M8	PROBETA - 7%	20/05/2019	17/06/2019	15.10	15.15	15.20	15.15	180.27	30.10	36,870.00	28
M9	PROBETA - 7%	20/05/2019	17/06/2019	15.25	15.15	15.20	15.20	181.46	30.30	36,190.00	28

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Para el análisis e interpretación de los datos

3.3.2.1 Análisis granulométrico del agregado fino

A. Procesamiento de datos y cálculos de la prueba

Con los datos obtenidos, procedemos a calcular los porcentajes que pasan para la comprobación si esta se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la A.S.T.M. C33.

Tabla 26: Granulometría del agregado fino - Análisis

TAMIZ	PESO	%	%	%	%QUE PASA	
	RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	MIN	MAX
				100		
3/8"	0.000	0.000	100.000	0.000	100.000	100.000
4	203.400	3.792	96.208	3.792	95.000	100.000
8	469.000	8.743	87.465	12.535	80.000	100.000
16	1393.200	25.973	61.491	38.509	50.000	85.000
30	1445.300	26.944	34.547	65.453	25.000	60.000
50	986.500	18.391	16.156	83.844	5.000	30.000
100	496.700	9.260	6.896	93.104	0.000	10.000
Fondo	369.900	6.896	0.000	100.000		
Peso Muestra	5364.00	grms.				

Fuente: Elaboración Propia.

- Formulas:

Peso que pasa = peso total – peso retenido

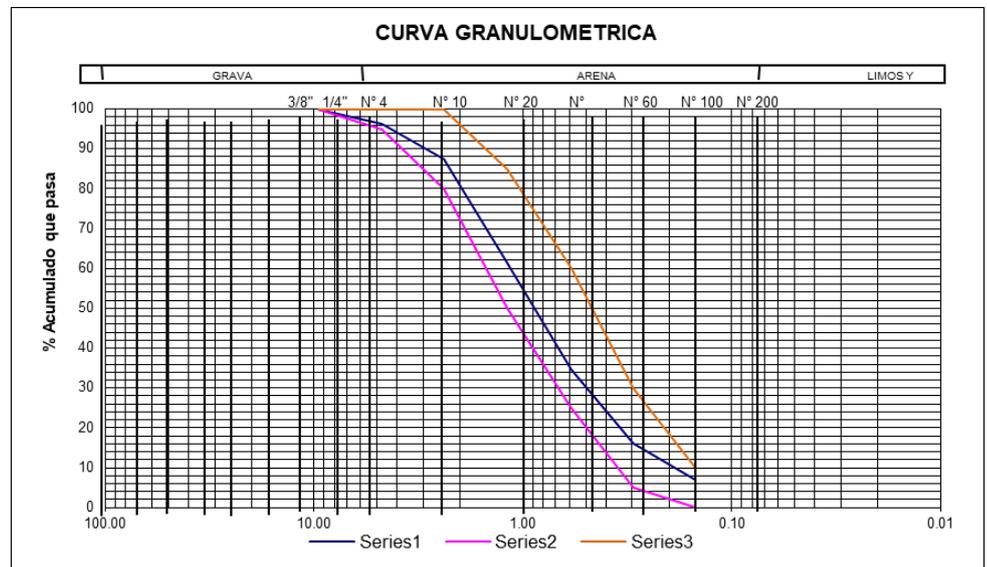
$$\text{porcentaje retenido} = \frac{\text{peso retenido} * 100\%}{\text{peso total}}$$

$$\text{porcentaje que pasa} = \frac{\text{peso que pasa} * 100\%}{\text{peso total}}$$

B. Diagramas

- Se elaboro un gráfico con los datos obtenidos para poder precisar de una mejor manera los resultados.

Figura 35: Curva granulométrica del agregado fino.



Fuente: elaboración propia.

- Procedemos a calcular el módulo de fineza, de la siguiente manera:

$$MF = \frac{(3/8" + N^{\circ} 4 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 16 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 50 + N^{\circ} 100)}{100}$$
$$MF = \frac{0 + 3.792 + 12.535 + 38.509 + 65.453 + 83.844 + 93.104}{100}$$
$$= 2.972$$

C. Análisis de la Prueba

El material fino de la cantera Figueroa – Andabamba y en el módulo de fineza se ha obtenido el valor de 2.972 por lo que nos da a conocer que es arena media por lo que se puede deducir que nos encontramos dentro de los parámetros establecidos por la N.T.P. 400.037.2014 – (que varía entre $2.3 < x < 3.1$)

3.3.2.2 Análisis granulométrico del agregado grueso.

A. Procesamiento de datos o cálculos de la prueba

Con los datos obtenidos, procedemos a calcular los porcentajes que pasan para la comprobación si esta se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la A.S.T.M. C33. – Huso 67

Tabla 27: Análisis granulométrico del agregado grueso.

TAMIZ	PESO	%	%	%	%QUE PASA	
	RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	MIN	MAX
2 1/2"			100.000	0.000		
2"			100.000	0.000		
1 1/2"	0.000	0.000	100.000	0.000		
1 "	0.000	0.000	100.000	0.000		
3/4"	242.800	3.063	96.937	3.063	90.00%	100.00%
1/2"	3513.400	44.328	52.609	47.391	50.00%	75.00%
3/8"	2393.900	30.203	22.406	77.594	20.00%	55.00%
4	1581.700	19.956	2.450	97.550	0.00%	10.00%
8	124.100	1.566	0.884	99.116	0.00%	5.00%
Fondo	70.100	0.884	0.000	100.000		

Peso Muestra 7926.00 grms.

Fuente: Elaboración propia

- Formulas:

Peso que pasa = peso total – peso retenido

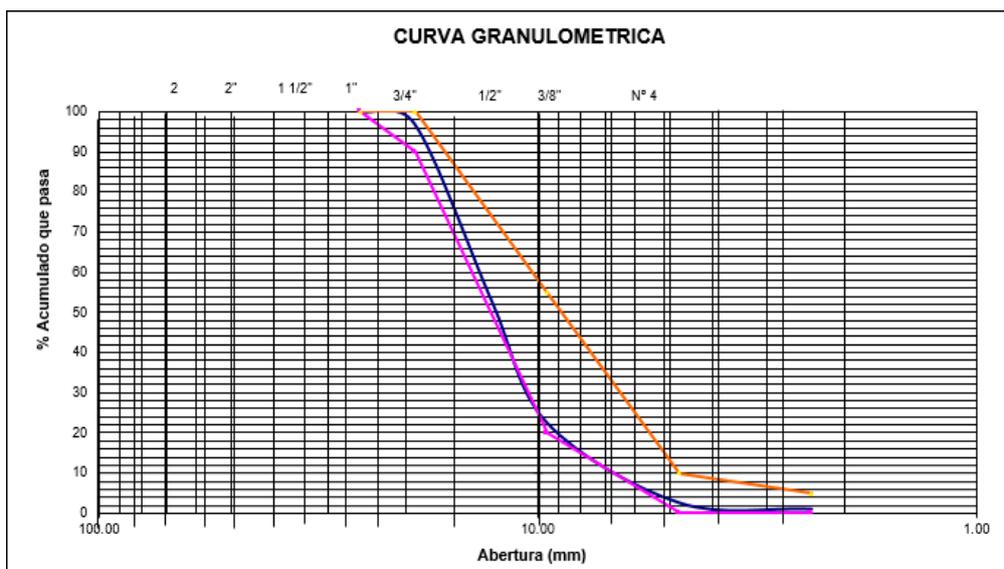
Porcentaje retenido = $\frac{\text{peso retenido} * 100\%}{\text{peso total}}$

Porcentaje que pasa = $\frac{\text{peso que pasa} * 100\%}{\text{peso total}}$

B. Diagramas

- Se elaboro un gráfico con los datos obtenidos para poder precisar de una mejor manera los resultados.

Figura 36: Curva granulométrica del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia.

- Procedemos a calcular el módulo de fineza, de la siguiente manera:

$$MF = \frac{(2 \ 1/2''+2''+1 \ 1/2''+1''+3/4'' + 1/2+3/8+N4)}{100}$$

$$MF = \frac{3.06 + 47.39 + 77.59 + 97.5}{100} = 2.256$$

C. Análisis de la prueba

El análisis granulométrico estudiado del material grueso de la cantera Figueroa nos indica que se encuentra dentro del parámetro establecido por la ASTM C33, en el huso 67, correspondiéndole un tamaño nominal de $\frac{3}{4}''$, por lo tanto, si es adecuado para su uso.

3.3.2.3 Análisis de peso específico de los agregados

A. Agregado fino

Teniendo como referencia el inciso 3.4.1.3. (Peso específico de los agregados finos (NTP- 400.022)) - **TABLA 07**

- Peso específico aparente:

$$P.E.A. = \frac{\text{Peso de la arena seca}}{(\text{Volumen del Picnómetro} + \text{Peso del agua})}$$

$$P.E.A. = \frac{490.616}{500.000 + 308.433} = 2.561 \text{ gr/cm}^3$$

- Peso específico aparente saturada superficialmente seca:

$$P.E.S.S.S. = \frac{\text{Peso de la Arena S.S.S.}}{(\text{Volumen del Picnómetro} + \text{Peso del agua})}$$

$$P.E.S.S.S. = \frac{501.700}{500.000 - 308.433} = 2.619 \text{ gr/cm}^3$$

- Peso específico nominal:

$$P.E.N. = \frac{\text{Peso de la Arena Seca}}{(\text{Volumen del Picnómetro} + \text{Peso del agua}) - (\text{Peso de la Arena S.S.S.} - \text{Peso de la Arena Seca})}$$

$$P.E.N. = \frac{490.616}{(500.00 - 308.433) - (501.700 - 490.616)} = 2.718 \text{ gr/cm}^3$$

- Porcentaje de absorción

$$A. = \frac{\text{Peso de la Arena S.S.S.} - \text{Peso de la Arena Seca}}{\text{Peso de la Arena Seca}} \times 100$$

$$A. = \frac{501.700 - 490.616}{490.616} \times 100 = 2.259\%$$

B. Agregado Grueso:

Teniendo como referencia el inciso 3.4.1.4. Peso específico de agregado grueso (N.T.P. 400.021 ASTM C-127) ASTM 127; AASHTO T - **TABLA 08**

- Peso específico seco:

$$P.E.S. = \frac{\text{Peso de la Tara + Muestra Seca}}{\text{Peso de la muestra saturada con superficie seca} - \text{peso de la muestra saturada sumergida}}$$

$$P.E.S. = \frac{1987.990}{2004.000 - 1265.510} = 2.689 \text{ gr/cm}^3$$

➤ **Peso específico saturado S.S.S.:**

$$P.E.S.S.S. = \frac{\text{Peso de la muestra saturada con superficie seca}}{\text{Peso de la muestra saturada con superficie seca} - \text{peso de la muestra saturada sumergida}}$$

$$P.E.S.S.S. = \frac{2004.000}{2004.000 - 1265.510} = 2.714 \text{ gr/cm}^3$$

➤ **Peso específico nominal:**

$$P.E.N. = \frac{\text{Peso de la Muestra Seca}}{\text{Peso de la Muestra seca} - \text{Peso de la Muestra Saturada Sumergida}}$$

$$P.E.N. = \frac{1985.990}{1985.990 - 1265.510} = 2.756 \text{ gr/cm}^3$$

➤ **Porcentaje de Absorción:**

$$A. = \frac{\text{Peso de la muestra saturada superficie seca} - \text{Peso de la Muestra Seca}}{\text{Peso de la Muestra Seca}}$$

$$A. = \frac{2004.000 - 1985.990}{1985.990} \times 100 = 0.907 \%$$

3.3.2.4 Analizamos la prueba

A. Peso unitario de los agregados

a. Agregado fino

i. Procesamiento de datos y cálculos de las pruebas

Tabla 28: Peso unitario suelto del agregado fino (NTP 400.017 ASTM C-29)

Número de ensayo	1ra	2da	3ra
Peso de la Muestra + Recipiente (gr)	6150	6160	6170
Peso del Recipiente (gr)	1783	1783	1783
Peso de la Muestra (1-2) (gr)	4367	4377	4387
Volumen del Recipiente (m3)	0.0028035	0.0028	0.0028
P.U.S. (3/4) /1000 (kg/m3)	1557.678	1561.245	1564.812
Promedio P.U.S. Seco (kg/m3)		1561	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29: Peso unitario compactado del agregado fino (NTP 400.017 ASTM C-29)

Número de ensayo	1ra	2da	3ra
Peso de la Muestra + Recipiente (gr)	6534	6536	6542
Peso del Recipiente (gr)	1783	1783	1783
Peso de la Muestra (1-2) (gr)	4751	4753	4759
Volumen del Recipiente (m3)	0.0028	0.0028	0.0028
P.U.C (kg/m3)	1694.648	1695.361	1697.501
Promedio P.U.S. Compacto (kg/m3)	1696		

Fuente: Elaboración Propia.

b. Peso unitario del agregado grueso

i. procesamiento o cálculos de la prueba

Tabla 30: Peso unitario suelto del agregado grueso (NTP 400.017 ASTM C-29)

Número de ensayo	1ra	2da	3ra
Peso de la Muestra + Recipiente (gr)	23770	23930	23930
Peso del Recipiente (gr)	5838.7	5838.7	5838.7
Peso de la Muestra (1-2) (gr)	17931.3	18091.3	18091.3
Volumen del Recipiente (m3)	0.01410	0.01410	0.01410
P.U.S. (3/4) /1000 (kg/m3)	1272.116	1283.467	1283.467
Promedio P.U.S. Seco (kg/m3)	1280		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31: Peso unitario compactado del agregado fino (NTP 400.017 ASTM C-29)

Número de ensayo	1ra	2da	3ra
Peso de la Muestra + Recipiente (gr)	26510	26510	26570
Peso del Recipiente (gr)	5838.7	5838.7	5838.7
Peso de la Muestra (1-2) (gr)	20671.3	20671.3	20731.3
Volumen del Recipiente (m3)	0.01410	0.01410	0.01410
P.U.C (kg/m3)	1466.503	1466.503	1470.759
Promedio P.U.S. Compacto (kg/m3)	1468		

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.3 Para el análisis e interpretación de los datos

3.3.3.1 Diseño de mezcla del concreto

Procedemos con el diseño de mezcla por el Método A.C.I. donde la resistencia a compresión es de $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$, se da a conocer que el proceso de fabricación del concreto va a ser muy bien controlado. En la presente pesquisa se requiere un concreto fluido, cabe recalcar que el diseño carece de aditivos ni aire incorporado.

El método a emplear para el diseño de mezclas es el método A.C.I.

3.3.3.2 Característica física - mecánica de los componentes del concreto

Se realizaron las pruebas necesarias a las briquetas de las cuales se obtuvieron los datos siguientes:

a. Características de los agregados:

Tabla 32: Características del agregado grueso y fino.

Propiedades	Und	Agregado	
		Fino	Grueso
Tamaño Máximo Nominal	-	-	3/4"
Peso Específico De Masa	gr/cm ³	2.650	2.710
Absorción	%	2.259	0.907
Contenido De Humedad	%	0.664	0.762
Módulo De Fineza	-	2.972	2.256
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1561.000	1280.000
Peso Unitario Seco Compactado	kg/m ³	1696.000	1468.000

Fuente: Elaboración Propia.

b. Características del cemento:

- ✓ Tipo de Cemento: IP
- ✓ Peso Específico: 3.15 gr/cm³

c. Agua:

- ✓ Agua potable, cumple con la Norma NTP 339.088 o E 0-60

d. Resistencia a la compresión

- ✓ $F'c = 260 \text{ kg/cm}^2$

e. Tamaño máximo nominal del agregado

- ✓ T.M.N. = $\frac{3}{4}$ "

3.3.3.3 Pasos del diseño de mezclas

❖ Fase 1:

- Calculamos la resistencia promedio requerida ($F'cr$)

A sabiendas de que los dispersantes permanentemente están presentes, incluso bajo un estricto control de laboratorio,

considerar los distintos dispersantes que se realizan in situ a la dosificación de la mezcla.

En el diseño de mezcla de concreto se empleará la resistencia $f'c = 260 \text{Kg/cm}^2$.

Teniendo en cuenta la siguiente tabla, tenemos en consideración la resistencia promedio ante la necesidad de diseño del concreto, considerando el siguiente $f'cr$.

Tabla 33: Resistencia a la compresión promedio ($f'cr$).

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 - 350	$f'c + 85$
Mayor 350	1.1 $f'c + 50$

Fuente: RNE E-060

$$f'cr = 260.00 + 85.00$$

$$f'cr = 345.00 \text{ kg/cm}^2$$

El valor extremo máximo en la resistencia a la compresión a utilizar será:

$$f'cr = 280.00 \text{ kg/cm}^2$$

❖ **Fase 2:**

- ✓ Consideración del contenido de aire atrapado para un T.M.N.
= $\frac{3}{4}$ "

$$\text{Aire} = 2.0 \%$$

❖ **Fase 3:**

- **Calculamos el contenido de agua**

Tomando de conocimiento el tamaño máximo nominal del agregado y el Slump de diseño:

- T.M.N. : $\frac{3}{4}$ "
- Slump : 3 - 4"
- Aire incorporado : No

Volumen unitario del agua = 205 lt

❖ **Fase 4:**

- **Calculamos la relación a/c por resistencia $F'_{cr} = 280.00$ kg/cm²**

Se tomó en consideración el aire no incorporado y al F'_{cr} igual a los 28 días.

Al no encontrar $F'_{cr} = 280.00$ kg/cm², procedemos a la interpolación

250	-----	0.62
280	-----	X
300	-----	0.55

$$\frac{300 - 250}{300 - 280} = \frac{0.62 - 0.55}{0.55 - x}$$

$$\frac{A}{C} = X = 0.578$$

De la ecuación concluimos que para un diseño de $F'_{cr} = 280.00$ kg/cm², tenemos una relación **a/c = 0.578**

❖ **Fase 5:**

- **Calculamos el contenido de cemento**

$$\frac{\text{Volumen unitario del agua}}{c} = a/c$$

$$\frac{205}{c} = 0.578$$

$$c = 354.671 \text{ kg}$$

Por lo tanto:

$$FC = \frac{c}{\text{peso por bolsa de cemento}}$$

$$FC = \frac{354.671}{42.5}$$

$$FC = 8.345 \text{ bls}$$

❖ **Fase 6:**

• **Calculamos el peso del agregado grueso**

En concordancia con la tabla 38 se tomó las siguientes consideraciones:

- T.M.N. : ¾"
- Módulo de finesa del agregado grueso : 2.972
- Peso seco compactado del a.g. : 1,468 Kg/m3

Al no encontrar el módulo de finesa del agregado grueso = 2.972 procedemos a la interpolación

$$\begin{array}{r} 3.00 - - - - - 0.60 \\ 2.972 - - - - - X \\ 2.80 - - - - - 0.62 \end{array}$$

$$\frac{3.00 - 2.80}{2.972 - 2.80} = \frac{0.62 - 0.60}{X - 0.60}$$

$$\frac{b}{bo} = X = 0.6028 \text{ m}^3$$

De la ecuación concluimos que la cantidad de agregado grueso es igual a 0.603 m3.

Por lo tanto, calculamos el peso del agregado grueso

$$\text{Peso del agregado grueso} = \frac{b}{bo} \times \text{peso unitario seco compactado}$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.603 \text{ m}^3 \times 1468.000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 885.204 \text{ kg}$$

❖ **Fase 7:**

• **Calculamos el volumen absoluto**

Tabla 34: Cuadro de volumen absoluto por elemento del diseño de mezcla

Descripción	Formula	Análisis de datos	resultado	Unidad de medida
Cemento	$\frac{\text{cantidad de cemento}}{\text{peso especifico del cemento}}$	$\frac{354.671 \text{ kg}}{3.15 \text{ g/cm}^2 * 1000}$	0.113	m3
Agua	$\frac{\text{Volumen unitario del agua}}{\text{peso especifico del agua}}$	$\frac{205.000 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3}$	0.205	m3
Aire	Porcentaje	$\frac{2}{100}$	0.020	m3
Agregado grueso	$\frac{\text{Peso del agregado grueso}}{\text{peso especifico del agregado grueso}}$	$\frac{885.204 \text{ kg}}{2710 \text{ kg/m}^3}$	0.326	m3
Sub total de volumen			0.664	m3
Agregado fino	1m3 – total de volumen	1 – 0.664	0.336	m3
Total, de volumen			1.000	m3

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Fase 8:**

• **Calculamos el peso del agregado fino**

Peso seco arena = vol. Absoluto de la arena x peso especifico

$$\text{Peso seco arena} = 0.336 \text{ m}^3 \times 265.000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso seco arena} = \mathbf{890.400 \text{ kg}}$$

❖ **Fase 9:**

• **Presentación del diseño en estado seco por m3**

Tabla 35: Cálculo de diseño de los pesos del diseño de mezcla

Descripción	Peso	Volumen
Agua	205.000 kg	0.205 m3
Cemento	354.671 kg	0.113 m3
Agregado Grueso	885.204 kg	0.326 m3
Agregado Fino	890.400 kg	0.336 m3
Aire		0.020 m3
TOTAL	2,335.275 kg	1.000 m3

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Fase 10:**

- **Calculamos la corrección por humedad de los agregados**

Por lo cual empleamos la siguiente formula:

$$\text{Agregado Fino o Grueso} = \text{Peso Seco} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

Tabla 36: Cálculo de corrección por humedad

Descripción	Peso Seco	W%	Análisis De Datos	Resultado	Unid. de Medida
Agregado Fino	890.400 kg	0.664%	$890.400 \text{ kg} \times \left(\frac{0.664}{100} + 1 \right)$	896.312	kg
Agregado Grueso	885.204 kg	0.762%	$885.204 \text{ kg} \times \left(\frac{0.726}{100} + 1 \right)$	891.946	kg

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Fase 11:**

- **Aporte de agua a la mezcla**

- Por lo cual empleamos la siguiente formula:

$$\text{Agregado Fino o Grueso} = \frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado seco}}{100}$$

Tabla 37: Cálculo del aporte de agua a la mezcla

Descripción	Agregado Seco (kg)	W%	%abs	Análisis De Datos	Resultado	Unidad De Medida
Agregado Fino	896.312 kg	0.664%	2.259%	$\frac{(0.664 - 2.259) \times 896.312}{100}$	-14.202	lt
Agregado Grueso	891.946 kg	0.762%	0.907%	$\frac{(0.762 - 0.907) \times 891.946}{100}$	-1.284	lt
				TOTAL	-15.486	Lt/m3

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Fase 12:**

- **Calculamos el total de agua efectiva**

Agua = volumen unitario del agua – (aporte de agua a la mezcla)

$$\text{Agua} = 205 \text{ lt} - (-15.486)$$

$$\text{Agua} = 220.486 \text{ lt}$$

❖ **Fase 13:**

• **Proporcionamiento del diseño**

Tabla 38: Proporcionamiento de diseño para 1m3 de concreto

Descripción	Peso	Volumen
Agua	220.486 lt	0.220486 m3
Cemento	354.671 kg	0.113 m3
Agregado Grueso	891.949 kg	0.329 m3
Agregado Fino	896.312 kg	0.338 m3
TOTAL	2,336.418 kg	1.000 m3

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, las proporciones de diseño para 1 m3 de concreto son:

1 : 2.53 : 2.51 : 26.42 lt/saco

❖ **Fase 14:**

• **Dosificación para una briqueta circular de concreto $V=0.0053014376029327800 \text{ cm}^3$.**

Tabla 39: Dosificación de concreto para una briqueta circular

Elemento	Unidad	
	de	Peso
	Medida	
Agua	lt	1.169
Cemento	kg	1.880
Agregado Grueso	kg	4.729
Agregado Fino	kg	4.752
Total		12.530

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.3.4 Determinación de dosificación de perlas de poliestireno.

La cantidad apropiada de perlas de poliestireno será de 3%, 5%, 7%.

Cant. de Fibra de *Perlas de poliestireno* = *Porcentaje a Añadir* x Volumen de testigo

A. Dosificación para el 3% de perlas de poliestireno.

Tabla 40: Dosificación para el 3% de Perlas de Poliestireno en Kg.

Elemento	Unidad de Medida	Peso 1 m3 (Kg)
Agua	lt	1.169
Cemento	kg	1.880
Agregado Grueso	kg	4.729
Agregado Fino	kg	4.752
Perlas de Poliestireno	gr	1.699
Total		14.671699

Fuente: Elaboración Propia.

B. Dosificación para el 5% Perlas de Poliestireno.

Tabla 41: Dosificación para el 5% de Perlas de Poliestireno en Kg.

Elemento	Unidad de Medida	Peso 1 m3 (Kg)
Agua	lt	1.169
Cemento	kg	1.880
Agregado Grueso	kg	4.729
Agregado Fino	kg	4.752
Perlas de Poliestireno	gr	2.832
Total		14.672832

Fuente: Elaboración Propia.

C. Dosificación para el 7% Perlas de Poliestireno.

Tabla 42: Dosificación para el 7% de Perlas de Poliestireno en Kg

Elemento	Unidad de Medida	Peso 1 m3 (Kg)
Agua	lt	1.169
Cemento	kg	1.880
Agregado Grueso	kg	4.729
Agregado Fino	kg	4.752
Perlas de Poliestireno	gr	3.965
Total		14.673965

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe recalcar que ningún componente del concreto fue remplazado por las perlas de poliestireno.

3.3.3.5 Análisis del revenimiento del concreto

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

Se procede a determinar el Slump para cada muestra y los datos obtenidos son los siguientes:

a. Revenimiento del concreto patrón:

Tabla 43: Dosificación para el concreto patrón.

Concreto	Serie de vaciados	Medida	Medida	Medida	Promedio (pulg)	Promedio slump (pulg)	Comentario
		1	2	3			
		(pulg)					
Concreto Patrón	Serie 1	3.300	3.05	3.153	3.168		
	Serie 2	3.255	3.112	3.225	3.197	3.188	
	Serie 3	3.332	3.155	3.11	3.199		

Fuente: Elaboración Propia.

b. Revenimiento del concreto con 3% Perlas de Poliestireno:

Tabla 44: Dosificación para el 3% de Perlas de Poliestireno en Kg.

Concreto	Serie de vaciados	Medida	Medida	Medida	Promedio (pulg)	Promedio slump (pulg)	Comentario
		1	2	3			
		(pulg)					
Sin Perlas de Poliestireno							
Concreto sin Perlas de Poliestireno 3%.	Serie 1	3.300	3.050	3.153	3.168		
	Serie 2	3.255	3.112	3.225	3.197	3.188	
	Serie 3	3.332	3.155	3.11	3.199		
Con Perlas de Poliestireno							
Concreto con Perlas de Poliestireno 3%.	Serie 1	2.625	2.593	2.563	2.594		
	Serie 2	3.281	3.15	3.319	3.25	2.817	
	Serie 3	2.653	2.458	2.712	2.608		

Fuente: Elaboración Propia.

c. Revenimiento del concreto con 5% Perlas de Poliestireno:

Tabla 45: Dosificación para el 5% de Perlas de Poliestireno en Kg.

Concreto	Serie de vaciados	Medida	Medida	Medida	Promedio (pulg)	Promedio slump (pulg)	Comentario
		1	2	3			
Sin Perlas de Poliestireno							
Concreto sin Perlas de Poliestireno 5%.	Serie 1	3.003	3.05	3.153	3.168		
	Serie 2	3.255	3.112	3.225	3.197	3.188	
	Serie 3	3.332	3.155	3.110	3.199		
Con Perlas de Poliestireno							
Concreto con Perlas de Poliestireno 5%.	Serie 1	2.856	2.954	2.856	2.889		
	Serie 2	2.815	2.761	2.878	2.818	2.706	
	Serie 3	2.456	2.365	2.416	2.412		

Fuente: Elaboración Propia.

d. Revenimiento del concreto con 7% Perlas de Poliestireno:

Tabla 46: Dosificación para el 7% de Perlas de Poliestireno en Kg

Concreto	Serie de vaciados	Medida	Medida	Medida	Promedio (pulg)	Promedio slump (pulg)	Comentario
		1	2	3			
Sin Perlas de Poliestireno							
Concreto sin Perlas de Poliestireno 7%.	Serie 1	3.300	3.050	3.153	3.168		
	Serie 2	3.255	3.112	3.225	3.197	3.188	
	Serie 3	3.332	3.155	3.110	3.199		
Con Perlas de Poliestireno							
Concreto con Perlas de Poliestireno 7%.	Serie 1	2.052	2.561	2.658	2.424		
	Serie 2	2.416	2.125	2.094	2.212	2.279	
	Serie 3	2.154	2.095	2.352	2.200		

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.3.6 Análisis de la resistencia a la compresión del concreto

En referencia al N.T.P. 339.034, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Si es el caso en que la distancia de la muestra al diámetro menor o igual a 1.75, se procede a la corrección de la resistencia por un factor adecuado que detallo en la tabla siguiente:

Tabla 47: Factores de corrección según la relación longitud diámetro.

FACTORES DE CORRECCIÓN SEGÚN LA RELACIÓN LONGITUD DIÁMETRO.				
L/D	1,75	1,50	1,25	1,00
Factor	0,98	0,96	0,93	0,87

Fuente: Norma ASTM C-39.

Tabla 48: Condición Longitud – Diámetro de Muestra Patrón.

CONCRETO PATRÓN							
Dimensiones	Diámetro			Diámetro promedio	Altura	Condición de la norma NTP 339.034	
	Ø sup.	Ø int.	Ø inf.	Ø prom (cm)	H1 (cm)	H/Ø	H/Ø < 1.75, el esfuerzo se multiplica por un factor
Briqueta	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
7 DÍAS							
M1	15.30	15.40	15.30	15.33	30.15	1.97	CORRECTO
M2	15.40	15.30	15.30	15.33	30.10	1.96	CORRECTO
M3	15.30	15.30	15.30	15.30	30.30	1.98	CORRECTO
14 DÍAS							
M4	15.25	15.20	15.15	15.20	30.15	1.98	CORRECTO
M5	15.25	15.30	15.20	15.25	30.10	1.97	CORRECTO
M6	15.20	15.15	15.20	15.18	30.30	2.00	CORRECTO
28 DÍAS							
M7	15.30	15.20	15.20	15.23	30.50	2.00	CORRECTO
M8	15.20	15.20	15.15	15.18	30.60	2.02	CORRECTO
M9	15.40	15.40	15.40	15.40	30.60	1.99	CORRECTO

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 49: Condición Longitud Diámetro de Muestra de concreto añadida con 3% de Perlas de Poliestireno.

3% DE PERLAS DE POLIESTIRENO							
DIMENSIONES	DIAMETRO			DIAMETRO PROMEDIO	ALTURA	CONDICIÓN DE LA NORMA NTP 339.034	
	Ø SUP.	Ø INT.	Ø INF.	Ø PROM (cm)	H1 (cm)	H/Ø	H/Ø<1.75, EL ESFUERZO SE MULTIPLICA POR UN FACTOR
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
7 DÍAS							
M1	15.2	15.2	15.08	15.16	30.15	1.99	CORRECTO
M2	15.1	15.2	15.25	15.18	30.1	1.98	CORRECTO
M3	15	15.15	15.15	15.1	30.3	2.01	CORRECTO
14 DÍAS							
M4	15.1	15.2	15.25	15.18	30.15	1.99	CORRECTO
M5	15.3	15.2	15.15	15.22	30.1	1.98	CORRECTO
M6	15.2	15.25	15.3	15.25	30.3	1.99	CORRECTO
28 DÍAS							
M7	15.2	15.2	15.1	15.17	30.15	1.99	CORRECTO
M8	15.2	15.1	15.3	15.2	30.1	1.98	CORRECTO
M9	15	15.25	15.2	15.15	30.3	2	CORRECTO

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 50: Condición Longitud Diámetro de Muestra de concreto añadida con 5% de Perlas de Poliestireno.

5% DE PERLAS DE POLIESTIRENO							
DIMENSIONES	DIAMETRO			DIAMETRO PROMEDIO	ALTURA	CONDICIÓN DE LA NORMA NTP 339.034	
	Ø SUP.	Ø INT.	Ø INF.	Ø PROM (cm)	H1 (cm)	H/Ø	H/Ø<1.75, EL ESFUERZO SE MULTIPLICA POR UN FACTOR
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
7 DÍAS							
M1	15.00	15.20	15.08	15.09	30.15	2.00	CORRECTO
M2	15.10	15.07	14.80	14.99	30.10	2.01	CORRECTO
M3	15.00	15.15	15.15	15.10	30.30	2.01	CORRECTO
14 DÍAS							
M4	15.25	15.20	15.25	15.23	30.15	1.98	CORRECTO
M5	15.10	15.20	15.10	15.13	30.10	1.99	CORRECTO
M6	15.20	15.15	15.30	15.22	30.30	1.99	CORRECTO
28 DÍAS							
M7	15.25	15.20	15.25	15.23	30.15	1.98	CORRECTO
M8	15.10	15.20	15.10	15.13	30.10	1.99	CORRECTO
M9	15.20	15.15	15.30	15.22	30.30	1.99	CORRECTO

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 51: Condición Longitud Diámetro de Muestra de concreto añadida con 7% de Perlas de Poliestireno.

7% DE PERLAS DE POLIESTIRENO							
DIMENSIONES	DIAMETRO			DIAMETRO PROMEDIO	ALTURA	CONDICIÓN DE LA NORMA NTP 339.034	
BRIQUETA	Ø	Ø	Ø	Ø PROM (cm)	H1 (cm)	H/Ø	H/Ø<1.75, EL ESFUERZO SE MULTIPLICA POR UN FACTOR
	SUP. 1 (cm)	INT. 2 (cm)	INF. 1 (cm)				
7 DÍAS							
M1	15.25	15.20	15.10	15.18	30.15	1.99	CORRECTO
M2	15.20	15.25	15.20	15.22	30.10	1.98	CORRECTO
M3	15.20	15.25	15.25	15.23	30.30	1.99	CORRECTO
14 DÍAS							
M4	15.25	15.20	15.20	15.22	30.15	1.98	CORRECTO
M5	15.20	15.15	15.20	15.18	30.10	1.98	CORRECTO
M6	15.20	15.15	15.15	15.17	30.30	2.00	CORRECTO
28 DÍAS							
M7	15.20	15.20	15.10	15.17	30.15	1.99	CORRECTO
M8	15.10	15.15	15.20	15.15	30.10	1.99	CORRECTO
M9	15.25	15.15	15.20	15.20	30.30	1.99	CORRECTO

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.3.7 Resistencia a la compresión

A. Procesamiento o cálculos de la prueba

$$\varnothing\text{Promedio} = \frac{\sum(\varnothing)}{n^{\circ}(\varnothing)} \text{ (cm)}$$

$$\text{RC (Resistencia a la compresión)} = \frac{q(\text{Carga})}{\varnothing\text{Promedio}} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\text{RC Promedio} = \frac{\sum(\text{RC})}{n^{\circ}(\text{RC})} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

a. Concreto patrón.

Tabla 52: Resistencia a la compresión del concreto (7 días).

Briqueta	∅ SUP.	∅ INT.	∅ INF.	Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm ²)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm ²)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M1	15.30	15.40	15.30	15.33	33,580.00	181.85	
M2	15.40	15.30	15.30	15.33	32,156.00	174.14	176.57
M3	15.30	15.30	15.30	15.30	31,940.00	173.72	

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha obtenido a los 7 días un promedio de: **f'c = 176.57 Kg/cm².**

Tabla 53: Resistencia a la compresión del concreto (14 días)

Briqueta	∅ SUP.	∅ INT.	∅ INF.	Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm ²)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm ²)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M4	15.25	15.20	15.15	15.20	33,580.00	232.01	
M5	15.25	15.30	15.20	15.25	32,156.00	238.37	235.75
M6	15.20	15.15	15.20	15.18	31,940.00	236.88	

Fuente: Elaboración Propia.

Se ha obtenido a los 14 días un promedio de: **f'c = 235.75 Kg/cm².**

Tabla 54: Resistencia a la compresión del concreto (28 días)

Briqueta	∅ SUP.	∅ INT.	∅ INF.	Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm ²)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm ²)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M7	15.30	15.20	15.20	15.23	33,580.00	264.30	
M8	15.20	15.20	15.15	15.18	32,156.00	260.69	263.04
M9	15.40	15.40	15.40	15.40	31,940.00	264.14	

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado a los 28 días se obtuvo: **f'c = 263.04 Kg/cm².**

b. Concreto adicionado con 3% de perlas de poliestireno.

Tabla 55: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 3% de Perlas de Poliestireno (7 días)

Briqueta	Ø SUP. Ø INT. Ø INF.			Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm2)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm2)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M1	15.20	15.20	15.08	15.16	28,690.00	158.94	
M2	15.10	15.20	15.25	15.18	27,700.00	152.99	158.61
M3	15.00	15.15	15.15	15.10	29,350.00	163.89	

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado a los 7 días se obtuvo: **$f'c = 158.61 \text{ Kg/cm}^2$** .

Tabla 56: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 3% de Perlas de Poliestireno (14 días)

Briqueta	Ø SUP. Ø INT. Ø INF.			Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm2)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm2)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M4	15.10	15.20	15.25	15.18	37,280.00	205.90	
M5	15.30	15.20	15.15	15.22	36,690.00	201.75	200.89
M6	15.20	15.25	15.30	15.25	35,620.00	195.01	

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado a los 14 días se obtuvo: **$f'c = 200.89 \text{ Kg/cm}^2$** .

Tabla 57: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 3% de Perlas de Poliestireno (28 días)

Briqueta	Ø SUP. Ø INT. Ø INF.			Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm2)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm2)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M7	15.20	15.20	15.10	15.17	41,340.00	228.82	
M8	15.20	15.10	15.30	15.20	41,870.00	230.74	227.50
M9	15.00	15.25	15.20	15.15	40,190.00	222.95	

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado a los 28 días se obtuvo: **$f'c = 227.50 \text{ Kg/cm}^2$** .

c. Concreto Adicionado con 5% de Perlas de Poliestireno.

Tabla 58: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 5% de Perlas de Poliestireno (7 días)

Briqueta	∅ SUP.	∅ INT.	∅ INF.	Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm ²)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm ²)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M1	15.00	15.20	15.08	15.09	27,020.00	151.02	
M2	15.10	15.07	14.80	14.99	26,540.00	150.39	148.81
M3	15.00	15.15	15.15	15.10	25,970.00	145.02	

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado a los 7 días se obtuvo: **f'c = 148.81 Kg/cm².**

Tabla 59: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 5% de Perlas de Poliestireno (14 días)

Briqueta	∅ SUP.	∅ INT.	∅ INF.	Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm ²)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm ²)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M4	15.25	15.20	15.25	15.23	35,800.00	196.43	
M5	15.10	15.20	15.10	15.13	34,740.00	193.14	193.24
M6	15.20	15.15	15.30	15.22	34,580.00	190.15	

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado a los 14 días se obtuvo: **f'c = 193.24 Kg/cm².**

Tabla 60: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 5% de Perlas de Poliestireno (28 días)

Briqueta	∅ SUP.	∅ INT.	∅ INF.	Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm ²)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm ²)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M7	15.05	15.20	15.15	15.13	38,640.00	214.82	
M8	15.25	15.20	15.20	15.22	37,870.00	208.24	209.94
M9	15.10	15.15	15.15	15.13	37,190.00	206.76	

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado a los 28 días se obtuvo: **f'c = 209.94 Kg/cm².**

d. Concreto Adicionado con 7% de Perlas de Poliestireno.

Tabla 61: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 7% de Perlas de Poliestireno (7 días)

Briqueta	∅ SUP.	∅ INT.	∅ INF.	Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm2)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm2)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M1	15.25	15.20	15.10	15.18	25,040.00	138.30	
M2	15.20	15.25	15.20	15.22	24,890.00	136.87	138.27
M3	15.20	15.25	15.25	15.23	25,450.00	1139.64	

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado a los 7 días se obtuvo: **f'c = 138.27 Kg/cm2.**

Tabla 62: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 7% de Perlas de Poliestireno (14 días)

Briqueta	∅ SUP.	∅ INT.	∅ INF.	Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm2)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm2)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M4	15.25	15.20	15.20	15.22	34,340.00	188.83	
M5	15.20	15.15	15.20	15.18	33,680.00	186.01	187.59
M6	15.20	15.15	15.15	15.17	33,950.00	187.92	

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado a los 14 días se obtuvo: **f'c = 187.59 Kg/cm2.**

Tabla 63: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 7% de Perlas de Poliestireno (28 días)

Briqueta	∅ SUP.	∅ INT.	∅ INF.	Diámetro Promedio (cm)	Máxima Carga de Prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto (Kg/cm2)	Esfuerzo Absoluto Promedio (Kg/cm2)
	1 (cm)	2 (cm)	1 (cm)				
M7	15.20	15.20	15.10	15.17	35,640.00	197.27	
M8	15.10	15.15	15.20	15.15	36,870.00	204.53	200.41
M9	15.25	15.15	15.20	15.20	36,190.00	199.44	

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado a los 28 días se obtuvo: **f'c = 200.41 Kg/cm2.**

B. Análisis de la prueba

De los valores de obtenidos desde la tabla 52 hasta las tablas 63 y considerando que los ensayos se efectuaron de acuerdo a la NTP 339.034. a los 7 días, 14 días y 28 días y con valores de deduce que la mejor resistencia es del concreto con 5% de perlas de poliestireno ya que su curva de crecimiento mejora con los días.

a. Técnicas de procesamiento de datos:

- Los datos fueron procesados después de la aplicación del instrumento a través del método manual y electrónico a través del paquete aplicativo Microsoft Office, (computadora)
- Los datos fueron procesados a través de la estadística descriptiva con la cual nos permite recolectar los datos, describimos los datos y nos permite obtener conclusiones del análisis de las muestras.
- Se eligió la técnica de recolección de datos (observación directa) en base a la población, basándonos en prestar mucha atención al fenómeno suscitado, recolectando información para más adelante poder analizarlo; nos apoyamos en la intuición del investigador para estar atentos ante los sucesos ocurridos y así poder analizar los sucesos ocurrentes dentro de una completa perspectiva, en el ámbito originario.

b. Técnicas de presentación de datos:

- Los datos se representan en cuadros estadísticos unidimensionales y bidimensionales.
- Los datos fueron presentados en gráficos según los cuadros diseñados.

c. Análisis de la información:

- Una vez registrado la información de los datos se realizará una descripción simultáneamente de los mismos, realizando

el mismo análisis para cada cuadro estadístico destacando la frecuencia más significativa y que tiende a dar respuesta interpretativa al problema planteada.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Procesamiento de datos

4.1.1 Análisis de ensayos realizado en especímenes.

4.1.1.1 Analizamos el resultado promedio de la resistencia a compresión del concreto respecto a su dosificación.

a. Concreto Patrón:

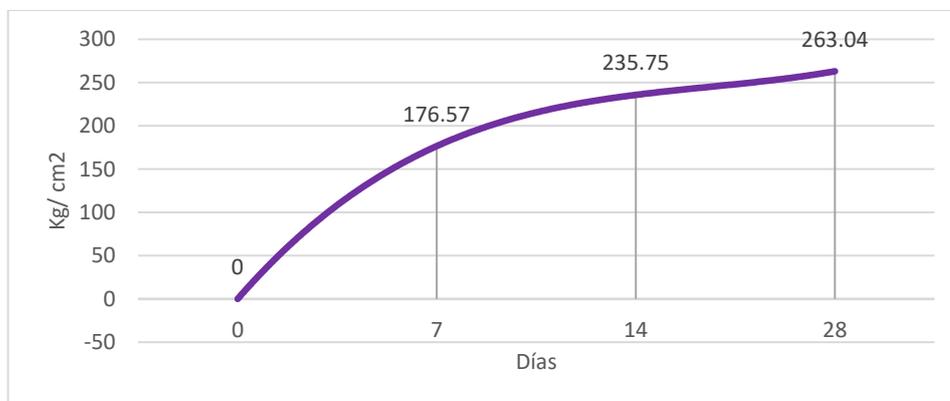
Los resultados de análisis en laboratorio fueron los siguientes:

Tabla 64: Resistencia promedios a la compresión del concreto patrón

concreto patrón			
Edad (kg/cm ²)	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)
Resistencia a la compresión	176.57	235.75	263.04

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 37: Resistencia promedio a la compresión del concreto patrón.



Fuente: Elaboración Propia.

Podemos percibir que, a los 28 días tenemos como resultado para el concreto patrón se obtuvo un $f'c = 263.04 \text{ Kg/cm}^2$.

b. Adicionando 3% de perlas de poliestireno al Concreto

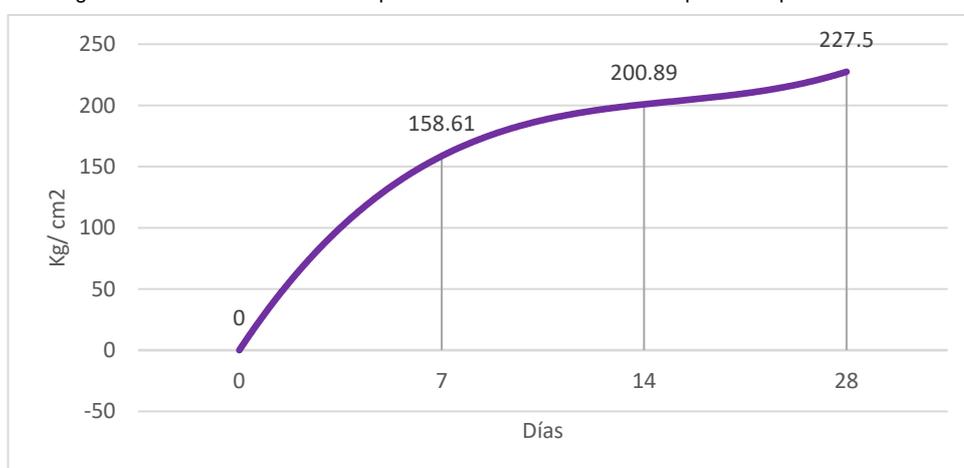
Los resultados de análisis en laboratorio fueron los siguientes:

Tabla 65: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 3% de perlas de poliestireno

Concreto adicionado 3% de perlas de poliestireno			
Edad	7 días	14 días	28 días
(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
Resistencia a la compresión	158.61	200.89	227.50

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 38: Resistencia a la compresión del concreto con 3% de perlas de poliestireno



Fuente: Elaboración Propia.

Podemos percibir que, a los 28 días tenemos como resultado para el concreto adicionado **3% de perlas de poliestireno expandido** se obtuvo un **f'c = 227.50 Kg/cm²**.

c. Adicionando 5% de perlas de poliestireno al Concreto

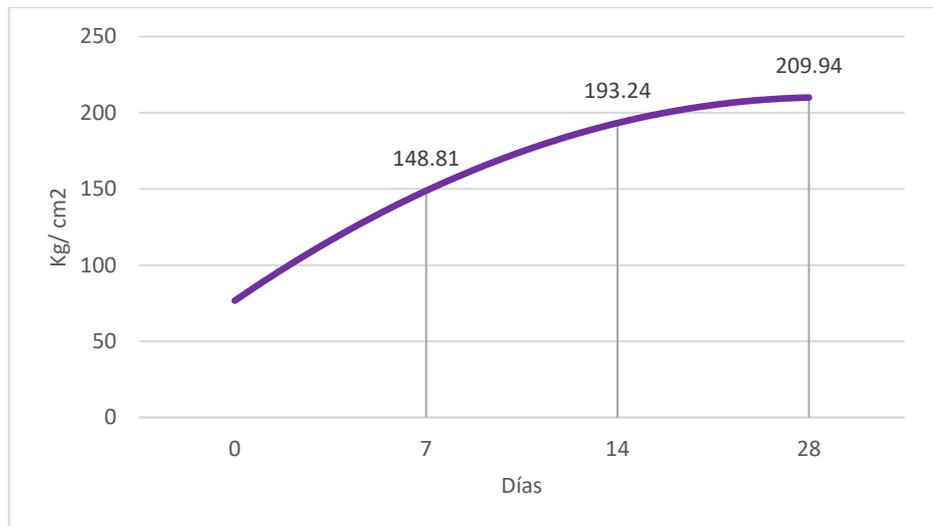
Los resultados de análisis en laboratorio fueron los siguientes:

Tabla 66: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 5% de perlas de poliestireno.

Concreto adicionado 5% de perlas de poliestireno			
Edad (kg/cm ²)	7 días (kg/cm ²)	14 días (kg/cm ²)	28 días (kg/cm ²)
Resistencia a la compresión	148.81	193.24	209.94

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 39: Resistencia a la compresión del concreto con 5% de perlas de poliestireno



Fuente: Elaboración Propia.

Podemos percibir que, a los 28 días tenemos como resultado para el concreto adicionado 5% de perlas de poliestireno **expandido** se obtuvo un **f'c = 209.94 Kg/cm²**.

d. Adicionando 7% de perlas de poliestireno al Concreto

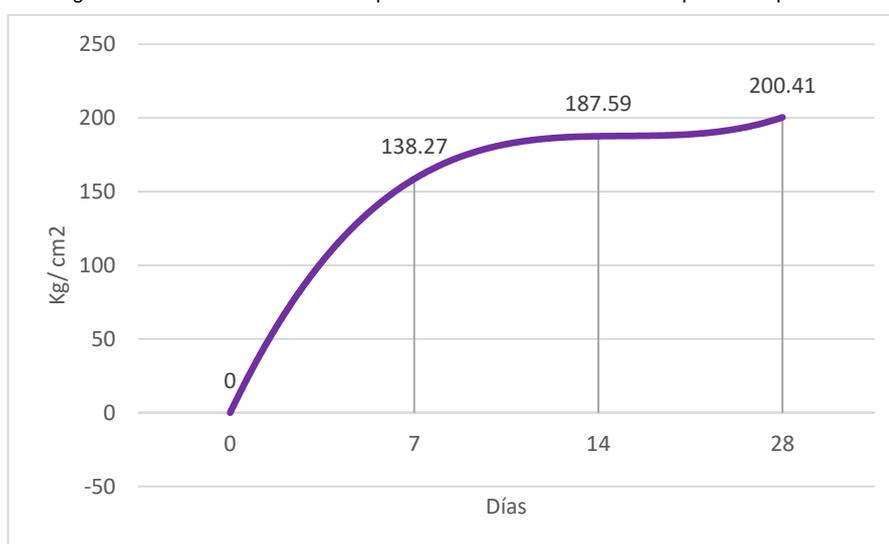
Los resultados de análisis en laboratorio fueron los siguientes:

Tabla 67: Resistencia a la compresión del concreto adicionado 7% de perlas de poliestireno.

Concreto adicionado 7% de perlas de poliestireno			
Edad	7 días	14 días	28 días
(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
Resistencia a la compresión	138.27	187.59	200.41

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 40: Resistencia a la compresión del concreto con 7% de perlas de poliestireno.



Fuente: Elaboración Propia.

Podemos percibir que, a los 28 días tenemos como resultado para el concreto adicionado **7% de perlas de poliestireno expandido** se obtuvo un **f'c = 200.41 Kg/cm²**.

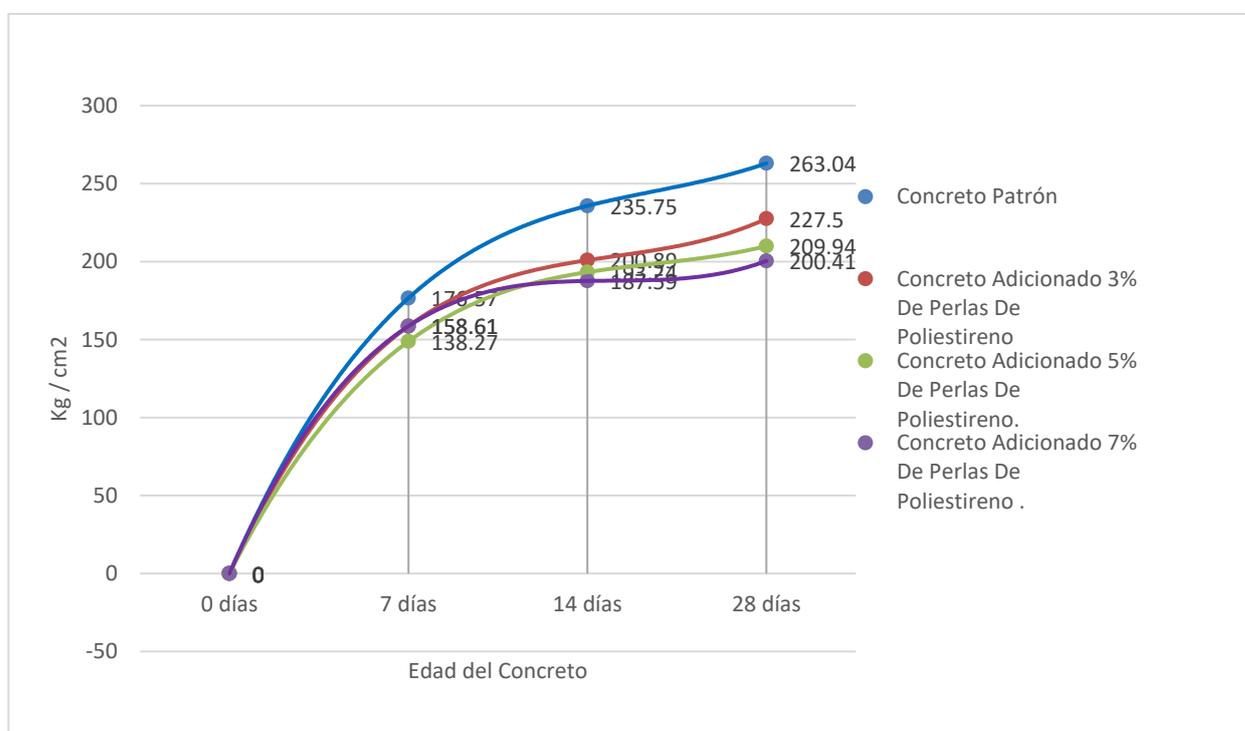
e. Resumen de resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 68: Resumen resistencia a la compresión del concreto.

Resistencia promedios a la compresión del concreto			
Edad	7 días	14 días	28 días
Concreto patrón	176.57 kg/cm ²	235.75 kg/cm ²	263.04 kg/cm ²
Concreto adicionado 3% de perlas de poliestireno.	158.61 kg/cm ²	200.89 kg/cm ²	227.50 kg/cm ²
Concreto adicionado 5% de perlas de poliestireno.	148.81 kg/cm ²	193.24 kg/cm ²	209.94 kg/cm ²
Concreto adicionado 7% de perlas de poliestireno.	138.27 kg/cm ²	187.59 kg/cm ²	200.41 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 41: Resumen resistencia a la compresión del concreto.



Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado obtenemos que la resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto adicionado las perlas de poliestirenos en 3%, 5% y 7% cada una de ellas en diferentes dosificaciones, se aprecia que la máxima resistencia a los 28 días es del concreto patrón con un $f'c = 263.04 \text{ kg/cm}^2$ y una resistencia a los 28 días del concreto adicionado el 3% de perlas de poliestireno con un $f'c = 227.50 \text{ kg/cm}^2$.

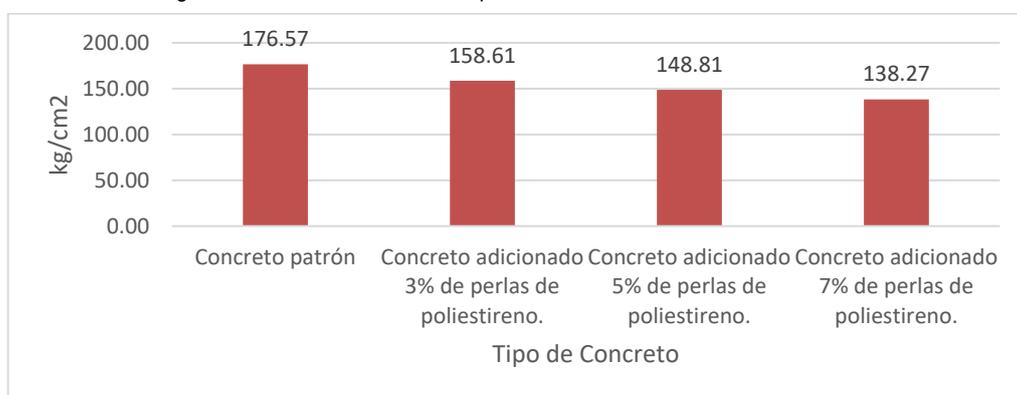
4.1.1.2 Análisis de la resistencia promedio la compresión del concreto de acuerdo a la edad del concreto.

Tabla 69: Resistencia a la compresión del concreto a los 07 días

Edad del concreto.	7 días
Concreto patrón	176.57 kg/cm ²
Concreto adicionado 3% de perlas de poliestireno.	158.61 kg/cm ²
Concreto adicionado 5% de perlas de poliestireno.	148.81 kg/cm ²
Concreto adicionado 7% de perlas de poliestireno.	138.27 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 42: Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días



Fuente: Elaboración Propia.

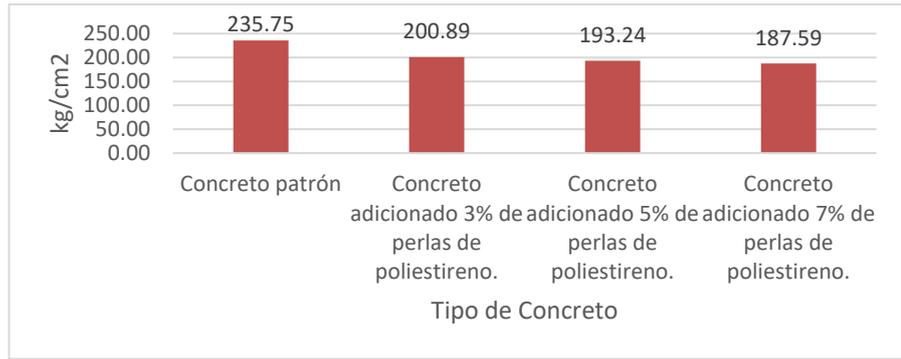
Podemos percibir que, a los **7 días** tenemos como resultado para el concreto adicionado **3% de perlas de poliestireno expandido**, se obtuvo un **f'c = 158.61 Kg/cm²**.

Tabla 70: Resistencia a la compresión del concreto de acuerdo a los 14 días

Edad del concreto.	14 días
Concreto patrón	235.75 kg/cm ²
Concreto adicionado 3% de perlas de poliestireno.	200.89 kg/cm ²
Concreto adicionado 5% de perlas de poliestireno.	193.24 kg/cm ²
Concreto adicionado 7% de perlas de poliestireno.	187.59 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 43: Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días



Fuente: Elaboración Propia.

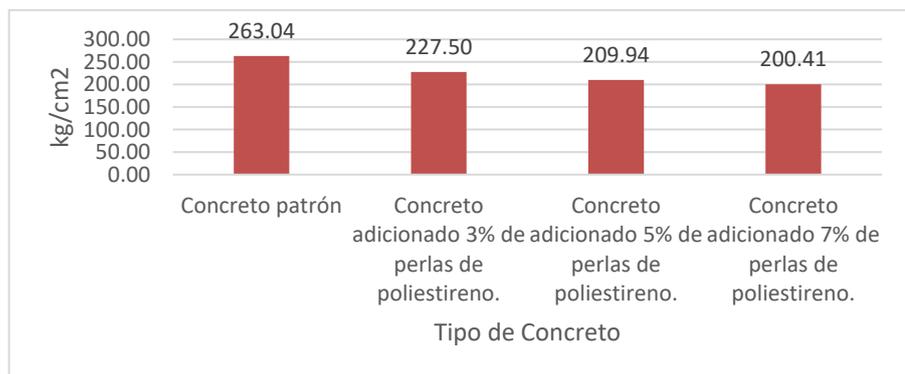
Podemos percibir que, a los **14 días** tenemos como resultado para el concreto adicionado **3% de perlas de poliestireno expandido**, se obtuvo un **f'c = 200.89 Kg/cm²**.

Tabla 71: Resistencia a la Compresión Del Concreto de Acuerdo a los 28 días.

Edad del concreto.	28 días.
Concreto patrón	263.04 kg/cm ²
Concreto adicionado 3% de perlas de poliestireno.	227.50 kg/cm ²
Concreto adicionado 5% de perlas de poliestireno.	209.94 kg/cm ²
Concreto adicionado 7% de perlas de poliestireno.	200.41 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 44: Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días



Fuente: Elaboración Propia.

Podemos percibir que, a los **28 días** tenemos como resultado para el concreto adicionado **3% de perlas de poliestireno expandido**, se obtuvo un **f'c = 227.50 Kg/cm²**.

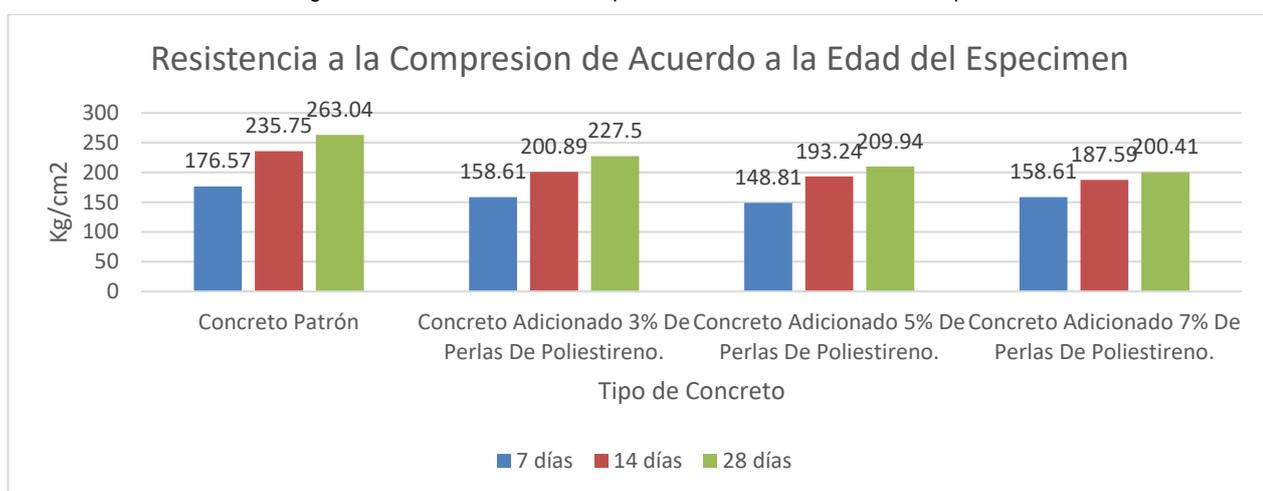
a. Resumen de resistencia a la compresión del concreto de acuerdo a su edad.

Tabla 72: Resumen resistencia a la compresión del concreto.

Edad del concreto.	7 días	14 días	28 días
Concreto patrón	176.57 kg/cm ²	235.75 kg/cm ²	263.04 kg/cm ²
Concreto adicionado 3% de perlas de poliestireno.	158.61 kg/cm ²	200.89 kg/cm ²	227.50 kg/cm ²
Concreto adicionado 5% de perlas de poliestireno.	148.81 kg/cm ²	193.24 kg/cm ²	209.94 kg/cm ²
Concreto adicionado 7% de perlas de poliestireno.	138.27 kg/cm ²	187.59 kg/cm ²	200.41 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 45: Resistencia a la compresión de acuerdo a la edad del espécimen



Fuente: Elaboración Propia

Las adiciones de 3%, 5% y 7% de perlas de poliestireno al concreto en todos los casos se ve que disminuyen la resistencia a la compresión en igual proporción que la disminución de su peso.

Como se puede apreciar líneas arriba se pudo determinar la resistencia a la compresión de los testigos experimentados a 7, 14, 28 días, del concreto patrón como concreto adicionado perlas de poliestireno a 3%, 5% y 7%. El grafico N° 09 se puede apreciar los resultados obtenidos ante 30 muestras experimentadas, donde el Slump ha sido entre 3" y 4".

Tabla 73: Resumen de la resistencia a la compresión de concreto mezclado con perlas de poliestireno.

Edad del concreto.	Variación porcentual					
	7 días (kg/cm ²)	%	14 días (kg/cm ²)	%	28 días (kg/cm ²)	%
Concreto patrón	176.57	100.00%	235.75	100.00%	263.04	100.00%
Concreto adicionado 3% de perlas de poliestireno.	158.61	89.83%	200.89	85.21%	227.50	86.49%
Concreto adicionado 5% de perlas de poliestireno.	148.81	84.28%	193.24	81.97%	209.94	79.81%
Concreto adicionado 7% de perlas de poliestireno.	138.27	78.31%	187.59	79.57%	200.41	76.19%

Fuente: Elaboración Propia

b. Cotejo del Slump del concreto patrón y el concreto adicionado perlas de poliestireno 3%, 5%, y 7%

Tabla 74: Resumen Comparación de Slump del concreto.

Descripción	Slump				Parámetros
	Primera	Segunda	Tercera	Promedio	
Patrón	7.0	6.9	6.7	6.9	2.7 Mezcla plástica
3% adición	4.8	5.0	4.9	4.9	1.9 Mezcla seca - plástica
5% adición	3.7	4.0	3.9	3.9	1.5 Mezcla seca
7 % adición	1.7	1.8	1.7	1.7	0.7 Mezcla muy Seca

Fuente: Elaboración Propia

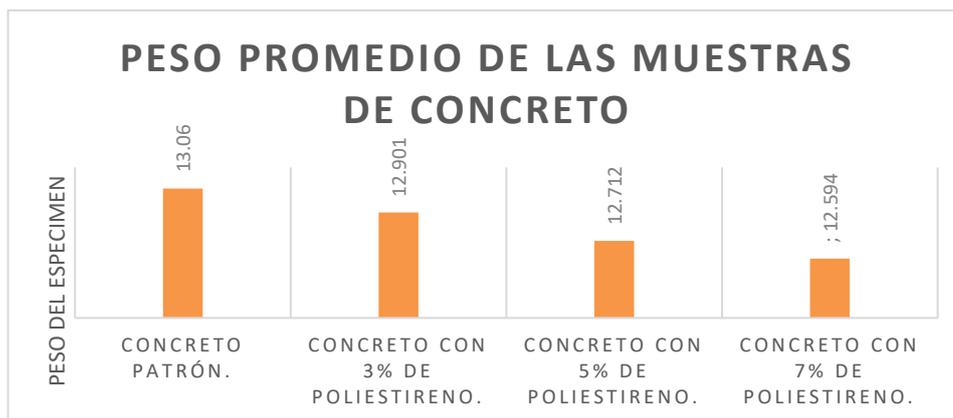
c. Cotejo de los pesos de las probetas del concreto patrón y el concreto adicionado perlas de poliestireno 3%, 5%, y 7%

Tabla 75: Resumen Comparación Pesos de Concreto.

Descripción	Peso (kg)			Promedio
Concreto Patrón.	13.06	13.061	13.059	13.06
Concreto con 3% de Poliestireno.	12.902	12.899	12.901	12.901
Concreto con 5% de Poliestireno.	12.712	12.713	12.711	12.712
Concreto con 7% de Poliestireno.	12.611	12.559	12.613	12.594

Fuente: Elaboración Propia

Figura 46: Peso de los especímenes de concreto.



Fuente: Elaboración Propia

4.2 Contrastación de Hipótesis y Prueba de hipótesis

La Hipótesis planteada en la Investigación es:

A. Hipótesis:

“Existe influencia significativa de las perlas de poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huánuco.”

B. Análisis.

De acuerdo a las tablas de resúmenes de los ensayos realizados, se verificó que los muestras de Concreto patrón varían tanto en su capacidad de resistencia a la compresión como a su peso propio cuando se incrementa en proporciones del 3 %, 5 % , y 7 % de perlas de poliestireno expandido, esto es evidente en el gráfico 6 y en el gráfico 10, en las cuales se logra ver la variación, respecto del concreto patrón de las diferentes resistencias a la compresión y a en función del porcentaje de perlas de poliestireno agregado así como en función de la edad del concreto. Los márgenes mínimos resistencias que se estipula en la Norma Técnica Peruana 399.600 y Norma Técnica Peruana 399.602 han sido superadas, por lo que puede ser usado tanto como unidad de

albañilería no estructural y estructural, puesto que cumplen los requisitos de resistencia.

Por consiguiente, se demuestra la influencia de las perlas de poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto de 260 kg/cm² de manera que estas disminuyen en su resistencia a la compresión, pero están dentro de la normatividad vigente para ser usada como concreto para la construcción de elementos no estructurales de preferencia pues cumplen con las normas peruanas vigentes, por lo que se confirma la hipótesis planteada en esta investigación.

También como fuente de en la tabla 72 se refleja claramente el Peso de las muestras de acuerdo a los porcentajes de poliestireno y la influencia en el peso es significativo la que respecto del concreto patrón que tiene el peso promedio de 13.060 kg y del concreto con 7% de poliestireno el que tiene 12.594kg. lo cual también es evidencia de la influencia del poliestireno tanto en la resistencia y en el aligeramiento del peso del concreto por unidad de volumen.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente pesquisa tiene como objetivo general “Conocer la influencia de las Perlas de Poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 260 \text{ kg/cm}^2$. en la ciudad de Huánuco.” Basada en investigaciones anteriores tales como la de Alejandro Montes y Viviana Quiñones, 2011, realizada en la Universidad Nueva Esparta, Caracas en su investigación “Incidencia del Poliestireno Expandido Reciclado y la Fibra de Polipropileno en la Resistencia a Compresión del Concreto Para un Diseño de Mezcla con $F'c 250 \text{ kg/Cm}^2$ ” en la que se estudió la influencia que tiene el poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión del concreto para un diseño de mezcla de 250 kg/cm^2 para la cual se realizaron probetas cilíndricas con concreto mezclado en obra con un trompo de 60lts aproximadamente y se logró tener un resultado significativo al momento de ser sometidos a esfuerzos de compresión pura. Sirvió de gran aporte puesto que sus resultados eran esperados para el concreto de 250 kg/cm^2 y se puede evidenciar que los valores se comportan de manera semejante a la presente investigación.

Los resultados esperados en la presenta investigación nos permite diseñar diferentes elementos estructurales y no estructurales, y como en los Autores: Luisana Espinoza y Edgar Méndez, 2012, realizada en la Universidad Rafael Urdaneta, Facultad de ingeniería civil, Escuela de ingeniería civil, Maracaibo, en su investigación “Compresión De Bloques De Concreto Tipo C Con Y Sin La Adición De Fibra Sintética.” Nos permite verificar que los resultados esperados al momento de proponer la elaboración de bloques tipo C.

Cabe citar también a Villanueva y Yaranga (2015) en su investigación “Estudio De La Influencia De Fibras De Polipropileno Provenientes De Plásticos Reciclados En Concretos De $F'c = 210 \text{ Kgcm}^2$ En El Distrito De Lircay Provincia De Angaraes, Región Huancavelica”, en la cual. Al comparar los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión de muestras que contienen fibras de polipropileno y muestras sin fibras de polipropileno, se puede observar que la resistencia a la

compresión de las muestras que utilizan fibras de polipropileno mejora en un 13,94%. La mejor resistencia se logra agregando 10% de fibra de polipropileno. Esto se debió a las condiciones establecidas por los investigadores, ya que la tasa más alta de resistencia es del 3%. De manera similar, las estimaciones de costos pueden mostrar que la diferencia entre el costo por m³ de concreto procesado sin fibras y el costo por m³ de concreto preparado con fibras es del 68% para el concreto.

Hipótesis:

“Existe influencia significativa de las Perlas de Poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 260\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Huánuco.”

Lo cual se verifica en los gráficos de resúmenes de los ensayos realizados, se verificó que las resistencias de las muestras de Concreto patrón varían tanto en su capacidad de resistencia a la compresión como a su peso propio cuando se incrementa en proporciones del 3%, 5%, y 7% de perlas de poliestireno expandido, esto es evidente en el gráfico 5 y en el gráfico 9, los márgenes mínimos resistencias estipuladas en la norma NTP 399.600 y NTP 399.602 han sido superadas, por lo que puede ser usado tanto como unidad de albañilería no estructural y estructural, puesto que cumplen los requisitos de resistencia con lo se confirma la hipótesis planteada en la investigación.

CONCLUSIONES

Mediante la presente investigación se ha demostrado que es posible diseñar y fabricar el concreto de 260 kg/cm², así como es factible la dosificación y la selección de materiales sin presentar inconveniente alguno, también se ha demostrado que es posible diseñar y fabricar concreto de 260 Kg/cm² y mezclarlo con diferentes porcentajes de perlas de poliestireno expandido, tanto en la selección de los materiales, en la dosificación y en la creación de las probetas para las pruebas de resistencia a la compresión.

Se evidenció que los materiales empleados para el diseño de concreto de $f'c=260\text{kg/cm}^2$ son como **concreto patrón** (cemento igual a 354.671 kg/m³ más agregado fino igual a 896.312 kg/m³ más agregado grueso igual a 891.949 kg/m³ más agua igual a 220.486lt.), **concreto adicionado 3% de perlas de poliestireno** adicionado al concreto patrón (300 gr/m³), **concreto adicionado 5% de perlas de poliestireno** adicionado al concreto patrón (500 gr/m³), **concreto adicionado 7% de perlas de poliestireno** adicionado al concreto patrón (700 gr/m³)

Se evidenció una pérdida de resistencia en las probetas conforme mayor era el porcentaje de perlas de poliestireno, este enunciado se confirma en los gráficos 2, 3 y 4. En las que cuando él se incrementa en un 3% la resistencia disminuye 89.83% a los 7 días, 85.21% a los 14 días y 86.49% a los 28 días, respecto al porcentaje de incremento del 5% la pérdida de la resistencia se evidencia en un 84.28% a los 7 días, 81.97% a los 14 días y 79.81% a los 28 días, finalmente respecto al 7% en el incremento de las perlas de Poliestireno en la mezcla la pérdida de resistencia es de 89.83% a los 7 días, 79.57% a los 14 días y 76.19% a los 28 días.

RECOMENDACIONES.

Al momento de realizar el diseño de mezcla con perlas de poliestireno se recomienda se tenga en consideración las tablas de resistencias obtenidas durante la presente investigación para poder destinar adecuadamente las resistencias de acuerdo al elemento diseñado.

Realizar un análisis comparativo de las resistencias del concreto con agregado fino de distintas canteras de extracción, con la finalidad de identificar aquella que cuente propiedades capaces de mejorar la resistencia a la compresión simple y ahorrar en materiales.

Ampliar futuras investigaciones usando otras dosificaciones y otras canteras y en elementos que donde se necesiten aligerar la el peso; también verificar el uso en concreto permeable para usos específicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

TESIS

1. León, J. G. (2013). Diseño, fabricación y ensayo de una losa unidireccional de hormigón liviano con poliestireno expandido reciclado modificado para fines habitacionales, Trabajo de Grado para optar el Título de Ingeniero Civil en Obras Civiles. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Valdivia, Chile.
2. Zamora, L. P. (2015). Diseño de un bloque de concreto celular y su aplicación como unidad de albañilería no estructural. Trabajo Especial de Grado para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería Civil. Cajamarca, Perú
3. Quezada, P. E. (2010). Estudio técnico y económico para la elaboración de bloques de hormigón liviano en base a poliestireno expandido. Memoria para optar al título de Ingeniero en Construcción. Universidad de Talca, Facultad de ingeniería Escuela de Ingeniería en Construcción. Curicó, Chile.
4. Ninasquiche, Y. N. (2010). "Uso del Concreto Celular en unidades de albañilería no estructural", Tesis de Título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

LIBROS Y PUBLICACIONES

1. Abanto Castillo, F. (s.f.). Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas). Lima: San Marcos.
2. American Concrete Institute. (1980). Manual of Concrete Practice, Part 1. WASHINGTON, D.C.: Redford Station.
3. Aragón Masís, S. (2006). Manual de elaboración de concreto en obra. San José, Costa Rica: ICCYC.
4. Aragón Masís, S., & Solano Jiménez, J. (2006). Manual de consejos prácticos sobre el concreto. San José, Costa Rica: ICCYC.
5. CENTRUM-Centro de Negocios. (26 de mayo de 2010). Reporte Financiero Burkenroad Perú. Sector Cementero del Perú. Lima, Perú: Paper.
6. Cerruto Anibarro, F., & Vargas Roca, S. A. (2011). Corrección por esponjamiento de la arena en las dosificaciones volumétricas. La Paz, Bolivia: UMSA
7. Chema. (19 de noviembre de 2014). Aditivos y productos para la construcción. Obtenido de Chema. Calidad que construye: <http://www.chema.com.pe/>.
8. Department of Defense. (s.f.). American Society for Testing and Materials (ASTM).
9. United States.
10. Dicovski Riobóo, L. M. (2012). Estadística Básica para Ingenieros. Estelí, Nicaragua: UNI Norte.
11. DINO. (2010). Agregados para Concreto; Gestión de Calidad y Mejora Continua. Lima.
12. Giraldo Bolívar, O. (1991). Control de calidad y uso de aditivos químicos en el hormigón.
13. Colombia: UNAL-Medellín.
14. Gonzáles de la Cotera, M. (Setiembre de 1993). Mantenimiento de pavimentos de concreto. El concreto fast track en reparación y rehabilitación de pavimentos. Lima, Perú: Paper.

15. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1997). Metodología de la Investigación. Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A.
16. INDECOPI. (s.f.). Norma Técnica Peruana (NTP). Lima, Perú.
17. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (1999). Manual para supervisar obras de concreto ACI311. México: IMCYC.
18. Jiménez, P., García, Á., & Morán, F. (2000). Hormigón Armado. Barcelona: Gustavo Gili, SA.
19. Juan Guillermo León. (2013). Diseño, fabricación y ensayo de una losa unidireccional de hormigón liviano con poliestireno expandido reciclado modificado para fines habitacionales. Valdivia.
20. Kan y Dermiboga. (2009). Recycled Aggregate in Concrete: Use of Industrial,
21. construction and Demolition Waste. Springer.
22. Laura Huanca, S. (Marzo de 2006). Diseño de mezclas de concreto. Puno, Perú: Paper. Lezama Leiva, J. L. (1996). Tecnología del Concreto. Cajamarca: UNC.
23. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. (2011). Normas para Materiales y Ensayos de Materiales. Paraguay.
24. Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). Concrete Technology. England: Pearson.
25. ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN - ONNCCE. (2004). INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - CONCRETO (NMX-C-155). México, D.F.: MÉXICO MMV.
26. Pasquel Carbajal, E. (1998). Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Lima: CIP.
27. Portland Cement Association. (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Estados Unidos: PCA.
28. Portugal Barriga, P. (2007). Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. Arequipa.
29. Primi, A., & León, O. (2012). Resistencia a compresión a los 28 días de cilindros de concreto húmedos y secos para un $f'c$ 250kg/cm². Obtenido de <http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2301-12-05298.pdf>

30. Quiroz Crespo, M. V., & Salamanca Osuna, L. E. (2006). Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje en la Asignatura de "Tecnología del Hormigón".
31. Cochabamba, Bolivia: UMSS.
32. Rey Carrillo, G. A. (s.f.). Diseño de Mezclas. PROPISOS S.A.
33. Rivera López, G. A. (s.f.). Concreto Simple. Cauca, Colombia: Universidad del Cauca.
34. Rivva López, E. (1992). Tecnología del Concreto. Diseño de Mezclas. Lima: UNI.
35. Rivva López, E. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: ICG.
36. Rivva López, E. (2002). Concretos de Alta Resistencia. Lima: ICG.
37. Rivva López, E. (2004). Control del Concreto en Obra. Lima: ICG.
38. Rodríguez Ríos, J. A. (mayo de 2013). Diplomado en Residencia, Supervisión y Seguridad en Obras. Tecnología del Concreto. Ancash, Chimbote, Perú: Kaizen.
- Romo Proaño, M. (s.f.). Temas de Hormigón Armado. Ecuador.
39. Sánchez de Guzmán, D. (1997). Tecnología y Propiedades. Colombia: Asocreto.
40. Sánchez Sabogal, F. (2005). Glosario de Ingeniería de Pavimentos. Bogotá, Colombia:
41. Universidad del Cauca.
42. Santiago Patricio, E. (2011). Diferentes tipos de aditivos para el concreto. Obtenido de
43. <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30367/1/SantiagoPatricio.pdf>
44. Segnini, S. (2008). Fundamentos de Bioestadística. Mérida, Venezuela: Univ. de Los
45. Andes.
46. The Chemical Company. (2009). Hormigón de altas resistencias iniciales. BASF.

ANEXOS

(ANEXO N° 01)
RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 823-2020-D-FI-UDH

Huánuco, 27 de noviembre de 2020

Visto, el Oficio N° 571-2020-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente S/N, del Bach. **Cristian Jesús, ROJAS ROSAS**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° S/N, presentado por el (la) Bach. **Cristian Jesús, ROJAS ROSAS**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, y;

Que, con Resolución N° 455-2018-D-FI-UDH, de fecha 14 de mayo de 2018, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. **Cristian Jesús, ROJAS ROSAS** a la Mg. Ericka Selene García Echevarría; la misma que desiste a dicho asesoramiento, por motivos de salud, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 455-2018-D-FI-UDH, de fecha 14 de mayo de 2018.

Artículo Segundo.- **DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Cristian Jesús, ROJAS ROSAS** al Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Johnny Prudencio Jacha Rojas
Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Berchú Campos Ríos
Mg. Berchú Campos Ríos
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIC- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/PPJR/slo

(ANEXO N° 02)
RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 243-2019-CF-FI-UDH

Huánuco, 08 de Abril de 2019

Visto, el Oficio N° 243-2019-C-EAPIC-FI-UDH del Coordinador Académico de Ingeniería Civil, referente a **Cristian Jesús, ROJAS ROSAS**, del Programa Académico Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 885-19, del Programa Académico de Ingeniería Civil, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por **Cristian Jesús, ROJAS ROSAS** ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 243-2019-C-EAPIC-FI-UDH, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad Extraordinario de fecha 8 de Abril del 2019 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- APROBAR, el Proyecto de Investigación y su ejecución intitulado:

"INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'_c=260$ kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2019" representado por **Cristian Jesús, ROJAS ROSAS**, del Programa Académico de Ingeniería Civil

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
COMITÉ DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - EAPIC - CGT - Asesor - Exp. Graduando - **Inversista** - Archivo

(ANEXO N° 03)
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TESIS: “INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'c= 260 \text{ kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2019”

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL.	OBJETIVO GENERAL.			NIVELES DE INVESTIGACIÓN
¿Cómo influye la incorporación de las Perlas de Poliestireno expandido en la Resistencia a la compresión del concreto de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$.en la ciudad de Huánuco?	Conocer la influencia de las Perlas de Poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$. en la ciudad de Huánuco.	Existe influencia significativa de las Perlas de Poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$.en la ciudad de Huánuco.		Correlacional
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS			ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN La investigación pertenece al enfoque Cuantitativo,
1. ¿Cuáles son los materiales adecuados para un diseño de mezcla de concreto de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$ con perlas de Poliestireno expandido?	1. Seleccionar los materiales para el diseño de mezcla de concreto de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$.			INDEPENDIENTE Perlas de Poliestireno expandido
2. ¿Cuál es el procedimiento para elaborar el concreto de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$ adherido con el 3%, 5% y 7% de concreto y perlas de poliestireno expandido, para ser expuestas a la compresión en 7, 14 y 28 días?	2. Elaborar el concreto de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$ adherido con el 3%, 5% y 7% perlas de Poliestireno expandido, para ser expuestas a la compresión en 7, 14 y 28 días.	DEPENDIENTE Resistencia a la compresión del concreto de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$.	POBLACIÓN Testigos de Concreto a base de Perlas de Poliestireno expandido	
3. ¿Cuáles son las Resistencias a la compresión del concreto elaborado de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$ con perlas de Poliestireno expandido?	3. Determinar la resistencia a la compresión del concreto de $f'c= 260\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Huánuco elaborado con perlas de Poliestireno expandido.		MUESTRA El método de muestreo consiste en la elección por métodos no aleatorios, indicando que la muestra es igual a la población; es decir, las características son similares a las de la población objetivo. En este tipo de muestra la “representatividad” la determina el investigador de modo subjetivo, siendo este el mayor inconveniente del método ya que no podemos cuantificar la representatividad de la muestra.	

(ANEXO N° 04)

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO Fc=280 kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUANOCAO - 2019"

UBICACIÓN: HUANOCAO - HUANOCAO
 SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS
 FECHA: 28/05/2019

INFORME CEGPYM-FICA 2019-N°036, pag. 01 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRÓNICA: 6091-607

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
 NTP 339-034 (Concreto, Método de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)

2. Objeto:

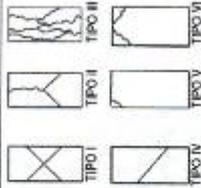
Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3. Materiales:

Cilindros de concreto de 6" x 12"

4. Equipo:

Prensa Digital ACCU-TEK 280, (Marca: Ets International).



5. Resultados:

N°	Identificación	Descripción del Elemento	F _c (kg/cm ²) Especificado	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO						Peso de Calado (Kg)	Máximo Corpe de Prueba (Kg)	Edad (Días)	F _u Fuerza Absoluta (Kg/cm ²)	Tipo de Falso
						Diámetro superior D1 (cm)	Diámetro inferior D2 (cm)	Diámetro promedio D3 (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)						
01	M1	PROBETA - 0%	280	08/05/19	15/05/19	15.30	15.40	15.33	184.66	30.15	13.061	33580.00	7	181.85	TIPO V	
02	M2	PROBETA - 0%	280	08/05/19	15/05/19	15.40	15.30	15.33	184.66	30.10	13.059	32156.00	7	174.14	TIPO IV	
03	M3	PROBETA - 0%	280	08/05/19	15/05/19	15.30	15.30	15.30	183.85	30.30	13.060	31940.00	7	173.72	TIPO V	

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Omsa Fernández Camacho
 COORDINADORA GENERAL

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Antonio Domínguez Molino
 DIRECTOR GENERAL



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PEARLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO f'c=260 kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2019"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS

FECHA: 28/08/2019

INFORME CEGPYEM-FICA 2019-N°036, pag. 02 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRÓNICA: E001-937

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
NTP 338.034 (Concreto, Método de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto)

2. Objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3. Materiales:

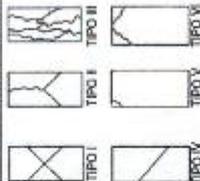
Cilindros de concreto de 6" x 12".

4. Equipo:

Presna Digital ACCU-TEK 250. (Marca: Ee Internacional)

5. Resultados:

N°	Identificación	Descripción del Alimento	f'c Esperado	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO				Área Anular (cm ²)	Peso de Cilindro (Kg)	Módulo Elástico de Prueba (kgf)	Esfuerzo Absoluto (kg/cm ²)	Esfuerzo Relativo (kg/cm ²)	Tipo de Fractura
						Diámetro superior D1 (cm)	Diámetro inferior D2 (cm)	Diámetro promedio D3 (cm)	Diámetro promedio D4 (cm)						
04	M4	PROBETA - 0%	260	08/05/19	22/05/19	15.25	15.20	15.15	15.20	181.46	13.065	42100.00	232.01	14	TIPO IV
05	M5	PROBETA - 0%	260	08/05/19	22/05/19	15.25	15.20	15.20	15.25	182.65	13.059	43540.00	238.37	14	TIPO IV
06	M6	PROBETA - 0%	260	08/05/19	22/05/19	15.20	15.15	15.20	15.18	181.06	13.063	42890.00	236.88	14	TIPO IV



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

[Signature]
Ing. Antonio Dominguez Martinez
DIRECTOR CEGPYEM-FICA



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PEARLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO $f_c=280$ kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2019"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS

FECHA: 28/06/2019

INFORME CEGPYM-FICA 2019-N°036, pag. 03 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRÓNICA: 6004-507

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
MTP 339.034 (Concreto, Metodo de ensayo para estuero a la compresion de muestras cilindricas de concreto.)

2. Objeto:

Determinar la resistencia a la compresion de especimenes cilindricos de concreto.

3. Materiales:

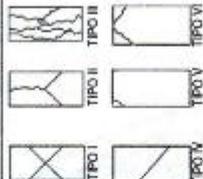
Cilindros de concreto de 6" x 12"

4. Equipo:

Prensa Digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International)

5. Resultados:

N° Identificación	f _c (kg/cm ²) Esperado	Asesoría del Alumno	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO						Peso de Cilindro (Kg)	Módulo de Elasticidad de Prueba (kgf/cm ²)	Efecto Absoluta (Dist)	Efecto Relativo (Relat)	Tipo de Falla
					Diámetro superior D1 (cm)	Diámetro inferior D2 (cm)	Diámetro promedio D3 (cm)	Área (cm ²)	Alto (cm)	Diámetro promedio D4 (cm)					
07 M7	280	PROBETA - 0%	07/05/19	04/06/19	15.20	15.20	15.20	182.26	30.50	13.070	48170.00	28	264.30	TIPO IV	
08 M8	280	PROBETA - 0%	07/05/19	04/06/19	15.20	15.20	15.18	181.06	30.60	13.067	47200.00	28	260.69	TIPO IV	
09 M9	280	PROBETA - 0%	07/05/19	04/06/19	15.40	15.40	15.40	186.27	30.60	13.060	49200.00	28	264.14	TIPO IV	



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Omar Luis Rodríguez Camargo
COORDINADOR TÉCNICO PARA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Antonio Domínguez Viqueo
DIRECTOR CEGPYM-FICA



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PEARLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO (c=280 kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUAMUCO - 2019".

UBICACIÓN: HUAMUCO - HUAMUCO

SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS

FECHA: 28/06/2019

INFORME CEGPYEM-FICA 2019-N°036, pag. 04 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRONICA: ED01-307

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
 NTP 339.034 (Concreto), Mexico de ensayo para a estuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)

2. Objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3. Materiales:

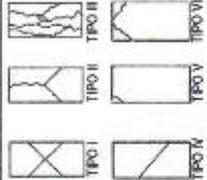
Cilindros de concreto de 6" x 12".

4. Equipo:

Prensa Digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ela International).

5. Resultados:

N°	Identificación	Incorporación del Aditivo	F _c Esperado (kg/cm ²)	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO				Pesa de Cilindro (kg)	Máxima Carga de Prueba (kg)	Falta (kN)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Tipo de Falla		
						D ₁ (cm)	D ₂ (cm)	D ₃ (cm)	Dist. entre prob.						Área (cm ²)	Altura (cm)
01	M1	PROBETA - 3%	280	15/05/19	22/05/19	15.20	15.20	15.08	15.16	180.50	30.15	12.902	28690.00	7	158.94	TIPO IV
02	M2	PROBETA - 3%	280	15/05/19	22/05/19	15.10	15.20	15.25	15.18	181.06	30.10	12.859	27700.00	7	152.99	TIPO IV
03	M3	PROBETA - 3%	280	15/05/19	22/05/19	15.00	15.15	15.15	15.19	179.08	30.30	12.901	29450.00	7	163.89	TIPO IV



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Marcelo Domínguez Magillo
 DIRECTOR CEGPYEM-FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Omar González Castañeda
 COORDINADOR CEGPYEM-FICA



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f_c=280$ kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUANO-CO - 2019"

UBICACIÓN: HUANO-CO - HUANO-CO

SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS

FECHA: 28/06/2019

INFORME CEGPYM-FICA 2019-N°036, pag. 05 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRÓNICA: E001-507

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
 NTP 335.034 (Concreto, Método de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)

2. Objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3. Materiales:

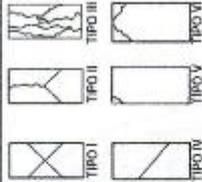
Cilindros de concreto de 6" x 12".

4. Equipo:

Prensa Digital ACCU-TEK 250 (Marca: Ele International).

5. Resultados:

N°	Identificación	Descripción del Cilindro	F _c (kg/cm ²) Esperado	Fecha de Muestreo	Fecha de Batareo	DIMENSIONES DEL CILINDRO					Área (cm ²)	Peso de Cilindro (kg)	Máxima Carga de Prueba (kgf)	Flecha (Micra)	Esfuerzo Absoluto (kg/cm ²)	Tipo de Falla
						Diámetro superior D1 (cm)	Diámetro inferior D2 (cm)	Diámetro inferior D3 (cm)	Diámetro prom. (cm)	Alto (cm)						
04	M4	PROBETA - 3%	280	14/05/19	28/05/19	15.10	15.20	15.25	15.18	30.15	181.06	12.910	37280.00	14	205.90	TIPO IV
05	M5	PROBETA - 3%	280	14/05/19	28/05/19	15.30	15.20	15.15	15.22	30.10	181.86	12.907	36690.00	14	201.75	TIPO V
06	M6	PROBETA - 3%	280	14/05/19	28/05/19	15.20	15.25	15.30	15.25	30.30	182.65	12.901	35620.00	14	195.01	TIPO IV



Antonio Dominguez
 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Omar González Camacho
 COMITÉ DE GESTIÓN DE CALIDAD

Antonio Dominguez
 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Antonio Dominguez Aragón
 DIRECTOR DEPROCESA - FICA



"Año de la lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
HUANUCO - PERÚ

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO f'c=280 kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2019"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS

FECHA: 28/06/2019

INFORME CEGPYEM-FICA 2019-N°036, pag. 06 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRÓNICA: E004-507

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens);
NTP 339.034 (Concreto, Método de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras o fichas de concreto.)

2. Objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3. Materiales:

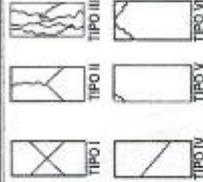
Cilindros de concreto de 6" x 12"

4. Equipo:

Presna Digital ACCU-TEX 250 (Marca: Ele International).

5. Resultados:

N° de Identificación	Descripción del Elemento	f'c (kg/cm ²) Esperado	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO				Área (cm ²)	Peso de Cilindro (Kg)	Máxima Carga de Prueba (Kg)	Edad (Días)	Ejemplar abatido (kg/cm ²)	Tipo de Falla
					Diámetro superior (D1) (cm)	Diámetro inferior (D2) (cm)	Diámetro promedio (D3) (cm)	Altura (cm)						
07 M7	PROBETA - 3%	280	14/05/19	11/06/19	15.20	15.20	15.10	15.17	180.66	30.15	41340.00	28	228.82	TIPO IV
08 M8	PROBETA - 3%	280	14/05/19	11/06/19	15.20	15.10	15.30	15.20	181.46	30.10	41870.00	28	230.74	TIPO IV
09 M9	PROBETA - 3%	280	14/05/19	11/06/19	15.00	15.25	15.20	15.15	180.27	30.30	40190.00	28	222.95	TIPO IV




 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Omar Gamales
 Co-Regulador de Profesión


 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Antonio Domínguez
 DIRECTOR CEGPYEM-FICA



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f_c=260 \text{ kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2019"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO
 SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS
 FECHA: 28/06/2019
 INFORME CEGPYEM-FICA 2019-N°036, pag. 07 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRÓNICA: E001-507

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
 NTP 338.034 (Concreto, Método de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)

2. Objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3. Materiales:

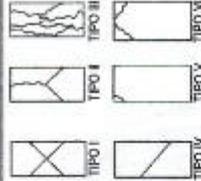
Cilindros de concreto de 8" x 12"

4. Equipo:

Presna Digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International)

5. Resultados:

N°	Identificación	Incorporación del Fibrado	f _c (kg/cm ²) Esperado	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO				Peso de Cilindro (kg)	Módulo Elástico de Prueba (kgf/cm ²)	Edad (Días)	Tipo de Falla
						Diámetro superior D1(cm)	Diámetro inferior D2(cm)	Diámetro medio D3(cm)	Distancia entre puntos (cm)				
01	M1	PROBETA - 5%	260	16/05/19	23/05/19	15,00	15,20	15,08	15,09	176,92	30,15	7	TIPO IV
02	M2	PROBETA - 5%	260	16/05/19	23/05/19	15,10	15,07	14,80	14,99	176,48	30,10	7	TIPO IV
03	M3	PROBETA - 5%	260	16/05/19	23/05/19	15,00	15,15	15,15	15,10	179,08	30,30	7	TIPO IV



COLEGIO PROFESIONAL DE INGENIEROS CIVILES
 HUANUCO - PERU
 Ing. Ormaz González Camacho
 DIRECTOR GENERAL

COLEGIO PROFESIONAL DE INGENIEROS CIVILES
 HUANUCO - PERU
 Ing. Antonio Domínguez Magaña
 DIRECTOR GENERAL



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=260 kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2019"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS

FECHA: 28/06/2019

INFORME CEGPYEM-FICA 2019-N°036, pag. 08 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRÓNICA: E001-507

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)

NTP 339.034 (Concreto, Método de ensayo para estuero a la compresión de muestras cilíndricas de concreto)

2. Objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3. Materiales:

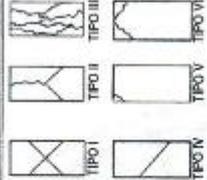
Cilindros de concreto de 6" x 12"

4. Equipo:

Prensa Digital ACCU-TEX 250, (Marca: Ele International).

5. Resultados:

N°	Identificación	Descripción del Alimento	F _c (kg/cm ²) Esperado	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO						Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura		
						Diámetro superior (D1) (cm)	Diámetro inferior (D2) (cm)	Diámetro promedio (Dm) (cm)	Área (cm ²)	Alto (cm)	Peso de Cilindro (Kg)			Peso de Fractura (Kg)	Área de Fractura (Dm ²)
04	M4	PROBETA - 5%	260	16/05/19	30/05/19	15.25	15.20	15.25	182.26	30.15	12.723	35000.00	14	196.43	TIPO V
05	M5	PROBETA - 5%	260	16/05/19	30/05/19	15.10	15.20	15.13	179.87	30.10	12.709	34740.00	14	193.14	TIPO V
06	M6	PROBETA - 5%	260	16/05/19	30/05/19	15.20	15.15	15.30	181.86	30.30	12.715	34580.00	14	190.15	TIPO IV



UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZÁN"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
HUANUCO - PERÚ

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Omar González Campos
COORDINADOR CEGPYEM-FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Antonio Domínguez Ingilini
DIRECTOR CEGPYEM-FICA



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO f'c=280 kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2019"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS

FECHA: 28/06/2019

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°036, pag. 09 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRÓNICA: E001-507

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
NTP 335.034 (Concreto, Método de ensayo para esfuerzos a compresión de muestras cilíndricas de concreto.)

2. Objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto

3. Materiales:

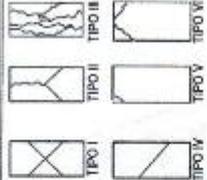
Cilindros de concreto de 6" x 12".

4. Equipo:

Prensa Digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ela International).

5. Resultados:

N°	Designación	Desviación est. Estándar	f'c (kg/cm ²) Especificado	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO						Peso de Cilindro (Kg)	Módulo de Elasticidad de Prueba (Kg/cm ²)	Edad (Días)	Foliarzo Absorbido (kg/cm ²)	Tipo de Falla
						D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro actualizado	Diámetro estándar					
07	M7	PROBETA - 5%	280	16/05/19	13/06/19	15.05	15.20	15.15	15.13	179.87	30.15	12.720	38640.00	28	214.82	TIPO V
08	M8	PROBETA - 5%	280	16/05/19	13/06/19	15.25	15.30	15.20	15.22	181.86	30.10	12.715	37870.00	28	208.24	TIPO IV
09	M9	PROBETA - 5%	280	16/05/19	13/06/19	15.10	15.15	15.13	15.13	179.87	30.30	12.717	37190.00	28	206.76	TIPO IV



**CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**
Ing. Omar Guillot - Jefe
C. Torres - Asistente

**CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**
Ing. Antonio Domínguez - Jefe
C. Torres - Asistente



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PEARLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO f'c=280 kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2019"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS

FECHA: 28/06/2019

INFORME CEGPYEM-FICA 2019-N°036, pag. 10 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRÓNICA: E001-507

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
MTP 330.034 (Concreto, Método de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)

2. Objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3. Materiales:

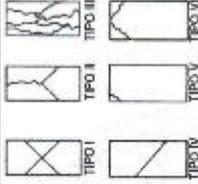
Cilindros de concreto de 6" x 12"

4. Equipo:

Prensa Digital ACCU-TEK 250. (Marca: Ele International).

5. Resultados:

N° Identificación	Descripción del Elemento	f'c Esperado (kg/cm ²)	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO				Peso de Cilindro (Kg)	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	Esfuerzo Absoluto (kg/cm ²)	Tipo de Falla			
					Diámetro superior (mm)	Diámetro inferior (mm)	Diámetro promedio (mm)	Área (cm ²)					Altura (mm)		
01 M1	PROBETA - 7%	280	20/05/19	27/05/19	15.25	15.20	15.10	15.18	181.06	30.35	12.613	25040.00	7	138.30	TIPO IV
02 M2	PROBETA - 7%	280	20/05/19	27/05/19	15.20	15.25	15.20	15.22	181.86	30.10	12.601	24890.00	7	136.87	TIPO IV
03 M3	PROBETA - 7%	280	20/05/19	27/05/19	15.20	15.25	15.25	15.24	182.26	30.30	12.612	25450.00	7	139.64	TIPO IV



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Dr. Omar González Campuzo
Ing. Omar González Campuzo
COORDINADOR CENTRO-SPECIALIZADA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Antonio Domínguez
Ing. Antonio Domínguez
DIRECTOR CENTRO-SPECIALIZADA



"Año de la lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZÁN"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

PLANO: C-11-FC

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO f_c=280 kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2019"

UBICACIÓN: HUÁNUCO - HUÁNUCO
SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS
FECHA: 28/06/2019

INFORME CEGPYEM-FICA 2019-N°036, pag. 11 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRÓNICA: E001-507

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
MIT 339.034 (Concreto. Método de ensayo para estuero a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)

2. Objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3. Materiales:

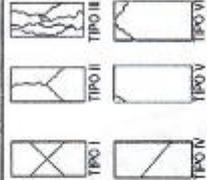
Cilindros de concreto de 6" x 12".

4. Equipo:

Presna Digital ACCU-TEK 250, (Marca: Eie International).

5. Resultados:

N°	Identificación	Descripción del Elemento	f _c (kg/cm ²) Esperado	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO				Diam. prov. (mm)	Área (cm ²)	Alto (cm)	Peso de Cilindro (kg)	Máxima Carga de Prueba (kgf)	Pérd. (Desc)	Esfuerzo Absoluta (kg/cm ²)	Tipo de Fractura
						Diametro sustancia (D1) (mm)	Diametro sustancia (D2) (mm)	Diametro sustancia (D3) (mm)	Diam. (mm)								
04	M4	PROBETA - 7%	280	20/05/19	03/06/19	15.25	15.20	15.20	15.22	181.86	30.15	12.612	34340.00	14	188.83	TIPO IV	
05	M5	PROBETA - 7%	280	20/05/19	03/06/19	15.20	15.15	15.20	15.18	181.06	30.10	12.599	33680.00	14	186.01	TIPO IV	
06	M6	PROBETA - 7%	280	20/05/19	03/06/19	15.20	15.15	15.15	15.17	180.66	30.30	12.611	33950.00	14	187.92	TIPO IV	



Centro Especializado de Geotecnia, Pavimentos y Ensayo de Materiales
 Ing. Omar González Camacho
 C.O.C. N° 10543
 C.O.C. N° 10543



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2019"

UBICACION: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

SOLICITA: ROJAS ROSAS, CRISTIAN JESUS

FECHA: 28/08/2019

INFORME CEGPYEM-FIGA. 2019-Nº036, pag. 12 de 12 - UNHEVAL

FACTURA ELECTRÓNICA: E001-507

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
NTP 300.034 (Concreto, Método de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)

2. Objeto:

Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto

3. Materiales:

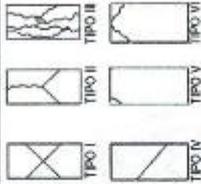
Cilindros de concreto de $6" \times 12"$

4. Equipo:

Prensa Digital ACCUTEK 250; (Marca: Ele Internacional).

5. Resultados:

N°	Identificación	Descripción del Elemento	F _c (kg/cm ²) Esperado	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO						Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (kg/cm ²)	Tipo de Pólio	
						Diámetro superior D1 (cm)	Diámetro inferior D2 (cm)	Diámetro promedio D3 (cm)	Área superior (cm ²)	Área inferior (cm ²)	Área promedio (cm ²)					Altura (cm)
07	M7	PROBETA - 7%	280	20/05/19	17/06/19	15.20	15.20	15.10	15.17	180.66	30.15	12.610	35640.00	28	197.27	TIPO IV
08	M8	PROBETA - 7%	280	20/05/19	17/06/19	15.10	15.15	15.20	15.15	180.27	30.10	12.607	36870.00	28	204.53	TIPO IV
09	M9	PROBETA - 7%	280	20/05/19	17/06/19	15.25	15.15	15.20	15.20	181.46	30.30	12.615	36190.00	28	199.44	TIPO IV



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA,
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Omar González Castañeda
COORDINADOR CENTRAL

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA,
PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Antonio Zuniga Alvarado
DIRECTOR CENTRAL