

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA



Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno
expandido como nuevo material de construcción, distrito de Nueva
Cajamarca – 2019

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR

Alex Jaime Coronel Pérez

ASESOR

Christian Edward Ríos Paredes

Nueva Cajamarca – Perú

2021

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor

Nombres	ALEX JAIME
Apellidos	CORONEL PEREZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	77162182
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	CHRISTIAN EDWARD
Apellidos	RIOS PAREDES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	43164616
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0002-6880-7009

Datos del Jurado

Datos del presidente del jurado

Nombres	FELIX GERMAN
Apellidos	DELGADO RAMIREZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	22264222

Datos del segundo miembro

Nombres	MAIQUEL
Apellidos	LOPEZ SILVA
Tipo de documento de identidad	Pasaporte <input type="checkbox"/>
Número del documento de identidad	J448546

Datos del tercer miembro

Nombres	DAYMA SADAMI
Apellidos	CARMENATES HERNANDEZ
Tipo de documento de identidad	Pasaporte <input type="checkbox"/>
Número del documento de identidad	J704230

Datos de la obra

Materia*	Bloques, poliestireno expandido, ensayos y diseño.
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Tesis
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil <input type="checkbox"/>
Grado académico o título profesional	Título Profesional <input type="checkbox"/>
Nombre del programa	Ingeniería Civil <input type="checkbox"/>
Código del programa Consultar el listado: enlace	732016

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 005-2022-UCSS-FI/TPICIV

**SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL
FILIAL RIOJA: NUEVA CAJAMARCA**

Los Olivos, 19 de abril de 2022

Siendo las 10:00 horas del 19 de abril de 2022, utilizando los recursos para la videoconferencia disponibles en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se dio inicio a la sustentación de la Tesis:

“Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, Distrito de Nueva Cajamarca – 2019”

Por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

CORONEL PEREZ, ALEX JAIME

Ante el Jurado calificador conformado por el:

Dr. DELGADO RAMÍREZ, Félix German	Presidente
Dr. LOPEZ SILVA, Maiquel	Secretario
Dra. CARMENATES HERNANDEZ, Dayma Sadami	Miembro

Siendo las 11:05 horas, habiendo sustentado y atendido las preguntas realizadas por cada uno de los miembros del jurado; y luego de la respectiva deliberación, el jurado le otorgó la calificación de:

APROBADO

En mérito a la calificación obtenida se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller CORONEL PEREZ, ALEX JAIME el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

En señal de conformidad firmamos,

.....
Dra. CARMENATES HERNANDEZ, Dayma Sadami
Miembro

.....
Dr. LOPEZ SILVA, Maiquel
Secretario

.....
Dr. DELGADO RAMÍREZ, Félix German
Presidente

DEDICATORIA

Primeramente agradecer a Dios, por su acompañamiento en la lucha de mi superación.

A mis padres Luisa Pérez Días y Francisco Coronel Alarcón, por estar allí en los momentos de alegría y tristeza, por estar allí en todo el recorrido de formación profesional.

A mis hermanos José Elder Coronel Pérez, Heli Coronel Pérez, Héctor Regoredo Coronel Pérez, Gilmer Coronel Pérez y Joselito Coronel Pérez por el apoyo total en los buenos y malos tiempos.

A Beca 18 por la oportunidad de brindarme el apoyo en la toda la carrera y la UCSS por las enseñanzas.

Bach. Alex Jaime Coronel Pérez.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera fehaciente a Dios por el acompañamiento en toda la carrera profesional y en toda mi existencia.

A mis amados padres Luisa Pérez Días y Francisco Coronel Alarcón, a mis hermanos, por estar allí establemente con su apoyo decente en cada una de las necesidades de la persona quien les habla, con su ayuda soy la persona de ahora.

A mis profesores de los distintos niveles como inicial, primaria, secundaria y superior, por brindar su conocimiento, asimismo a los amigos, familiares y para una persona muy especial que con sus palabras de superación hicieron de mí una mejor persona.

Bach. Alex Jaime Coronel Pérez.

RESUMEN

La presente investigación denominada: “Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, distrito de Nueva Cajamarca – 2019”, tiene como objetivo general: Evaluar el diseño bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, así mismo se tiene los objetivos específicos: Determinar la dosificación, la resistencia a la compresión y el análisis de precios unitarios que contemplan al diseño; se ha utilizado una metodología de enfoque cuantitativo, cualitativo, de diseño cuasi experimental y un alcance descriptivo, considerando un muestreo no probabilístico por conveniencia de 12 bloques para cada porcentaje de poliestireno expandido, técnicas: observación, cuestionarios y análisis documental; instrumentos utilizados diario de campo, equipos de laboratorio, cámara fotográfica y cuestionarios como registros de información; aplicado una prueba estadística Chi cuadrado, obteniendo resultados como: ensayos de laboratorio, dimensionamiento, dosificación y resistencia a la compresión; llegando a concluir que se logró determinar la dosificación como también se logró determinar sus resistencias a la compresión de los bloques con tratamientos por saturación, aspersion y sin tratamiento, por último se realizó un análisis de precios unitarios (APU) donde los bloques con diferentes porcentajes de poliestireno expandido tienen un costo menor que el convencional.

Palabras clave: Bloques, poliestireno expandido, ensayos y diseño.

ABSTRACT

The present research entitled: "Design of non-structural masonry blocks applying expanded polystyrene as a new construction material, district of Nueva Cajamarca - 2019", has as general objective: Evaluate the design blocks of non-structural masonry applying expanded polystyrene as a new building material, likewise has the specific objectives: determine the dosage, compressive strength and unit price analysis that contemplate the design; it has been used a methodology of quantitative, qualitative, quasi-experimental design approach and a descriptive scope, considering a non-probabilistic sampling by convenience of 12 blocks for each percentage of expanded polystyrene, techniques: observation, questionnaires and documentary analysis; instruments used field diary, laboratory equipment, photographic camera and questionnaires as information records; applied a Chi-square statistical test, obtaining results such as: laboratory tests, sizing, dosage and compressive strength; concluding that it was possible to determine the dosage as well as to determine the compressive strength of the blocks with saturation treatments, spray and without treatment, finally an analysis of unit prices (APU) was performed where the blocks with different percentages of expanded polystyrene have a lower cost than the conventional one.

Keywords: Blocks, expanded polystyrene, tests and design.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Formulación del Problema.....	1
1.1.1. Problema principal.....	3
1.1.2. Problemas secundarios.....	3
1.2. Objetivos de la Investigación.....	3
1.2.1. Objetivo principal.....	3
1.2.2. Objetivos secundarios.....	3
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	4
1.3.1. Justificación de la investigación.....	4
1.3.2. Importancia de la investigación.....	5
1.4. Delimitación del área de Investigación.....	5
1.5. Limitaciones de la Investigación.....	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes internacionales, nacionales y locales.....	6
2.1.1. Internacionales.....	6
2.1.2. Nacionales.....	9
2.1.3. Locales.....	12

2.2.	Bases teóricas.....	12
2.2.1.	Bloques de albañilería	12
2.2.1.1.	Definición.....	13
2.2.1.2.	Clasificación de los bloques.....	13
2.2.1.3.	Materiales para la fabricación de los bloques	16
2.2.1.4.	Proceso de fabricación de bloques	26
2.2.1.5.	Usos de los bloques de concreto	31
2.2.1.6.	Norma E .070 albañilería	32
2.2.1.7.	Albañilería no estructural	34
2.2.2.	Poliestireno expandido	35
2.2.2.1.	Definición.....	35
2.2.2.2.	Proceso de obtención del poliestireno expandido	35
2.2.2.3.	Propiedades del poliestireno expandido (EPS)	36
2.2.2.4.	Usos y aplicaciones del poliestireno expandido.....	38
2.2.3.	Definición de términos	41
CAPITULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN		43
3.1.	Hipótesis principal	43
3.2.	Hipótesis específicas.....	43
3.3.	Variables e indicadores	43
3.3.1.	Variable independiente	43
3.3.2.	Variable dependiente	43
3.4.	Operacionalización de variables	44
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		45
4.1.	Diseño de ingeniería	45
4.2.	Población, muestra y muestreo	46
4.3.	Métodos y técnicas del proyecto.....	47
4.4.	Diseño estadístico	49

4.5. Técnicas y herramientas estadísticas	49
CAPÍTULO V: DESARROLLO EXPERIMENTAL	50
5.1. Pruebas de campo, ensayos, prototipos y modelamiento.....	50
5.1.1. Pruebas de campo	50
5.1.2. Ensayos físicos, mecánicos y químicos del agregado fino en el PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo) – Nueva Cajamarca.....	52
5.1.3. Prototipos.....	60
5.1.4. Modelamiento.....	63
5.2. Aplicación estadística	67
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO.....	77
6.1. Beneficios no financieros.....	77
6.2. Evaluación Económica – Financiera.....	77
CAPITULO VII: RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
7.1. Resultados.....	83
7.2. Conclusiones.....	100
7.3. Recomendaciones	102
REFERENCIAS	103
APÉNDICE Y ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clases de unidades de albañilería para ser utilizados en estructuras	14
Tabla 2	Categorización de los bloques según se densidad (kg/m^3)	15
Tabla 3	Dimensiones modulares por unidad	15
Tabla 4	Características geométricas de los bloques	16
Tabla 5	Disposiciones granulométricas que deben cumplir para el agregado fino	21
Tabla 6	Cálculo del módulo de finura	21
Tabla 7	Límites químicos permisibles para agua de mezcla	24
Tabla 8	Límites permisibles del agua de curado y lavado	25
Tabla 9	Comportamiento químico de los EPS	37
Tabla 10	Operacionalización de variables	44
Tabla 11	Métodos y técnicas del proyecto	49
Tabla 12	Resumen de las características de la cantera Yarinal 04 - Naranjos	51
Tabla 13	Dosificación de morteros	60
Tabla 14	Peso aplicados a los bloques de concreto sin tratamiento, aspersión y saturación (kg)	66
Tabla 15	Resistencia a la compresión de los bloques de concreto aplicando poliestireno expandido (kg/cm^2)	67
Tabla 16	Resistencia a la compresión de los bloques sin tratamiento a los 7, 14, 21 y 28 días con diferentes % de poliestireno expandido (kg/cm^2)	67
Tabla 17	Resistencia a la compresión de los bloques curados por aspersión a los 7, 14, 21 y 28 días con diferentes % de poliestireno expandido (kg/cm^2)	69
Tabla 18	Resistencia a la compresión de los bloques curados por saturación a los 7, 14, 21 y 28 días con diferentes % de poliestireno expandido (kg/cm^2)	70
Tabla 19	Frecuencias esperadas calculadas de los bloques sin tratamiento	71
Tabla 20	Frecuencias esperadas calculadas de los bloques por aspersión	72
Tabla 21	Frecuencias esperadas calculadas de los bloques por saturación	72
Tabla 22	Prueba Chi cuadrado (X^2) calculado de los bloques sin tratamiento	73
Tabla 23	Prueba Chi cuadrado (X^2) calculado de los bloques por aspersión	74
Tabla 24	Prueba Chi cuadrado (X^2) calculado de los bloques por saturación	74
Tabla 25	Valores de Chi cuadrado (X^2) con un nivel se significancia (α) y grados de libertad	

(n).....	74
Tabla 26 Análisis de precio unitario del bloque con 0,00 % de poliestireno expandido ...	78
Tabla 27 Análisis de precio unitario del bloque con 0,05 % de poliestireno expandido ...	78
Tabla 28 Análisis de precio unitario del bloque con 0,15 % de poliestireno expandido ...	79
Tabla 29 Análisis de precio unitario del bloque con 0,25 % de poliestireno expandido ...	79
Tabla 30 Costo trabajos de oficina	80
Tabla 31 Costo ensayos de laboratorio.....	81
Tabla 32 Costo de servicios.....	81
Tabla 33 Resumen del presupuesto total de la investigación	82
Tabla 34 Normas utilizadas en los ensayos del agregado fino	83
Tabla 35 Determinación del porcentaje de humedad natural agregado fino NTP 339.127	84
Tabla 36 Determinación del porcentaje de absorción agregado fino NTP 400.022	85
Tabla 37 Peso específico del agregado fino NTP 400.022.....	85
Tabla 38 Peso unitario suelto del agregado fino NTP 400.017	85
Tabla 39 Peso unitario varillado del agregado fino NTP 400.017	86
Tabla 40 Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino NTP 400.012	86
Tabla 41 Cálculo de equivalente de arena del agregado fino NTP 339.146	87
Tabla 42 Análisis granulométrico por tamizado del poliestireno expandido	88
Tabla 43 Ensayos químicos del agregado fino	89
Tabla 44 Propiedades mecánicas y químicas del agregado fino y poliestireno.....	90
Tabla 45.....	93
Tabla 46 Resistencia a la compresión de los bloques sin tratamiento a los 7, 14, 21 y 28 días (kg/cm ²).....	95
Tabla 47 Resistencia a la compresión de los bloques curados por aspersión a los 7, 14, 21 y 28 días (kg/cm ²).....	96
Tabla 48 Resistencia a la compresión de los bloques curados por saturación a los 7, 14, 21 y 28 días (kg/cm ²).....	97
Tabla 49 Resistencia a la compresión promedio de los bloques sin curar, curados por aspersión y saturación (kg/cm ²).....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bloque de concreto hueco	13
Figura 2. Cemento Pacasmayo	16
Figura 3. Producción de cemento en el mundo	17
Figura 4. Proceso de fabricación del cemento	18
Figura 5. Agregado de la cantera Yarinal 04.....	20
Figura 6. Mezclado manual	27
Figura 7. Mezcladoras de concreto 7, 9, 12 y 14 m ³	29
Figura 8. Procedimiento a seguir en la fabricación de un bloque.....	30
Figura 9. Proceso del poliestireno expandido.....	36
Figura 10. Extracción de material de la cantera	52
Figura 11. Ensayo de humedad natural del agregado fino.	53
Figura 12. Absorción del agregado fino	53
Figura 13. Peso específico del agregado fino	54
Figura 14. Margen derecha peso unitario suelto e izquierda el peso unitario varillado.	55
Figura 15. Análisis granulométrico del agregado fino	55
Figura 16. Equivalente de arena	56
Figura 17. Peso unitario suelto del poliestireno expandido.....	57
Figura 18. Análisis granulométrico del poliestireno expandido.....	57
Figura 19. Contenido de pH margen derecha y conductividad eléctrica del agregado fino margen izquierda	58
Figura 20. Determinación cuantitativa de cloruros del agregado fino.	59
Figura 21. Determinación de sulfatos del agregado fino.....	59
Figura 22. Tratamiento por saturación durante 7 días.	64
Figura 23. Tratamiento por aspersion durante 7 días.	64
Figura 24. Bloques sin tratamiento.....	65
Figura 25. Falla a compresión bloques de concreto sin curar, aspersion y saturación.	66
Figura 26. Resistencia a la compresión 7, 14, 21 y 28 días bloques de concreto sin tratamiento	68
Figura 27. Resistencia a la compresión 7, 14, 21 y 28 días bloques de concreto curados por aspersion.....	69

Figura 28. Resistencia a la compresión 7, 14, 21 y 28 días bloques de concreto curados por saturación.....	70
Figura 29. Gráfico distribución Chi cuadrado con tratamiento por saturación	76
Figura 30. Gráfico distribución Chi cuadrado con tratamiento por aspersión.....	76
Figura 31. Gráfico distribución Chi cuadrado sin tratamiento	76
Figura 32. Curva granulométrica del agregado fino	87
Figura 33. Análisis granulométrico del poliestireno expandido.....	89
Figura 34. Resistencia a la compresión de los bloques sin tratamiento 0,00 %, 0,05 %, 0,15 % y 0,25 % en 7, 14, 21 y 28 días	96
Figura 35. Resistencia a la compresión de los bloques curados por aspersión 0,00 %, 0,05 %, 0,15 % y 0,25 % en 7, 14, 21 y 28 días	97
Figura 36. Resistencia a la compresión de los bloques curados por saturación 0,00 %, 0,05 %, 0,15 % y 0,25 % en 7, 14, 21 y 28 días	98
Figura 37. Resistencia a la compresión promedio de los bloques curados por aspersión, saturación y sin tratamiento.....	99

INTRODUCCIÓN

El diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, se fundamenta en etapas para llegar a obtener resultados a partir de los objetivos planteados.

En el capítulo uno, se basa en la problemática de la investigación existente en el lugar de estudio, planteándose la pregunta general, desglosándose en preguntas específicas, así mismo dichas preguntas son presentadas con su respectivo objetivo, con la finalidad de proporcionar una solución a toda la problemática, se justifica (teórica, practica, metodológica y socialmente), dando una importancia a dicho estudio, además se delimita el área donde se realizará y las restricciones que se han tenido para ejecutar.

En el capítulo dos, marco teórico contiene los antecedentes encontrados y plasmados referentes al tema, posterior a ello se presenta las bases teóricas cimentado en las variables de investigación, bloques de albañilería y poliestireno expandido y por último tenemos la definición de términos de las palabras más importantes de la tesis.

En el capítulo tres, comenta sobre las hipótesis y variables de investigación, teniendo como primer punto la hipótesis general, seguidamente las hipótesis específicas que se proponen de los problemas y objetivos de la investigación, con la finalidad de llegar a las conclusiones concretas; en la operacionalización de variables se define y describe que indicadores tiene cada variable con su respectiva escala de medición.

En el capítulo cuatro, se explica la metodología empleada en el proyecto, con un enfoque cuantitativo y cualitativo, el diseño cuasi experimental y el alcance descriptivo, con una población seleccionado a base de un metro cubico, obteniendo la muestra de 83 bloques de concreto que se calcula de acuerdo a fórmula y utilizándose un muestreo por conveniencia de 12 bloques individuales para los diferentes porcentajes de 0,00 %, 0,05 %, 0,15 % y 0,25 %; seguidamente se tiene los métodos y técnicas del proyecto, asimismo se utilizara el diseño estadístico Chi cuadrado.

En el capítulo cinco, se describe el desarrollo de las pruebas de campo para la extracción de material del agregado fino proveniente de la cantera Yarinal 04, obteniendo el volumen. Una vez extraído el material se lleva al Laboratorio de Suelos del PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo) para realizar sus respectivos estudios, así mismo se realiza los prototipos el primero es el pre dimensionamiento del bloque ancho x largo x alto (12 cm x 39 cm x 19 cm) con dos aberturas en el interior de ancho x largo x alto (7 cm x 15 cm x 19 cm) y el segundo prototipo es el diseño de mezcla a ser empleado en los porcentajes de (0,00 %, 0,05 %, 0,15 % y 0,25 % de poliestireno expandido) de dichas cantidades se calcula del peso del agregado fino, el modelamiento aplicando tratamientos sin curar, por aspersión y saturación, además se realiza las pruebas de rotura de los bloques; se realiza un análisis estadístico a los resultados de la evaluación o pruebas de resistencia a la compresión de los bloques de concreto, verificando si aceptamos o rechazamos las hipótesis, y si los bloques son utilizados en albañilería no estructural.

En el capítulo seis, se realiza el análisis costo beneficio de los diferentes porcentajes de poliestireno expandido, como también el análisis de precios unitarios los bloques convencionales.

En el capítulo siete, se explican todos los resultados realizados en las pruebas de campo, de la cantera Yarinal 04 del rio Naranjos, así mismo los resultados del laboratorio de ensayos físicos, mecánicos y químicos, los resultados de los prototipos con sus respectivas dimensiones, junto a ello el diseño de mezcla para la elaboración de los bloques, como también las pruebas de rotura realizado a los 7, 14, 21 y 28 días, con sus respectivos tratamientos sin curar, aspersión y saturación.

Seguidamente se indican las referencias bibliográficas de donde se ha extraído la información, las normativas, libros, artículos, páginas web, etc. y además los anexos compuestos por anexo I informe de la cantera, detallando todo lo correspondiente a ello, anexo II diseño de mezcla, son las cantidades de material que se utilizará en la elaboración de los bloques, anexo III rotura de bloques y anexo IV los cuestionarios dicotómicos realizadas a la población de Nueva Cajamarca.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del Problema

La implementación de nuevos materiales en la construcción, es tendencia ya que el hombre busca que sus edificaciones sean cada vez más resistentes y seguras ante los diversos fenómenos que puede presentar la naturaleza. En la construcción se emplean numerosos materiales y cada uno cumple una función determinada, en este caso se evaluará el diseño de bloques de albañilería no estructural utilizando poliestireno expandido como material de aporte para la construcción.

En el siglo XXI se han presentado diversos cambios en la construcción, en el nivel económico, social como normativo; la innovación de nuevos materiales llevan a la transformación de los reglamentos técnicos, tal es así, que en los procesos constructivos, la albañilería, se utilizaba la piedra natural y el ladrillo artificial, teniendo mayor apogeo el ladrillo hasta el siglo XIX, ya que en el siglo XX se descubrió el hormigón, que permitió la elaboración de bloques de hormigón, capaces de adaptarse a mayores campos de aplicación de albañilería por sus mayores dimensiones y múltiples procesos constructivos (García, 2016). Por otra parte sus propiedades físicas, mecánicas y su costo favorecen su utilización, por ejemplo en España son utilizados en construcciones menores como primer y segundo piso, teniendo ventajas notorias como reducción de economía en los materiales y mano de obra, por lo tanto se ha normado este tipo de sistema (Alonso et al., 1990).

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017) – Encuesta Nacional de Hogares, consultado en el 2021, indica que en Perú en Zonas Urbanas, el 70,58 % de las viviendas son construidos con material de ladrillo o bloques de concreto, el 13,70 % con adobe o tapia, el 8,50 % con madera y el 7,22 % son construidos con otros materiales (cartón, eternit, calamina, triplay, etc.); en la Zona Rural el 54,32 % está construido con adobe, el 15,18 % con tapia, el 14,01 % con madera, el 8,02 % de ladrillo y el restante está construido con otros materiales. Haciendo una estadística de análisis Zona Urbana y Rural hay un diferencia bastante amplia con respecto al tipo de materiales que se utiliza en el proceso constructivo, además 48 distritos del Perú se cuentan 0,00 % de construcciones con material

noble, lo cual significa que la mayoría de la población no se encuentra segura ante daños colaterales que puedan suceder por un fenómeno.

En la región de San Martín, en el Plan de Desarrollo Regional Concertado (PDRC) al 2021, indicó que en dicho departamento en el año 2012, el 40 % de las viviendas construidas fueron de ladrillo pandereta, según INEI (2017), en la región el material predominante para el proceso constructivo fue el ladrillo con 49,13 %, le sigue la madera 28,72 %, quincha 8,29 % y el restante con otro tipo de material, es decir con el respecto al año 2007 se incrementó en un 18 % la utilización del ladrillo. El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2021) en un estudio de mapa de peligros en la ciudad de Rioja, describe que el Alto Mayo cuenta con fallas activas de Angaiza y Pucatanbo. Confirmando que ni la mitad de la población se encuentra segura ante un evento sísmico, porque se encuentra una zona tipo 2 y 3, es decir que dicha región es propenso a dichos eventos.

Por otro lado INEI, Censo Nacional 2017: XII de población, VII de viviendas y III de comunidades indígenas, los resultados del censo para el distrito de Nueva Cajamarca muestra que el 57,40 % de sus edificaciones son construidas con material noble como es el ladrillo, además la cantidad de viviendas construidas con material noble no cuentan con asesoramiento técnico de un especialista en construcción (tipo de material, dosificación, planos, etc.) en el cual las viviendas no se encuentran aptos para ser habitadas, señalando un porcentaje de la población se encuentra propensa a daños colaterales por eventos sísmicos, otro problema es que existen distintas fábricas artesanales e industriales de ladrillos que hacen uso de la arcilla para la fabricación, dejando a la tierra sin vegetación, sin materia orgánica para la producción agrícola y contaminación atmosférica este último produciendo enfermedades respiratorias como el IRAS (Infecciones Respiratorias Agudas) llevando a la muerte. Al mismo tiempo el poliestireno expandido es un agente contaminante al medio ambiente porque demora más de 100 años en su descomposición (Urrea, 2009), asimismo es utilizado en materiales de un solo uso. Ante todos los problemas mencionados se plantea un nuevo producto de construcción que sea aceptable y amigable con el medio ambiente, además para su elaboración lo puede realizar la misma población puede elaborarlo in situ ahorrando el flete y mano de obra previa supervisión de un especialista.

Asimismo los bloques ligeros adicionando porcentajes de poliestireno expandido tienen que cumplir con la Normativa E. 070 de Albañilería cuya resistencia mínima es de 20 kg/cm² o

(2 MPa) y puedan ser empleados en elementos no estructurales como son muros de tabiquería, parapetos y cercos perimétricos, si los bloques sobrepasan la resistencia de 50 kg/cm² pueden ser utilizados en elementos estructurales (elementos que transportan carga a la superficie de toda la estructura).

1.1.1. Problema principal

¿Cómo evaluar el diseño bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción?

1.1.2. Problemas secundarios

- ¿Cuál es la dosificación necesaria para obtener bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción?
- ¿Cómo determinar la resistencia a la compresión de los bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno como nuevo material de construcción?
- ¿Cuál es la diferencia de costos entre los bloques convencionales y los bloques con poliestireno expandido?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo principal

Evaluar el diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.

1.2.2. Objetivos secundarios

- Determinar la dosificación necesaria para obtener bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.

→ Determinar la resistencia a la compresión de los bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.

→ Determinar la diferencia de costos entre los bloques convencionales y los bloques con poliestireno expandido.

1.3. Justificación e importancia de la investigación

1.3.1. Justificación de la investigación

La presente investigación está basada en los fundamentos teóricos del Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 Albañilería (estructural y no estructural), materiales de construcción, ya que dicha información está basado en las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y manuales existentes para los procesos de elaboración y utilización de los bloques de concreto aplicando poliestireno expandido.

La investigación tiene justificación práctica basada en los lineamientos de la Norma E.070 de Albañilería exigidos para la elaboración y controles de calidad que deben tener los bloques de concreto aplicando poliestireno expandido.

Además la presente tesis se basa en una nueva tecnología en las cuales se utiliza un nuevo material como es el poliestireno expandido para la elaboración o fabricación de los bloques de concreto, para de esta manera obtener un material liviano que cumpla con las especificaciones de la Norma E.070 Albañilería, aplicando una elaboración en forma manual y tener una compactación de los agregados en dicho proceso, el prototipo cuenta con dimensiones ancho x alto x largo (12 cm x 19 cm x 39 cm) las cuales pueden ser utilizados para posteriores investigaciones.

La investigación social, se justifica que los materiales de construcción en la actualidad tienen una gran demanda y al mismo tiempo en la fabricación o elaboración de bloques los insumos del prototipo se elevan, generando mayores costos en un periodo de tiempo, lo que se propone es brindar un material que sea liviano, económico y resistente; además que sea accesible para la población de Nueva Cajamarca, para que dispongan de un nuevo producto para la construcción de muros perimetrales, muros de tabiquería, etc.

1.3.2. Importancia de la investigación

El proyecto de investigación es de suma importancia, debido a que los resultados de la investigación servirán para considerar un nuevo material de construcción, que va hacer accesible para la población de Nueva Cajamarca - San Martín, teniendo en cuenta que es un nuevo material de construcción, basada en los estudios de ingeniería, así mismo los materiales que se han considerado para la presente investigación pueden ser utilizados en su elaboración y todo ello estará fundamentado en los lineamientos o normativas vigentes que se han utilizado para el proyecto de investigación, todo lo mencionado permitirá contribuir con el mejoramiento constructivo de Nueva Cajamarca y San Martín.

1.4. Delimitación del área de Investigación

La presente investigación se encuentra enmarcada en la línea de investigación construcción y gestión de edificaciones dentro del campo de investigación, materiales de la construcción, los ensayos se realizaron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM), utilizando el agregado fino de la cantera Yarinal 04 del río Naranjos, con cemento portland Tipo I y el agua utilizada es de consumo humano, en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín.

1.5. Limitaciones de la Investigación

Las limitaciones que se tiene en la presente investigación, se enmarcan primero, por la creciente del río ya que estos materiales son trasladados por el cauce de los ríos y con ello dificultan el recojo del material, segunda limitante fue por la COVID 19 que limito la transitabilidad y movilidad del personal a la realización de los estudios básicos de ingeniería y la disponibilidad de los laboratorios acreditados en la región, para la ejecución de los estudios necesarios para el diseño.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes internacionales, nacionales y locales

2.1.1. Internacionales

Mazoni, (2019) en su tesis titulada *Caracterización física y mecánica de hormigón ligero con EPS reciclado*, Universidad Federal de Amazonas – Brasil, tuvo como *objetivo general* estudiar el comportamiento físico y mecánico del hormigón ligero con EPS reciclado, empleó el *diseño experimental* con un diseño factorial (2k), en su desarrollo se empleó tres tipos de tamaños de EPS 2.5 mm, 7 mm y EPS reciclado en dos cantidades de (30 % y 60 %) en relación al volumen de hormigón, para investigar los materiales en términos de resistencia a la compresión y densidad se utilizaron EPS reciclado en tres volúmenes de 30 %, 45 % y 60 %, analizándose medidas físicas la trabajabilidad, densidad, absorción del agua, en base a todo lo desarrollado el autor llegó a las siguientes *conclusiones* basado en el diseño experimental el hormigón ligero con EPS reciclado tenía las mismas características que lo hormigones ligeros con perlas de poliestireno expandido, diámetros mayores de EPS produjeron hormigones ligeros con resistencia a la compresión más baja, los hormigones ligeros con poliestireno expandido reciclado se pueden aplicar a elementos no estructurales como paredes de sellado con el fin de reducir el peso de los elementos constructivos, además la aplicación de este material con posibilidad de reducción de masa específico de hasta un 50%, tiene las características físicas y mecánicas lo que hace compatible con la producción y aplicación en elementos estructurales como losas y elementos no estructurales como tabiques.

Cabezas, (2019) en su artículo *Diseño de una losa de hormigón liviano de poliestireno expandido reciclado modificado*, Universidad Autónoma Tomas Frías – Bolivia. La búsqueda de reducción de la carga muerta de una losa de concreto, mediante la utilización del hormigón liviano, esto permite la reducción de columnas, zapatas y otros elementos estructurales que soportan carga particularmente en la cimentación. En el estudio se diseñó un hormigón estructural con agregado liviano reciclado, añadiendo en parte el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido reciclado, cuyo tratamiento debe constatar con

los estándares de calidad en el código ACI Committee 318 y American Concrete Institute, en base a los *resultados* se demuestra que el poliestireno expandido modificado cumple con la norma como agregado liviano por sus cualidades como capacidad de soporte, adherencia al hormigón, peso, trabajabilidad, sin presencia de desprendimientos. Se tuvo un límite para obtener un concreto liviano estructural del 70 % del poliestireno expandido modificado en reemplazo de material granular (árido grueso), además de ello se obtuvo una resistencia a compresión de 17,25 MPa y una resistencia a la tracción directa de 1,76 MPa, así mismo disminuyó en 26,8 % la densidad que se utiliza en elementos estructurales, en comparación con el concreto convencional.

Rogontino et al., (2017), en su artículo *Evaluación del poliestireno expandido con mortero de cemento expuesto al fuego*, Universidad Carabobo – Venezuela. Tuvo como objetivo general evaluar la resistencia y desempeño de tabiques de poliestireno expandido sometidos a la acción del fuego, con un diseño *experimental de campo*, con una muestra conformada por 12 piezas, 6 con recubrimiento de mortero resistente y las restantes con recubrimiento de baldosa sobre el mortero. Las piezas se evaluaron pasado los 28 días de vaciado, durante 25 minutos en dos simuladores de incendio, *concluyendo* que el recubrimiento del mortero de cemento presento agrietamiento insignificante y buena adherencia a la malla electrolizada, el poliestireno expandido se consumió con facilidad liberando gases tóxicos, es importante mencionar que el mortero de cemento funciona como defensa al poliestireno expandido en un incendio, garantizando que el fuego no ingresa en contacto directo con las piezas de EPS.

Hasan, (2014) en su tesis *Hormigón ligero estructural de alto rendimiento que utiliza perlita y agregado natural de perlita*, Universidad Técnica Oriente Medio en Ankara – Turquía, su *objetivo* fue investigar las propiedades mecánicas y características de durabilidad de los hormigones ligeros adicionando perlita natural y perlita en polvo comparándolo con el concreto de peso normal y de alta resistencia para su uso en el sistema estructural, *el tipo de estudio* es experimental, para obtener los resultados se realizó una muestra de tres mezclas de concreto diferentes, la primera mezcla proporcionó un concreto ligero de alta resistencia, la segunda mezcla proporcionó concreto ligero autocompactante y la tercera mezcla proporcionó como un concreto de peso normal con agregado de piedra caliza, asimismo se *concluyó* que el agregado de perlita natural y el polvo de perlita se puede utilizar en la producción de concretos ligeros con una resistencia a compresión a los 28 días de hasta 50

MPa, además se logró que el concreto liviano con agregado de perlita natural tiene un rendimiento igual o superior al concreto de peso normal. Los hormigones ligeros de alto rendimiento con perlita natural es aproximadamente un 20 % más liviano que el peso normal de un hormigón de alta resistencia. Los hormigones ligeros de alto rendimiento que contienen perlas de tecnopor sufren un deterioro de la superficie considerablemente mayor que el de la piedra caliza que contiene hormigón de peso normal de alta resistencia.

Sierra, (2014) en su tesis *Análisis comparativo entre bloques de concreto tradicional y bloques de concreto alivianado con poliestireno*, Universidad Internacional del Ecuador – Quito. Su *objetivo* general fue Comparar los bloques tradicionales vs bloques de poliestireno con igual dosificación (bachadas con y sin poliestireno) como *método* experimental para mejorar los costos de producción, bajar su peso sin perder la resistencia del elemento, el tipo de *enfoque* es cualitativo y el *nivel* de profundidad es diagnostico – descriptivo, se ha realizado un *estudio* descriptivo y explicativo con un *método* analítico e inductivo, con una *población* de 35 bloques de los cuales 14 son empleados a compresión y 21 para peso, cuya *muestra* fue no probabilística intencional, donde se tomaron 9 bloques con poliestireno expandido y 5 bloques tradicionales, la *técnica* es la observación directa y los *instrumentos* es la recolección de datos, llegó a *concluir*: En los ensayos a compresión los bloques tradicionales cumplieron con la norma del Instituto Ecuatoriano de Normatividad (INEN) con 2 MPa en los 28 días, mientras que los bloques con poliestireno expandido no cumplieron con la resistencia mínima. La cantidad de agua que se empleó en el diseño fue comprimir una cantidad de material con los dedos, luego de abrirlo si el material no se descomprime no se necesita agua, caso contrario se debe echar más agua a la mezcla todo esto se da debido que el agregado se encuentra almacenado a la intemperie. A pesar de existir un ahorro de 2,2 % de acero en los bloques de concreto alivianados con poliestireno expandido con un costo por 1 m² de losa es más elevado en el 0,95 % al costo del metro cuadrado de losa con bloque de concreto tradicional esto debido al APU (análisis de precios unitarios) de los elementos que se analizó anteriormente, por ultimo especifica que la producción del bloque con poliestireno reciclado no es factible, debido a que las plantas productoras de este se encuentran ocupados elaborando mangueras 60 % y fábricas de EPS 40 % por lo que se tiene solo esferas industrializadas, asimismo al utilizar el producto mencionado anteriormente el costo de la investigación es muy elevado.

Quezada, (2010). En su tesis *Estudio técnico y económico para la elaboración de bloques de hormigón liviano en base a poliestireno expandido*, Universidad de Talca - Chile. Tuvo como *objetivo general* elaborar bloques huecos de hormigón liviano en base a poliestireno expandido, concluyó que los bloques son sometidos a resistencia a la compresión, absorción y humedad, logrando de esta manera que los bloques con perlas de tecnopor tengan un peso de 25,7 % menos que un bloque tradicional, con resistencia a la compresión de 47,63 kg/cm², asimismo se tuvo una absorción de 152,3 kg/m³ y una humedad promedio de 2,2 % de esta manera a cumplió con la normativa Chilena. Además de ellos se calculó que los bloques con perlitas de poliestireno presentan un aumento en el costo de 19,2 % debido a su aumento de las perlas, sin embargo el precio del árido liviano se compensa con el ahorro del transporte y el aumento en el rendimiento de la ejecución de trabajos.

2.1.2. Nacionales

Trinidad, (2020) en su tesis *Elaboración de bloques de concreto liviano adicionándole poliestireno reciclado para uso no estructural*, Lima 2019, Universidad César Vallejo, tuvo como *objetivo principal* determinar cómo influye el poliestireno en las propiedades del concreto, el tipo de investigación según su *finalidad* es aplicada, según su *alcance* es correlacional causal, según su *diseño* es no experimental y según su *enfoque* es cuantitativa, la *población* aplicada con bloques de concreto con poliestireno expandido y poliestireno expandido modificado, la *muestra* abarca los ensayos (trabajabilidad, la densidad y resistencia del concreto), la *técnica* de la investigación es el análisis documental y los *instrumentos* que se han utilizado son: libros, laptop, guía de observación y ficha de investigación, de todo ello llegó a *concluir* que los bloques de concreto ligero con adición del poliestireno común y modificado lograron superar la resistencia mínima de acuerdo a la NTP para bloques portantes (50 kg/cm²) y para bloques no portantes (20 kg/cm²), es decir estos pueden ser utilizados en los dos tipos de muros. El costo de los bloques con poliestireno común es superior 8 % mientras que con el poliestireno modificado 28 % con respecto a los bloques de concreto tradicional.

Vera, (2018) en su tesis *Diseño de un concreto liviano con poliestireno expandido para la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta - Ate - Lima*, Universidad Ricardo Palma, su *objetivo general* fue realizar un diseño de mezcla de concreto liviano con

poliestireno expandido y evaluar su influencia en las propiedades del concreto para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta – Ate 2018, el *tipo de investigación* fue básico, con un *alcance* de estudio descriptivo y un *nivel* de investigación explicativo, el *método* de investigación fue de tipo cuantitativo y cualitativo con un *diseño* experimental, la *población* estuvo compuesta por pruebas de mezcla de distintas dosificaciones, la *muestra* concretada de 189 diseños las cuales 63 fueron ensayadas a compresión, 63 a tracción y 63 flexión, la *técnica* de muestreo ha sido representativa y los *instrumentos* que se ha aplicado son las NTP y ASTM, llegando a *concluir* que con la adición del poliestireno expandido en el concreto incrementa su asentamiento al no absorber agua, sin embargo para mantener su resistencia con el asentamiento se adiciona aditivo plastificante. Al incrementar el porcentaje de las perlitas, el peso unitario del concreto liviano disminuye considerablemente, asimismo la resistencia está ligada directamente al peso unitario quiere decir a mayor peso unitario mayor es la resistencia.

Ñaupá, (2018) en su tesis titulada *Evaluación de la calidad y costo de bloques de cemento con perlitas de poliestireno como alternativa en muros de albañilería en viviendas multifamiliares en la ciudad de Ayacucho*, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, su *objetivo principal* fue evaluar la calidad de los bloques de cemento con perlitas de poliestireno a fin de determinar como alternativa en muros de albañilería en viviendas multifamiliares, en la ciudad de Huamanga Ayacucho – Perú, con una *metodología* de investigación de tipo experimental y *diseño* proyectiva, con una dosificación de cemento con y sin perlas de tecnopor, la *muestra* de 54 cubos de cemento mortero, 108 cubos de mortero con perlitas y 12 bloques de mortero con poliestireno expandido, la *técnica* para la recolección de los datos es la observación directa, llegó a las siguientes *conclusiones*, el resultado obtenido en la resistencia a compresión con perlitas de poliestireno es de 30,55 kg/cm², cumpliendo solo para los bloques de muros que no transmiten carga (albañilería no estructural) de 20 kg/cm². La resistencia a compresión disminuye al aumentar el porcentaje de perlitas, es decir mientras incorporamos más perlitas en la dosificación vamos a obtener una menor resistencia.

Naiza, (2017) en su tesis *Aplicación de poliestireno expandido en la fabricación de unidades de concreto liviano para muros de tabiquería en la ciudad de Arequipa*, Universidad Católica Santa María, Arequipa – Perú, el *objetivo general* fue: utilizar el poliestireno expandido en la fabricación de unidades de concreto liviano para muros de tabiquería, con

características similares a los muros de tabiquería con ladrillo de arcilla cocida, utilizó una muestra representativa de los diferentes vaciados que fue sometida al método de ensayo a compresión, llegó a las siguientes *conclusiones*, es posible diseñar y fabricar unidades de albañilería de concreto liviano reemplazando el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido. En una dosificación 1:2:3 (1 balde de cemento, 2 baldes de arena y 3 baldes de poliestireno expandido) desde el costo y producto final llegando a una resistencia a la compresión a los 21 días $26,33 \text{ kg/cm}^2$. Asimismo en relación al análisis de precios unitarios entre unidad de albañilería de concreto liviano y el ladrillo pandereta en el primer caso su costo por unidad fue de S/ 0,90 y el segundo con un costo por unidad de S/ 0,93 obteniéndose una pequeña diferencia a favor de la unidad de concreto liviano.

Rodríguez, (2017) en su tesis *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca*, Universidad Nacional de Cajamarca, tuvo como *objetivo principal* determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto liviano a base de poliestireno expandido, *tipo* de investigación es experimental – proyectiva, obteniéndose una *población* de bloques prefabricados de concreto liviano a base de poliestireno expandido, la *muestra* utilizada es de 135 unidades, la *técnica* empleada es la observación directa y el *instrumento* es la observación, *concluye* que: se logró obtener un bloque de concreto ligero a base de poliestireno expandido con una resistencia a la compresión a los 28 días de $62,75 \text{ kg/cm}^2$ (6.15 MPa), resistencia superior a la resistencia mínima establecida en la NTP 399.600 y NTP 399.602. Se obtuvo un bloque cuyo peso específico fue de $1624,36 \text{ kg/m}^3$ y con una absorción promedio de 9,25 %, cuyos resultados están acorde a las especificaciones de la NTP 399.602 (valor permitido 12 % de absorción). Además el bloque obtenido desarrolló una resistencia a la flexión estática a los 28 días de edad de $32,03 \text{ kg/cm}^2$ (3,14 MPa) las dimensiones para su diseño del bloque fueron ancho x alto x largo (9 cm x 19 cm x 39 cm) con un peso aproximado de 11,22 kg, dimensiones acordes a la norma NTP 399.602-2002 y el costo del concreto ligero a base de poliestireno expandido es mayor en 0,95 soles con respecto a un bloque de iguales dimensiones de concreto tradicional.

2.1.3. Locales

Pérez Pérez y Zamora Fernández, (2020) en su investigación titulada *Diseño de bloques de concreto modificados con fibras de plástico reciclado para la reducción de cargas muertas en edificaciones, Tarapoto, 2020*, Universidad Cesar Vallejo, el *objetivo general* fue elaborar el diseño de bloques de concreto modificados con fibras de plástico reciclado para la reducción de cargas muertas, aplicándose un *diseño* no experimental – transversal descriptivo (explicativo), la *población* utilizada fueron 24 unidades de bloques de concreto encontrándose en grupos experimentales y control, la *muestra* son 24 bloques de concreto que incorporan fibras de plástico reciclado en porcentajes de 0 %, 5 %, 10 % y 20 %, *concluyó* que el diseño óptimo del bloque de concreto es con la adición del 20 %, alcanzando una resistencia promedio de 67,27 kg/cm², siendo un 13,54 % mejor que el adobe patrón sin fibra, el precio del bloque por millar es de S/ 1794 en comparación con el ladrillo artesanal la diferencia es S/ 536 es decir es más económico que el artesanal.

Amasifuén, (2018) en su investigación *Diseño de bloques de concreto ligero con las aplicación de perlas de poliestireno, Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018*, Universidad Cesar Vallejo, tuvo como *objetivo* diseñar un bloque de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno en el distrito de Tarapoto, San Martín, la investigación es de *tipo* aplicada de *diseño* experimental, la *población* de estudio formada por probetas de 4”x 8” hechas en diferentes densidades con un muestreo probabilístico – intencional, la *muestra* está formada por 27 probetas de 4” x 8” con densidades de 1200 kg/m³, 1400 kg/m³ y 1600 kg/m³ y un lote de 30 bloques con dimensiones ancho x alto x largo (9 cmx 19 cmx 39 cm), con técnicas de ensayos y el instrumento es la fichas de observación, obtuvo las *conclusiones* la dosificación óptima para el diseño de bloques es con una densidad de 1600 kg/m³ con proporción de materiales para metro cubico 375,54 kg de cemento, 168,31 L de agua, 1156,15 kg de agregado fino y 3,51 kg de perlas, además el costo del bloque sólido compuesto por los materiales mencionados es de S/ 2,70, es decir 10 % más que el bloque convencional.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Bloques de albañilería

2.2.1.1. Definición

Bartolomé et al., (2020), define a los bloques como elementos pre moldeados de origen artesanal o industrial para ser manipulados en albañilería estructural y no estructural. Los materiales utilizables en el concreto son: cemento, arena, piedra y agua; este material puede realizarse o elaborarse in situ, obviando el costo y actividades de transporte para el traslado de dichas unidades concluidas.

Por otra parte Vásquez, (2017) citado en (Trinidad, 2020, p. 19) alude que son segmentos prefabricados, elaborados con cemento, agua y agregados procesados o no, con o sin presencia de aditivos, cuyas dimensiones no son superiores a sesenta centímetros además no contiene armadura. La NTP 399.602, (2002) estipula que es una pieza prefabricada con cemento y áridos ya sean oriundos o artificiales, que pueden ser huecos (75 % de masa bruta) y solidos con 100 % de sección bruta, además de ello sus distancias son menores a 60 cm.

A continuación se presenta las dimensiones del bloque del concreto.

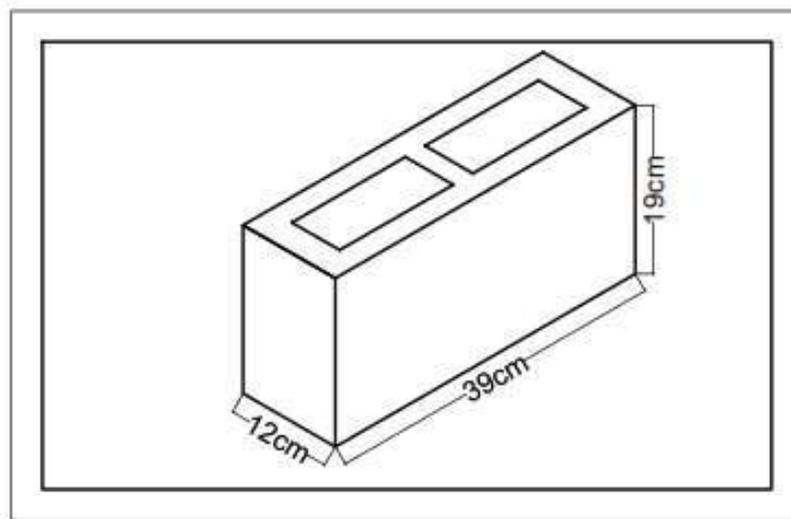


Figura 1. *Bloque de concreto hueco.* Fuente: Elaboración propia (2021).

2.2.1.2. Clasificación de los bloques

Los bloques se clasifican de acuerdo a fines estructurales, densidad, geometría y sus dimensiones; la primera se encuentra en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 de

albañilería, la segunda y tercera se detalla en la (NTP 339.600 -2017 y NTP 339.602 -2002).

Bloques para fines estructurales

Los bloques para fines estructurales se detallan en la Norma E. 070 albañilería y se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1

Clases de unidades de albañilería para ser utilizados en estructuras

Clases	Variación de la dimensión (Máxima en %)				Alabeo (máximo en mm)	Resistencia a la compresión en MPa (kg/cm ²) sobre el área bruta
	100 mm máx.	150 mm máx.	más de 150 mm			
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)	
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	2 (20)	

(P) bloque para muros portantes
(NP) bloque para muros no portantes

Fuente: Norma E.070 (2006) Reglamento Nacional de Edificaciones.

Bloques de concreto P: Unidades de albañilería prefabricados para ser empleados en muros portantes (transmiten carga) de tal manera que puedan trasladar cargas horizontales y verticales a los elementos estructurales, pueden soportar una resistencia mínima a compresión de 50 kg/cm² (Norma E.070, 2006).

Bloques de concreto NP: Unidades para ser usados en construcción de muros no portantes, estas soportan cargas de su propio peso y cargas transversales a su plano empleados en cercos perimétricos, tabiquería, voladizos y parapetos cuya resistencia a la compresión mínima que debe soportar las unidades es de 20 kg/cm² (Norma E.070, 2006).

Bloques según su densidad

Al mismo tiempo los bloques de concreto se clasifican de acuerdo a su densidad contemplada en la Norma Técnica Peruana NTP 399.600. Se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 2

Categorización de los bloques según su densidad (kg/m³)

Categorización	Densidad promedio (kg/m³)
Peso liviano	<1680
Peso medio	1680 – 2000
Peso normal	>2000

Fuente: NTP 399.600 (2017) Unidades de albañilería.

Bloques según su geometría

Estos bloques se caracterizan por su acabado las cuales se tiene: bloques huecos, bloque multicámara (utilizados para construcciones acústicas y térmicas sin importar el peso de los mismos), bloques de encofrado (son utilizados en los muros o tabiques las cuales son rellenos con mortero), bloques especiales (en forma de canal, de superficies planas en forma de L) (Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón, [ANDECE], 2019).

Bloques según sus dimensiones

Los bloques de concreto huecos de acuerdo a sus dimensiones modulares son:

Tabla 3

Dimensiones modulares por unidad

Longitud (cm)	Alto (cm)	Ancho (cm)
29	19	29
39	19	19
39	29	19
29	24	29

Fuente: NTP 399.602 (2017) Unidades de Albañilería.

Navas y Salazar, (2014) en su artículo investigativo nos muestra ciertas características de bloques que son utilizados en la construcción en México.

Las características geométricas se detallan a continuación:

Tabla 4

Características geométricas de los bloques

Ancho (cm)	Alto (cm)	Largo (cm)
12	19	39
15	19	39
20	19	39

Fuente: Navas y Salazar (2014, p. 136) Propiedades geométricas de los bloques y la mampostería de concreto.

2.2.1.3. Materiales para la fabricación de los bloques

Cemento

Se consigue del polvo del Clinker y es fabricado por calcinamiento hasta su fundición inicial de materiales calizos y arcillosos (Harmsen, 2002 p.11). Además (Porrero et al., 2009), mencionan que el cemento es el componente activo del concreto y está presente en todas las tipologías de este material. No obstante, se compone cerca de 10 a 20 % del peso del concreto, existiendo el 80 a 90 % de otros materiales (agregados livianos, normales y pesados).



Figura 2. *Cemento Pacasmayo.* Fuente: Elaboración propia (2021).

La producción mundial de cemento en 2017 se estimó en un total de 4,65 billones de toneladas. China produjo 52 % de la producción mundial, los miembros de la Asociación Europea del Cemento (CEMBUREAU) que representan el 5,3 % de la producción mundial. Asia es el continente líder en la producción de cemento con un 80,4 % de la producción mientras que Sud América tan solo contribuye con el 4,6 % (CEMBUREAU, 2017).

De acuerdo al esquema se observa que Asia tiene un 80,4 % de producción mundial de cemento, Europa tiene un 6,4 % de producción, América tiene una producción de 6.5%, África cuenta con un 4,6 % y Oceanía con CIS conforman 3,1 % de producción mundial de cemento.

En la siguiente figura se representa en mejor detalle los países y continentes con mayor porcentaje de producción del cemento:

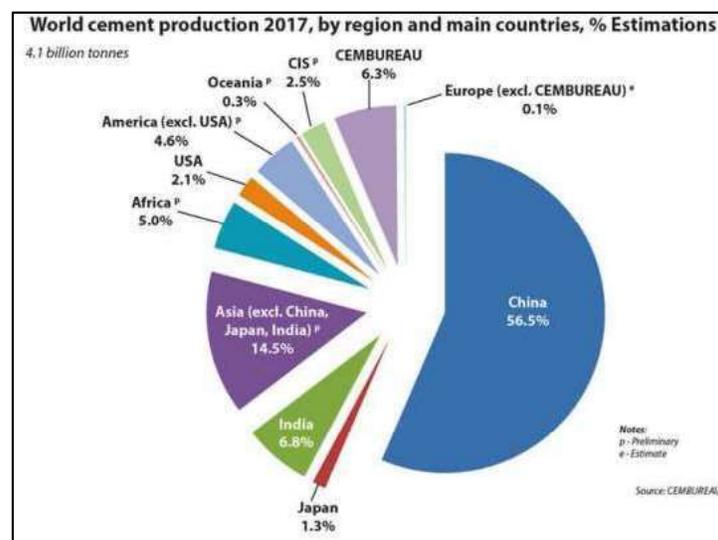


Figura 3. Producción de cemento en el mundo

Fuente: CEMBUREAU (2017) La industria del cemento en el Perú – presente y futuro.

Asimismo se expresa los procesos para la fabricación del cemento, presentándose en la figura 4.

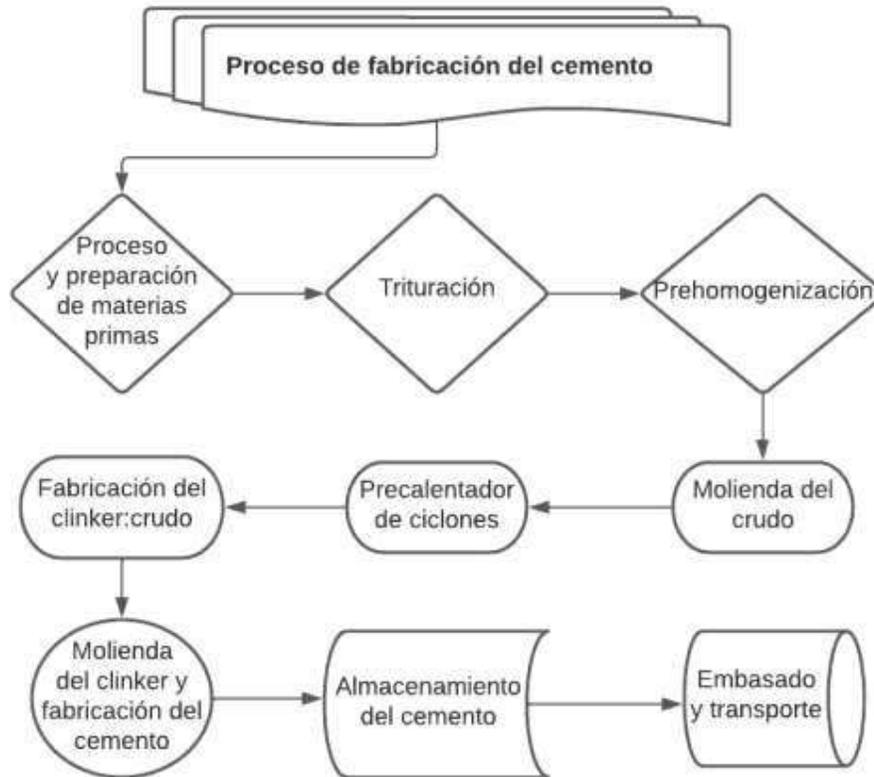


Figura 4. *Proceso de fabricación del cemento*. Fuente: Sanjuán y Chinchón (2014) Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland.

Composición química del cemento:

Según Harmsen (2002, p. 11) los componentes químicos que contiene el cemento es:

- Silicato tricálcico (C_3S), asigna una firmeza inicial e interviene directamente en el calor de hidratación.
- Silicato dicálcico (C_2S), realiza una resistencia primordial a extenso plazo y no es muy incidente en el calor de hidratación.
- Aluminato tricálcico (C_3Al), durante el proceso de trituración del cemento se debe agregar yeso para retardar el período de fraguado.
- Aluminio-Ferrito tetracálcico (C_4AF), intercede en la rapidez de hidratación y subsidiariamente en el calor de hidratación.

- Componentes en menor proporción: óxido de magnesio, potasio, sodio, magnesio y titanio.

Por otro lado (Rivera, 2013, p. 25) sostiene que a medida que se modifica sus contenidos C_3S , C_2S , C_3Al , C_4AF varían las propiedades del cemento, es decir se pueden fabricar diferentes variedades con ciertas propiedades físicas y químicas de acuerdo a las necesidades.

Los tipos de cemento que se presenta a continuación son:

Tipo I: Para obras de hormigón de uso general, sin propiedades especiales.

Tipo II: Para obras de hormigón en general expuestas a moderados sulfatos y templado calor de hidratación.

Tipo III: Aplicable en obras de emergencia por su elevada resistencia inicial.

Tipo IV: Para obras de mayores espesores (presas) por su bajo calor de hidratación.

Tipo V: Para obras cuyas cimentaciones estén expuestas a aguas sulfatadas, este tipo de cemento tiene buena resistencia al ataque de sulfatos.

Propiedades físicas del cemento

Las propiedades sirven para dar una mejor interpretación a los resultados, las propiedades del cemento son: Dimensión de las partículas y finura, limpieza, consistencia, tiempo de fraguado, fraguado (falso y rápido), resistencia a la rotura, calor de hidratación, pérdida de calcinación, peso específico, densidad relativa y densidad aparente (Kosmatka et al., 2004, p. 57).

Agregados

Son fragmentos comúnmente rocosos, que tienen la función de disminuir mezcla y dotarla

de ciertas particularidades propicias, entre las cuales se reitera la rebaja de la retracción de fraguado o plástica, los agregados forman la mayor fracción de la masa del concreto, representan entre el 70 a 85 % del total, razón por la cual las cualidades son sustanciales para una mejor mezcla (Porrero et al., 2009, p. 61).

Agregado fino: Se consideran a los materiales de diámetros menores o iguales a 6.35 mm (1/4 ") que pueden ser piedras de origen natural triturado o arena (Abanto, 2009, p. 23), cumpliendo de esta manera con las especificaciones establecidas en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33.

A continuación se presenta el agregado de la cantera Yarinal 04:



Figura 5. Agregado de la cantera Yarinal 04. Fuente: Elaboración propia (2021).

Ensayos a realizar al agregado fino

a). Granulometría (NTP 400.012)

Es la repartición de las dimensiones de partículas por una cadena de mallas reglamentadas, siendo las más utilizadas: N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100 son diámetros de los diferentes tamices (Polanco, 2012).

Seguidamente se presenta los límites que deben cumplir los diferentes tamices.

Tabla 5

Disposiciones granulométricas que deben cumplir para el agregado fino

Tamiz (diámetro)	% en peso del material que pasa por el tamiz
9.5mm (3/8 ")	100
4.75mm (N°4)	95 a 100
2.36mm (N°8)	80 a 100
1.18mm (N°16)	50 a 85
600 micrones (N°30)	25 a 60
300 micrones (N°50)	10 a 30
150 micrones (N°100)	2 a 10

Fuente: Harmsen (2002, p.12) Diseño de estructuras de concreto armado.

Requisitos de la norma ASTM son:

- La proporción retenida en dos mallas continuas no debe exceder 45 %.
- La proporción para las mallas N°50 y N°100 debe estar en los parámetros 5 % y 0 %.
- La finura del agregado debe ser mayor que 2,3 y menor que 3,1 y no debe alterar más que 0,2 del valor característico de la fuente del agregado.
- No deberá emplearse arena de mar

b). Módulo de finura

Suma de las proporciones acumuladas de las mallas retenida acumulada en cada uno de los tamices de la sucesión especificada y dividida entre 100, las mallas consideradas son: N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100 cuyo valor es 2,3 más fino y 3,1 más grueso según la norma NTP 400.011 (Polanco, 2012).

El procedimiento para calcular el módulo de finura se detalla en la tabla.

Tabla 6

Cálculo del módulo de finura

Tamiz	Porcentaje de la fracción individual retenida, en peso	Porcentaje acumulado que pasa, en peso	Porcentaje acumulado retenido, en peso
3/8"	0	100	0
Nº 4	2	98	2
Nº 18	13	85	15
Nº 16	20	65	35
Nº 30	20	45	55
Nº 50	24	21	79
Nº 100	18	3	97
Charola	3	0	
Total	$\sum X$		$\sum Y$

Fuente: Polanco (2012, p. 13) Prácticas de Laboratorio de Concreto.

Donde:

$\sum X$ = Es la suma de la fracción individual retenida igual a 100

$\sum Y$ = es la suma del porcentaje acumulado retenido

$$\text{Módulo de finura} = \frac{\sum Y}{\sum X}$$

c). Peso unitario (NTP 400.017)

- **Peso unitario suelto.** Se denomina peso unitario suelto cuando una sustancia seca se coloca suavemente en el recipiente hasta el punto de dispersión y luego se usa una barra plana de acero para determinar la masa (Cuizara, 2013). Se realiza llenando un depósito cuyo volumen es conocido y estable, el material se deja caer libremente a una altura, luego se pesa el molde con el material estableciendo la relación $P_{material}/V_{molde}$ en este caso se utiliza la Norma NTP 400.017.
- **Peso unitario varillado.** Se denomina peso unitario compactado cuando las

partículas están sometidas a presión, lo que aumenta la permanencia de las partículas totales y por tanto el valor de la masa unitaria (Cuizara, 2013). Se realiza idénticamente al anterior pero en esta ocasión el material es chuseado con una varilla de acero dentro del molde utilizándose la Norma NTP 400.017.

d). Peso específico (NTP 400.022)

El peso específico (densidad relativa) de un agregado es la relación del peso del material saturado superficialmente seco en aire dividido entre el volumen de masa y volumen de vacío (Polanco, 2012).

e). Porcentaje de absorción (NTP 400.022)

Cantidad de agua que absorbe el adherido inmerso en cierta cantidad de agua durante las 24 horas, expresándose en porcentajes cuya fórmula es la siguiente (Polanco, 2012, p. 16).

- **Ecuación**

Ecuación 1: *Ecuación del cálculo de absorción*

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{W_{SSS} - W_s}{W_s} \times 100 \%$$

Donde:

W_{SSS} = *material saturado superficialmente seco*

W_s = *material seco*

f). Contenido de humedad natural (NTP 400.010)

Es la cantidad de agua que tiene el agregado con respecto al peso seco del material expresado en (%). Se realiza antes de hacer una mezcla, con la finalidad de dosificar del agua a utilizar en el mezclado (Polanco, 2012, p. 17).

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{W_h}{W_s} \times 100 \%$$

Donde:

Hu = *Contenido de humedad*

$Wh = \text{Peso del agua}$

$Ws = \text{Peso del agregado seco}$

Agua

Para Sánchez de Guzmán (2001), en su libro tecnología del concreto y mortero, define al agua como un componente del concreto, que al unirse con el cemento provoca reacciones sintéticas que dan la propiedad de fraguar y endurecer y así formar un concreto único con los agregados (p. 57). Asimismo cualquier agua natural que sea potable es recomendable para el mezclado, fraguado saturado del concreto (Kosmatka et al., 2004, p. 95).

Agua de mezclado: Es una cantidad de agua que se aplica a cierto volumen unitario del concreto, al encontrarse en estado plástico la pasta debe tener una fluidez eficiente (Sánchez de Guzmán, 2001, p. 57). Para Neville (1995), la eficiencia del agua también rescata un papel importante, donde las materias orgánicas e inorgánicas u otros químicos que contenga en agua (depende de su cantidad) interfieren en el fraguado y resistencia del concreto que en cierta medida causan manchas en su superficie, y también pueden iniciar a la corrosión de los elementos de refuerzo. Por estas razones, se debe utilizar el agua limpia y libre de materia, es decir utilizar agua de consumo humano sin sabor ni color con pH (6 a 8) (p. 138).

A continuación se presentan límites para ser utilizados como agua de mezcla:

Tabla 7

Límites químicos permisibles para agua de mezcla

Concertaciones máximas en agua de mezcla	Limite	Normativas
A. Cloruro "Cl"		
A.1. En concreto pretensado, tableros de puentes	500 ppm	NTP 339.076
A.2. Concreto reforzados en ambientes húmedos	1,000 ppm	NTP 339.076
B. Sulfatos como SO ₄	3000 ppm	NTP 339.074
C. Alcalis como (Na ₂ O+0.658K ₂ O)	600 ppm	ASTM C 114
D. Solidos totales por masa	50,000 ppm	ASTM C 1603

Fuente: NTP 339.088 (2006) y (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016, p. 917).

Agua para lavado de agregados: Es la que se utiliza para retirar las impurezas y exceso de finos durante su pulverización, es decir ser lo bastante limpia para que no introduzca contaminación en el concreto (Sánchez de Guzmán, 2001).

Agua de curado: Es el más significativo, durante las etapas de tratamiento por aspersión y saturación y en la etapa de endurecimiento su principal objetivo es evitar la deshidratación, mejorar la hidratación del cemento y evitar la modificación prematura (Quiroz y Salamanca, 2006, p.65). Por otra parte es un suministro añadido para hidratar al cemento, depende constantemente de la humedad y temperatura (Sánchez de Guzmán, 2001, p. 59).

Se presenta límites permisibles del agua para curado y lavado de los materiales:

Tabla 8

Límites permisibles del agua de curado y lavado

Descripción	Límite
Carbonato de sodio y potasio	1,000 ppm
Cloruro de sodio	20,000 ppm
Sulfato de sodio	10,000 ppm
Sulfato SO ₄	3,000 ppm
Carbonato de calcio y magnesio, como ión bicarbonato	400 ppm
Cloruro de magnesio	40,000 ppm
Sulfato de magnesio	25,000 ppm
Cloruro de calcio (por peso de cemento en el concreto)	2 %
Sales de hierro	40,000 ppm
Yodato, fosfato, arsenato y borato de sodio	500 ppm
Sulfito de sodio	100 ppm
Ácido sulfúrico y clorhídrico	10,000 ppm
pH del agua	6 a 8
Hidróxido de sodio (por peso de cemento en el concreto)	0.5 %
Hidróxido de potasio (por peso de cemento en el concreto)	1,2 %
Azúcares	500 ppm

(Continuación)

Descripción	Límite
Partículas en suspensión del agua	2,000 ppm
Aceite mineral (por peso del cemento en el concreto)	2 %
Materia orgánica	20 ppm
Agua con algas	0 ppm
Agua de mar (para concreto no reforzado)	35,000 ppm
Agua de mar para concreto reforzado	No apto su aplicación

Fuente: Sánchez de Guzmán (2001, p. 67) Tecnología del Concreto y del Mortero.

2.2.1.4. Proceso de fabricación de bloques

Para la fabricación o elaboración de los bloques, se indica el procedimiento siguiente:

Clasificación y almacenamiento de los materiales, equipos y herramientas: Deben buscarse proveedores que aseguren el suministro constante de los materiales (cemento, agregado fino y poliestireno expandido), de esta manera se garantiza la homogeneidad de la mezcla, como también de los bloques a realizar (Régil, 2005, p. 3).

Dosificación de la muestra: Son las proporciones que se utiliza para especificar cantidad de los agregados (fino y grueso), agua y cemento que conforman la mezcla para la fabricación del bloque. Donde se pueden realizar dosificaciones por volumen (empleando materiales que se encuentran disponibles en la zona como baldes 20 litros, carretillas, moldes de acero y palanas) y dosificaciones por peso (empleando una balanza calibrada, además los sacos o baldes a emplear se debe descontar la tara) (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

- Antes de iniciar la dosificación verificar que el cemento no este pasado y que no presente bolas de endurecimiento.
- Se debe utilizar preferiblemente arena lavada o si en caso se utilice otro tipo de arena se debe consultar con el constructor a cargo.

Mezclado de los materiales: En el mezclado se definirán como primer punto el acopio de los materiales a utilizar seguidamente se dispondrán de la arena, luego se agrega material

grueso, donde se realizará una mezcla con una palana después del mezclado de los agregados incorporamos cemento en su área, nuevamente se realizará el mezclado de los materiales donde se realizara por lo menos 2 a 3 vueltas. Posteriormente se incorpora el agua realizando un manipuleo de los materiales uniformemente, dicha mezcla se debe voltear de 2 a 3 veces. El tipo de mezclado puede ser manual o mecánico dependiendo de la disponibilidad en el laboratorio donde se realizaran los diseños.

a). Mezclado manual: en este proceso de mezclado se incorpora cemento y agregado fino, se debe revolver con una palana, se debe esparcir la mezcla posterior a ello se debe incorporar agua en forma de lluvia, revuelva con la palana dando vueltas de izquierda a derecha hasta lograr una mezcla homogénea, la humedad se verifica hasta que la mezcla tenga una buena consistencia, el contenido de agua necesaria puede variar por el contenido de humedad que poseen los agregados.

- Se debe tener en cuenta que si se va a combinar la mezcla con agregados livianos, el lugar debe estar protegido de los fuertes vientos ya que estos pueden ocasionar que los materiales se puedan esparcir por toda el área. Verificar constantemente el contenido de humedad de la mezcla, para evitar que dicho diseño contenga demasiada agua y no pueda moldear.

En la siguiente figura se observa el mezclado manual:



Figura 6. *Mezclado manual*. Fuente: Elaboración propia (2021).

b). Mezclado mecánico: este proceso ayuda a agilizar el mezclado para la producción de bloques de concreto, utilizando una máquina mezcladora u hormigonera, debido a su abertura muy angosta, se emplea materiales como baldes o sacos para el cargado respectivo, por ello se debe verter la cantidad de arena necesaria, dispersar la cantidad de cemento necesario, girar la mezcladora y adicionar agua lentamente sobre la mezcla, posterior a ello detiene y se verifica la humedad de la mezcla y por último descargar el material a un recipiente o al piso donde se realizará el moldeo.

Las recomendaciones con respecto a la mezcladora según (CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A., 2010) son los siguientes:

- Es importante que en este proceso un persona este encargado específicamente de manejar la mezcladora.
- Antes de iniciar se debe verificar el funcionamiento y así evitar que se dañe en medio vaciado.
- Es importante verificar que esté perfectamente uniforme el asentado de la mezcladora, con la finalidad de evitar forzar el eje y que el equipo se perjudique en un plazo no estipulado.
- Debe estar abastecida de combustible y aceite.
- Debe garantizar una descarga de la mezcla, sin que se separen ingredientes.
- Una vez concluida el llenado, debe enjuagar la cuba de la mezcladora con bastante agua, para evitar la adherencia de pequeñas partículas de concreto y así tener un mezclado más liviano para su manipulación.

La siguiente figura se observa las máquinas mezcladoras mecánicas:

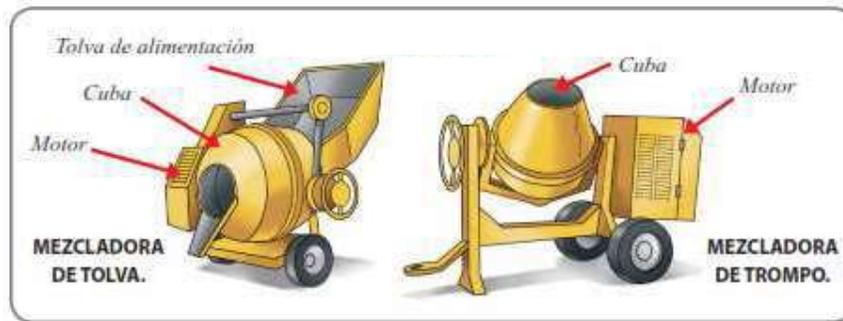


Figura 7. Mezcladoras de concreto 7, 9, 12 y 14 m³.

Fuente: CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A. (2010, p. 34).

Moldeado de los bloques: Se inspecciona que el prototipo esté en buenas condiciones y limpio, seguidamente colocamos la mezcla lista al molde (metálico o madera), se llena hasta una altura h para realizar la vibración o chuseado a la mezcla, para así evitar las cangrejeras o espacios vacíos en el bloque, así mismo se vuelve a colmar el molde hasta el nivel donde se procede a la compactación aplicando fuerzas homogéneas y paralelas hacia la parte de la superficie cogiendo el molde, una vez realizado el llenado hasta la superficie se procede a retirar el molde llevando a un área de fraguado.

Fraguado de los bloques: Los bloques fabricados deben permanecer estáticos en un lugar donde no lleguen los rayos del sol y la brisa del viento, con el propósito de que puedan fraguar sin secarse instantáneamente. Del mismo modo el tiempo de fraguado debe ser de 0.5 a 1 hora máximo pero lo recomendable es dejar el fraguado 12 a 24 horas. Si los bloques son expuestos al sol, estos perderán rápidamente su contenido de humedad y reducirá su resistencia mecánica en el cual provocará su fisuramiento.

Tratamientos

- **Saturación de los bloques:** Según Cedeño et al.,(2016) explica que la saturación consiste en mantener los bloques durante 7 días en el interior de un recipiente que contiene agua, de esa manera obtener resultados satisfactorios a la compresión como también propiedades adecuadas para su uso.
- **Aspersión de los bloques:** consiste en curar los bloques en forma superficial.

- **Sin tratamiento:** Consiste en almacenar los bloques luego de fraguar, es decir no utilizar agua para su tratamiento.

Secado y almacenamiento de los bloques: El secado de los bloques fabricados se coloca por pabellones en lados abiertos para la libre circulación de aire y protección contra el tiempo, el lugar destinado para acopio de los bloques debe ser totalmente cubierto para evitar que se humedezcan por la lluvia de tal manera que llegue a su resistencia máxima a los 28 días, en caso que el local no se encuentre cubierta por techo, se debe lograr proteger con plásticos. Por otro lado Régil, (2005) informa que los bloques deben almacenarse en un máximo de siete filas, además no es recomendable distribuir los bloques antes de la semana de su elaboración y así no tener problemas en el desprendimiento de los materiales (p. 5).

A continuación se presenta un esquema del proceso de fabricación de los bloques de cemento, desde la extracción de los agregados hasta el despacho del producto.

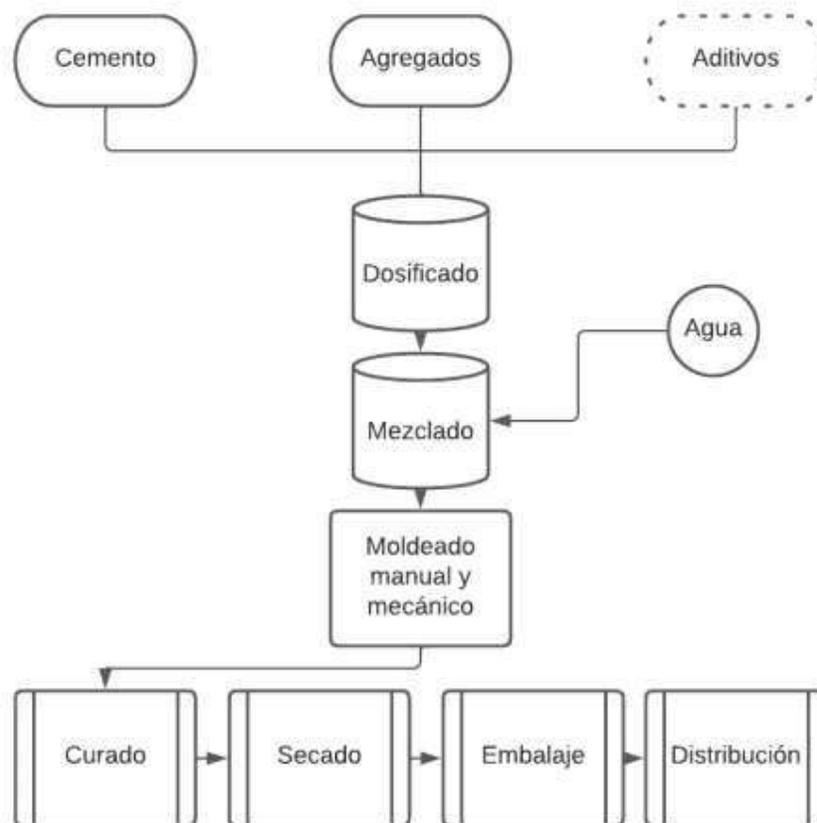


Figura 8. Procedimiento a seguir en la fabricación de un bloque.

Fuente: Vargas (2005, p. 99) Albañilería estructural.

2.2.1.5. Usos de los bloques de concreto

Los bloques pueden ser utilizados para viviendas unifamiliares, para viviendas multifamiliares, para cerramientos perimetrales, para construir fincas y casas campestres, es muy utilizado para la construcción de centros comerciales y áreas de alto tráfico (Olaya, 2019). Así mismo Ramírez, (2017) menciona que los elementos son idóneos para construcciones de hasta dos plantas y también es utilizado para decorar interiores de las casas (maceteros o muebles).

Duran, (2017) alude que los bloques son empleados para soporte de carga estructural, decorativa, pasos en parques y jardines, bordes, pavimentos, etc. También se utiliza en la construcción de piscinas que sirven como encofrado (Barcia et al., 2020).

Los bloques de concreto de albañilería no estructural son utilizados para la subdivisión de viviendas llamados tabiquería, son utilizados para la construcción de cercos perimétricos ya sea de una vivienda, un terreno o cualquier otra índole y son utilizados para parapetos y voladizos dichos elementos solo transmiten su propio peso.

Arrieta y Peñaherrera, (2001) menciona que en la utilización de los bloques se necesita realizar cuatro pasos y son las siguientes: primero para la fabricación de los bloques se necesita de materiales usuales piedra partida, cemento, arena y agua; siendo esto posible su producción en obra ahorrando el costo de la importación, las cuales son favorables para su autoconstrucción. Segundo presenta ventajas por la rapidez de realizar la ejecución, es decir solo se necesita 12 bloques para la construcción de un metro cuadrado; al realizar piezas de buen acabado se puede ahorrar en el tarrajeo y pintado. Tercero, en cuanto a la resistencia los muros principales de arcilla tienen un espesor de 25 cm, sin embargo utilizamos bloques de menor espesor con igual resistencia, ocasionando mayor espacio para la distribución de los ambientes. Cuarto, en la cuanto a la mano de obra tiene que ser capacitada y calificada para su autoconstrucción (p. 6).

Ventajas y desventajas de los bloques:

Olaya, (2019) comenta sobre las ventajas y desventajas que existentes en los bloques de

concreto u hormigón las cuales se detalla a continuación:

- Menor consumo de mortero en el asentado.
- Reduce el período de construcción de una obra.
- Menor mano de obra en la construcción de un muro.
- Facilita la instalación de tuberías hidráulicas y eléctricas en el interior de los muros.
- Altas propiedades termo acústicas.
- Pueden ser utilizados en muros si necesidad de columnas.
- Es buen inhibidor de incendios (es decir evita que se propague el incendio).
- Si se emplea el bloque como columna, ahorra el encofrado.
- Menor costo por metro cuadrado de muro.
- Difícil de cortar el bloque.
- No es atractivo para las personas.

2.2.1.6. Norma E .070 albañilería

Características usuales

- a) Se menciona ladrillo aquel cuyas características ancho, largo, alto y peso propio requiere que sean operadas por una sola mano. Se denomina bloque de cemento o concreto a aquel elemento por sus características de ancho, largo, alto y peso requiere que sea manipuladas por las dos manos.
- b) Las unidades mencionadas en la normativa están elaborados con materiales como

arcilla, sílice – cal o concreto, como materiales directos.

- c) Los bloques y ladrillos según su forma pueden ser sólidos, huecos, alveolares o cilíndricos y que pueden ser fabricados de forma artesanal o mecánica.
- d) Los bloques y ladrillos de concreto serán manipulados posteriormente de conocer su resistencia a la compresión específica y su estabilidad volumétrica, en los casos de los elementos curados por aspersión y saturación el plazo mínimo para su despacho debe ser de 28 días.

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006).

Pruebas

Se realizan pruebas de muestreo al azar, de acuerdo a la cantidad que se tiene por ejemplo en 50 millares se cogen diez unidades para observar sus dimensiones, su resistencia y absorción (RNE, 2006).

Aceptación de las unidades de albañilería

- Si las unidades de albañilería presentan más del veinte por ciento (20 %) de dispersión en los resultados producidos industrialmente o cuarenta por ciento (40 %) para los bloques producidos manualmente, se deben ensayar otra muestra y si persiste el esparcimiento de resultados se refutará la cantidad de unidades.
- La absorción de los ladrillos de arcilla no debe ser mayor que veintidós por ciento (22 %) y las unidades de concreto estructurales deben tener una absorción menor al doce por ciento (12 %), además en los bloques de concreto no estructurales su absorción no debe ser mayor que quince por ciento (15 %).
- El espesor mínimo de las caras laterales de los bloques estructurales será de 2,5 cm y para los bloques de albañilería no estructural su espesor mínimo es 1,2 cm.
- Los bloques o ladrillos no deben tener materia orgánica o extrañas en la superficie o interior, como gujarros, conchuelas, astillas de árbol.

- Las unidades de arcilla deben estar bien cocidas con color semejante y no debe mostrar vitrificaciones. La unidad mencionada al ser golpeado con un martillo u objeto similar producirá un sonido metálico.
- Las unidades de albañilería estructural y no estructural, no tendrán grietas, fracturas, hendiduras u otros defectos similares que debiliten su durabilidad o resistencia a la compresión y tracción.
- Los bloques de albañilería estructural y no estructural, no tendrán borrones blanquecinos de origen salitroso o de otro tipo que afecte su uniformidad.
(RNE, 2006).

2.2.1.7. Albañilería no estructural

Son muros no portantes que no reciben carga vertical entre ellos tenemos: cerco perimétrico, parapetos, tabiquería y voladizos, cuyos elementos se deben diseñar para cargas perpendiculares a su plano, originadas por el viento, sismo o cualquier carga de esfuerzo, además no deben ser diseñados para trabajos sísmicos coplanares debido a que su aglomeración es mínima y genera fuerzas de inercia pequeñas en cotejo con su resistencia a la fuerza cortante (Bartolomé et al., 2020).

Los cercos perimétricos son utilizados como elementos de cerradura en linderos de una construcción, de estructuras de bombeo, de un terreno. Asimismo los tabiques son manipulados como elementos delimitantes en los edificios, los parapetos son utilizados como barras de escaleras, cierres de azoteas, etc y los voladizos son utilizados para cerrar en los balcones a un altura promedio con la finalidad que la persona no se pueda desplomar (Bartolomé et al., 2020).

En el entorno los muros de tabiquería son hechos de albañilería con buenas propiedades térmicas, acústicas y resistentes. En la mayoría de los casos se maneja mortero de baja eficacia y unidades cilíndricas (perforado paralelo a la cara de asentado), conocido con el nombre de ladrillo pandereta, cuyo propósito es aliviar el peso propio de la estructura, generando disminución de las fuerzas sísmicas. Sin embargo si la tabiquería no ha sido separado de la estructura principal haciéndolo flotante, este se producirá la interacción

tabique – estructura en plano del pórtico soportando carga de los elementos (Bartolomé et al., 2020).

Del mismo modo la (Norma E.070, 2006) precisa que la albañilería no estructural está compuesto por cercos perimétricos, parapetos, tabiques y voladizos cuyos elementos llevan cargas procedentes de su propio peso como también cargas transversales a su plano, estos pueden ser diseñados con unidades alveolares, apilables, huecas, solidas o tubulares.

2.2.2. Poliestireno expandido

2.2.2.1. Definición

Según Ramos, (1988) citado en Quintero, (2013) precisa al Poliestireno Expandido (EPS) como un material rígido lleno de aire, que proviene del polímero poliestireno con un agente expansor diferente a los compuestos fluorados de carbono, por lo tanto no significa ningún riesgo hacia el medio ambiente (p 18). ANAPE, (2020) expresa que es un material flexible celular y rígido elaborado a partir del moldeo de perlas pre expandidas, además contiene un agente de expansión y presenta un modelo cerrado lleno de aire. El método más recomendable de reciclar el poliestireno una vez recogido, es triturar mecánicamente, mezclar con material nuevo y por ultimo volver a formar bloques (planchas), mismos que puedan llegar a contener un cincuenta por ciento (50 %) de material metamorfoseado o una vez triturado puede ser empleado como agregado fino en pequeños porcentajes (Sierra, 2014, p. 38).

La producción de plásticos en el mercado va en aumento, en el continente Asiático se produce el 51 %, China produce más de la mitad con el 31 %, en segundo plano se encuentra Norte América con el 19 %, le sigue Europa con 16 %, África con 7 % y América Latina con el 4 % (PlasticsEurope, 2020).

2.2.2.2. Proceso de obtención del poliestireno expandido

El Poliestireno Expandido (EPS), consiste en pequeñas perlas de poliestireno que se derivan del estireno mediante un proceso de polimerización. La calidad de la espuma del EPS se ve

afectada por la distribución del tamaño de las perlas. Después de la polimerización, el EPS se engendra con un agente de expansión como pentano y hexano (Sulong et al., 2019, p. 1). Consta de tres etapas: pre expansión, maduración y moldeo. En la primera etapa se calienta con vapor de agua, lo que produce un doble efecto, ablandamiento de las perlas por consecuencia de la dilatación del pentano que se encuentra dentro de las perlas obtenidas (Ramón, 1988) citado en (Quintero, 2013, p. 19). Por otro lado (Tessari, 2006, p. 26) y (Peláez, 2015, p. 9) enfatizan que las perlas alcanzan hasta cincuenta veces su tamaño normal (volumen). En la segunda etapa se refrigeran y afianzan las perlas pre expandidas, condensándose el pentano e introduciéndose aire y la última etapa se llena de las perlas pre expandidas, se cierra y se calienta inyectando vapor de agua. El pentano residual con aire se dilata ocasionando que el EPS sea blando y expanda, produciéndose una distorsión de las perlas, invadiendo los espacios vacíos entre ellas y ensamblándose entre ellos, invadiendo la forma del prototipo en una distribución multicelular (Ramón, 1988) citado en (Quintero, 2013, p. 19).

En la imagen se esquematiza el proceso de fabricación del poliestireno:

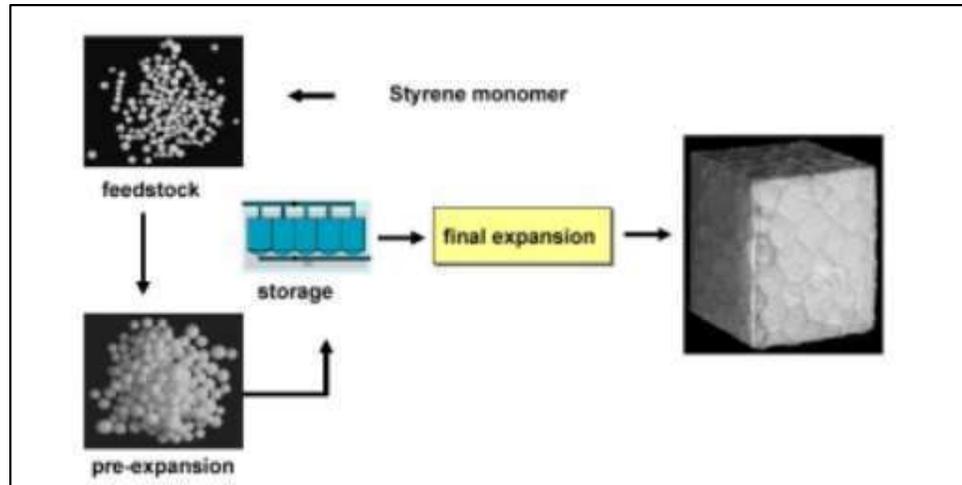


Figura 9. *Proceso del poliestireno expandido*. Fuente: Yücel et al., (2003) Thermal insulation properties of expanded polystyrene as construction and insulating materials.

2.2.2.3. Propiedades del poliestireno expandido (EPS)

Propiedades físicas

Para las sus propiedades físicas (ANAPE, 2011) menciona las siguientes:

- a. **Densidad:** Son ligeros con densidades que oscilan entre (10 – 50) kg/m³.
- b. **Resistencia mecánica:** Es resistente a la compresión por deformación de 10 %, resistente a tracción, flexión.
- c. **Aislamiento térmico:** Presenta una muy buena capacidad de aislamiento frente al calor y frío debido a que está formado por 98 % de aire y 2 % de materia sólida, encontrándose el aire en reposo un excelente aislamiento térmico.
- d. **Conducta frente al agua:** El poliestireno expandido no es absorbente inclusive sumergido completamente en agua su absorción oscila entre 1 % y 3 %.
- e. **Estabilidad frente a la temperatura:** El material puede utilizarse en distintos ambientes sin que sus propiedades se vean afectadas.

Propiedades químicas

El EPS es seguro frente a muchos productos químicos, pero existen algunas excepciones como es el caso que se utilicen adherentes como el petróleo y sus derivados, estos pueden fundir al poliestireno (Textos científicos.com, 2005). Los materiales de densidad baja son atacados con mayor facilidad con respecto aquellos materiales con densidad elevada (EUMEPS Construction, 2003, p. 47).

Se aplican una escala de criterios del 0 (sin cambios) al 5 (severamente dañado)

+ = Sin cambios (≥ 0) = resistente,

\pm = Cambio ligero (≥ 2) = resistencia limitada (pequeño cambio dimensión)

– = Severamente dañado (≥ 5) = no resistente

En la siguiente tabla, se observa el comportamiento químico del Poliestireno Expandido (EPS):

Tabla 9

Comportamiento químico de los EPS

Sustancias	Escalas
Solución salina (agua de mar)	+
Álcalis	+
Gases licuados (excepto dióxido de sulfuro)	+
Ácidos diluidos	+
Ácido clorhídrico (36%), ácido nítrico (65%)	+
Ácidos concentrados (excepto propano 99% y acético 96%)	+
Ácidos débiles	+
Misceláneas sustancias orgánicas (excepto aceite de oliva)	-
Vaselina	-
Aceites de parafina	±
Aceite de diésel	-
Materiales de construcción inorgánicos	+
Alcoholes (metanol, etanol)	±
Gasolina normal	-

Fuente: EUMEPS, (2003, p. 48) Libro Blanco del EPS y Sulong et al., (2019) Application of expanded polystyrene (EPS) in buildings and constructions

Propiedades biológicas

El EPS no es alimenticio para los microorganismos, tampoco es atacado por las bacterias existentes en el suelo; el poliestireno expandido no se pudre, no se oxida, es decir puede ser utilizado en cualquier tipo de embalaje. Además no es contaminante cuando ingresa en contacto el agua (ANAPE, 2011) y (Textos científicos.com, 2005).

2.2.2.4. Usos y aplicaciones del poliestireno expandido

De acuerdo a Chemical Economics Handbook, Poliestyrene IHS Markit, en el mercado el poliestireno ha aumentado su consumo en un 91 % desde el año 2001 al 2015, siendo el mayor consumidor el continente de Asia 53 %, Europa con 27 %, Norte América 9 % y el resto de los países con 11 % (*INICIATIVA CON PROYECTO DE DECRETO POR EL QUE SE REFORMAN LOS ARTÍCULOS 7, 19, 33, 98 Y 106 DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS, EN MATERIA DE RECICLAJE DE UNICEL*, 2016).

Así mismo Chemical Economics Handbook, Poliestyrene IHS Markit, menciona que en Asia se utiliza el poliestireno en construcción el 49,6 %, en empaque y embalaje 47,3 % y el excedente se aplica en otros productos; en Europa cerca del 80 % del pliestireno expandido es aplicable en sector construcción y el 20 % para empaque y embalaje; asimismo en Norte América el consumo en construcción es del 41 %, el excedente se utiliza para empaques y embalajes, en el resto del mundo o países se utiliza 54,20 % en construcción, 33,7 % en empaque y el excedente que es un 12,10 % se utiliza en otros (*INICIATIVA CON PROYECTO DE DECRETO POR EL QUE SE REFORMAN LOS ARTÍCULOS 7, 19, 33, 98 y 106 DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS, EN MATERIA DE RECICLAJE DE UNICEL, 2016*).

a) Empaque y embalaje:

El EPS es un material muy manejado en el envasado y embalaje debido principalmente a sus característica de defensa contra impactos y propiedades de aislamiento térmico, así como su agilidad y habilidad de adaptarse a cada producto para proteger, también es utilizado en productos (alimentación, electrodomésticos, sistemas informáticos) (Samper et al., 2008). Este material se puede amoldar a cualquier forma, combinando espesores de pared y densidad. Por otra parte, la ligereza disminuye los costos de traslado y mano de obra. En aquellos productos que requieren una temperatura estable, por ejemplo pescado pueden ser conservados con EPS estos actúan como cámaras de aire independiente aislándolo térmicamente. El poliestireno expandido es inofensivo, no favorece el crecimiento de hongos y bacterias, además en olor y sabor son neutros (QuimiNet.com, 2006).

b) Como agregado liviano:

Los hormigones ligeros se producen agregando materiales ligeros como vermiculita, piedra pómez, poliestireno expandido, arcilla y un material (agente) incorporador de aire, además la resistencia a la compresión del hormigón con perlas de tecnopor, se rige por la cantidad de material que se incrusta en su mezcla seguidamente de la relación agua cemento (Sulong et al., 2019). Según Schackow et al.,(2014) el hormigón ligero con EPS tiene mayor resistencia y es más ligero que la vermiculita. Además la resistencia del concreto aumenta a medida que aumenta la densidad de los materiales (Sulong et al., 2019).

c) Azulejos y molduras decorativas:

Las molduras decorativas sirven para mejorar la estética o visión de un edificio, asimismo el poliestireno expandido ha reemplazado en los últimos años a las piedras como moldura decorativa en el rubro de la construcción (Sulong et al., 2019).

d) Utilización como paneles:

El poliestireno expandido se utiliza como paneles para aislar el ruido y además para aislar el calor o frío según el lugar donde se utiliza (ANAPE, 2011).

e) Relleno:

El poliestireno expandido se utiliza como relleno para reducir el peso del terraplén, se utiliza como relleno para estribo de puentes y en ensanchamiento de carreteras. Otro punto importante es la espuma del poliestireno expandido, se utiliza para estilizar pendientes en terreno montañosos (Sulong et al., 2019).

La construcción con poliestireno expandido genera una gran escala de aplicaciones, entre las cuales se pueden marcar rellenos ligeros sobre suelos flácidos, bajo de presión lateral sobre estructuras de contención, disminución de cargas en alcantarillas de cajón y otras estructuras rigurosas, disminución de asentamiento de relleno de estribos y reparación de trochas en zonas con pendiente pronunciada (Zamora y D, 1997). Además de ello se aplican como planchas de drenaje, pantalanés, isletas, jardines flotantes y pequeños puentes (ANAPE, 2011).

Ventajas y desventajas del poliestireno expandido (EPS)

Las ventajas y desventajas de poliestireno expandido según Duškov, (2000) son las siguientes:

- Bajo peso volumétrico.
- Se abastece en bloques que se puedan manipular fácilmente a mano debido a su bajo peso.
- En carreteras se instalará a una hondura 0,50 m para que esta no sea afectada por animales.
- Debido a su alto contenido de aire es un excelente aislamiento térmico.

- Es resistente a cambios climáticos.
- No es resistente a la gasolina y sus derivados.
- No extrae lixiviación.
- Es reciclable al 100 %.

2.2.3. Definición de términos

Agregados. Son fragmentos comúnmente rocosos, cuyos objetivos específicos son disminuir mezcla y dotarla de ciertas peculiaridades propicias, entre las cuales se recalca la rebaja de la corrección de fraguado (Porrero et al., 2009, p. 61).

Aislamiento térmico. Material usado en la construcción que establece una barrera al paso del calor.

Albañilería no estructural. Llamado también muros no portantes aquellos elementos que no transmiten carga, son utilizados como cerco perimétrico, tabiques y parapetos.

Aspersión. Tratamiento que se da los bloques o probetas empleando agua por la superficie puede ser manguera, balde, etc.

Bloque de concreto. La (NTP 399.602, 2002) estipula que es una pieza prefabricada con cemento y áridos ya sean oriundos o artificiales, que pueden ser huecos (con 75 % de masa bruta) y solidos con 100 % de sección bruta, además de ello sus distancias son menores a 60 cm.

Consistencia. Es el humedecimiento de la mezcla que considera el total de agua empleada o utilizada en dicha mezcla.

Construcción. Hace referencia a construir, edificar, fabricar o desarrollar una obra de ingeniería o edificación.

Dosificación. Son las proporciones que se maneja para especificar compensaciones de los agregados (fino y grueso), agua y cemento que satisfacen la mezcla.

Mano de obra. Esfuerzo tanto físico como mental que se emplea durante el transcurso de la producción de un bien, utilizando mano calificado o no calificado dependiendo al tipo de trabajo a realizar.

Mezcla. Son las cantidades de materiales en peso o volumen de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua.

Muros portantes. Aquellos muros que soportan carga de la estructura que lo distribuye hacia los cimientos.

Reciclaje. Proceso que consiste en someter a un producto ya utilizado de un solo uso o varios a un ciclo de proceso general o parcial para obtener un ingrediente primo o un distinto beneficio.

Saturado. Tratamiento que se da a los bloques o probetas sumergiendo en su totalidad en el agua por un periodo de 7 días.

Sin curar. Tratamiento que se da los materiales a secarse en la intemperie.

Trabajabilidad. Es la habilidad que presenta el concreto en estado fresco para ser combinado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones, dicho esto está ligado a la prueba del slump (cono de revenimiento) por su facilidad y manejo de la mezcla.

CAPITULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Hipótesis principal

Ha: Es posible evaluar el diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.

Ho: No es posible evaluar el diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.

3.2. Hipótesis específicas

→ Al determinar la dosificación necesaria es posible obtener bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.

→ Al determinar la resistencia a la compresión es posible diseñar bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.

→ Es posible determinar la diferencia de costos entre los bloques convencionales y los bloques con poliestireno expandido.

3.3. Variables e indicadores

3.3.1. Variable independiente

Bloques de albañilería

3.3.2. Variable dependiente

Poliestireno expandido

3.4. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables se enfoca en la variable independiente y dependiente, se muestra a continuación:

Tabla 10

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Bloques de albañilería	Elementos prefabricados de concreto que se utilizan como solución en edificaciones.	Elementos que se utilizan en la construcción de muros, tabiquerías y cercos perimétricos.	Resistencia Durabilidad Absorción Económico Liviano	MPa (kg/cm ²) Tiempo % S/ kg
Poliestireno expandido	Material plástico celular y rígido derivado del petróleo, textura de color blanco.	Material de construcción que se utiliza como rellenos sanitarios.	Densidad Resistencia Acústico Adherencia	kg/m ³ MPa (kg/cm ²) Sonido %

Fuente: Elaboración propia (2021).

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Diseño de ingeniería

La presente investigación está enmarcado en la línea de construcción y gestión de edificaciones, aplicado en el campo, materiales de construcción con un enfoque cuantitativo y cualitativo, un diseño cuasi experimental, empleándose un alcance descriptivo.

Cuantitativo: Es un método basado en la formulación y demostración de las hipótesis planteadas por intermedio del diseño experimental, es decir a partir de la teoría, recolección de los datos estudiados y los resultados (Mousalli, 2015).

Se tendrán cantidades y porcentajes desde el momento que se extrae el material del lugar de extracción para estudiar sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, así mismo cantidades que se utilizaran en la dosificación del bloque que posteriormente se llevara a la aplicación de la rotura de las mismas calculando cantidades y verificar si cumple el diseño utilizado, además de ello se realizará un análisis de costos unitarios (APU) para saber el precio del diseño.

Cualitativo: Para (Arias, 2012) este método está fundamentado en las características que se formulan por intermedio de un enunciado, además estas investigaciones no se basan en cantidades sino en la forma que está compuesto dicho prototipo (p. 58).

Se estudiarán sus características físico – mecánicas y químicas del agregado fino en el laboratorio del PEAM, para ser utilizados en el diseño de mezcla del bloque y ver su comportamiento que tiene el poliestireno expandido con los demás ingredientes (cemento, agregado fino, agua). Así mismo nos facilitará ver la información, forma, textura y terminado que pueda tener los bloques.

Cuasi experimental: Se manejan como mínimo una variable independiente para contrastar el efecto que tiene en las variables dependientes, se diferencia del experimento “puro” en el grado de confianza que se selecciona las muestras, los sujetos no se asignan al azar y no

siempre pueden estar empatados, ya que están seleccionados antes del ensayo (Hernández et al., 2014, p. 151).

Las muestras ya están dados para cada grupo al que pertenece antes de aplicar su respectiva rotura de bloques, es decir de los 48 bloques seleccionados cada uno de ellos ya está asignado.

Descriptiva: Buscan detallar las propiedades, las características de los objetos que se someten a un análisis o estudio, detallando el procedimiento que se realizará en todo el proceso de la investigación para entender mejor lo que se desea transmitir (Gómez, 2006, pp. 65-68).

Los bloques aplicando porcentajes de poliestireno expandido tienen una forma rectangular de dimensiones ancho x largo x alto (12 cm x 39 cm x 19 cm) con dos perforaciones de ancho x largo x alto (7 cm x 15 cm x 19 cm) obteniendo un volumen bruto del molde 4902 cm³, las cuales será utilizado como diseño del presente trabajo de investigación.

$$\text{Volumen bruto} = (12 \text{ cm} \times 39 \text{ cm} \times 19 \text{ cm}) - 2 (7 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 19 \text{ cm}) = 4902 \text{ cm}^3$$

4.2. Población, muestra y muestreo

Población: Población es el conjunto de elementos que se desea conocer o estudiar, está constituido por personas, animales, registros médicos, historias clínicas, etc. (Ventura-León, 2017) y (López, 2004). La población de estudio es finita, planteada a partir de un metro cúbico material para el diseño de bloques.

$$n^{\circ} \text{ de bloques en } 1 \text{ m}^3 = \frac{1000000 \text{ cm}^3}{4902 \text{ cm}^3} = 204 \text{ bloques}$$

Muestra: La muestra es una cantidad del universo o población del cual se recogen datos probabilísticas y no probabilísticas (Hernández y Mendoza, 2018, p. 196) y (Hernández et al., 2014, pp. 173-176).

Asimismo se utilizará la siguiente fórmula para determinar el tamaño de la muestra:

- **Ecuación**

Ecuación 2: *Cálculo del tamaño de la muestra*

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Fuente: Aguilar (2005) Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud.

n = Tamaño de la muestra	→ n calcular
N= Tamaño de la población (1 m ³)	→ 204 bloques
Z= Nivel de confianza (95%)	→ 1.96
p= Posibilidad que ocurra un suceso estudiado (éxito)	→ 0.90
q= Posibilidad que no ocurra un suceso estudiado (1-p)	→ 0.10
d= Error de estimación utilizado	→ 5 %

Se analizará una muestra de 82 bloques de concreto en este estudio.

El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia, donde el investigador selecciona los objetos que se encuentren disponibles las cuales integrarán la muestra (López, 2004). Se aplicó este tipo de muestreo para reducir el costo en la ejecución de la tesis, de los 82 bloques se separó en cuatro grupos de 20 con los porcentajes indicados y de cada grupo se extrajo 12 bloques para el 0,00 % de poliestireno expandido, 12 bloques al 0,05 % de poliestireno expandido, 12 bloques al 0,15 % de poliestireno expandido y 12 bloques al 0,25 % de poliestireno expandido, de todo lo mencionado se suma una cantidad de $12 \times 4 = 48$ bloques las cuales serán sometidos a la compresión en los 7, 14, 21 y 28 días.

4.3. Métodos y técnicas del proyecto

Las técnicas a utilizar en el proceso de la investigación se presentan a continuación:

Observación: (Arias, 2012), describe a la observación como una técnica para representar o captar por medio de la visión de carácter técnico, cualquier hecho, anómalo o contexto que se origine en la naturaleza o en el entorno, en base a los objetivos de investigación planteados (p. 69). Por su parte (Hernández et al., 2014), comenta que es una exploración sistemática,

legítima y confiada de comportamientos y situaciones visibles, a través de un conjunto de clases y subcategorías (p. 252).

La observación es la principal forma de acercamiento con los modelos que van a ser experimentados, por el cual se tomó como base los acontecimientos que ocurren en todo su contexto. Se visualizó la cantera Yarinal 04 para extraer el material y llevado a estudiar sus propiedades para ser utilizado en el diseño de bloques aplicando poliestireno expandido.

Encuestas: Conjunto de interrogantes con relación a una o varias variables a medir, en el cual debe ser conforme con el planteamiento del problema y la hipótesis a seguir, dicha herramienta es el más utilizado para su recolección de datos (Hernández et al., 2014, p. 217).

Los cuestionarios que se plantean en dicha investigación son dicotómicas, es decir son dos tipos de respuestas “sí” y “no”, utilizándose una cantidad de 40 interrogantes, repartidos 25 para la variables bloques de albañilería y 15 para la variable poliestireno expandido esto será aplicado a un muestreo por conveniencia de 50 personas, con el fin de ver el conocimiento que tiene la población a cerca de los bloques de concreto y los materiales para su elaboración planteados para cada variable y además conocer sus ventajas y desventajas al ser utilizado en el proceso constructivo.

Análisis documental: Para (Peña y Pirela, 2007) expresa que es un proceso imaginado por el individuo como medio para organizar y simbolizar el conocimiento registrado en las documentaciones, la acción de este proceso se centra en los datos plasmados en dichos documentos, normativas, fuentes de información como bibliografías y pruebas de laboratorio.

Instrumentos: Es cualquier recurso, dispositivo o formato (papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar y almacenar información (Arias, 2012, p. 68), los instrumentos son esenciales en el proceso de la investigación para corroborar lo que se ejecuta, de acuerdo a la técnica que se emplea.

Se presenta algunos instrumentos que se ha utilizado como: diario de campo para registrar la información recopilada, cámara fotográfica y video para registrar los datos y procedimientos que se realiza en la ejecución, cuestionario en forma escrita para recolectar

información del muestreo no probabilístico – intencional de la población de Nueva Cajamarca.

Además se ha utilizado Microsoft office Word y Excel para registrar la información y procesamiento de los datos de la investigación, software autodesk AutoCAD instrumento para realizar el diseño del bloques de concreto, Google Earth pro para realizar la ubicación y recorrido de la cantera donde se extrae el material.

Tabla 11

Métodos y técnicas del proyecto

Métodos	Técnicas	Fuente
Bloques de albañilería	Elaboración	Norma E.070
Estudio de mecánica del agregado	Laboratorio	NTP
	Ensayos físicos y químicos	ASTM
Diseño de mezcla para bloques	1:4 (bloques no estructurales)	Norma E.050
Resistencia a la compresión	Observación	Estudio de mecánica del agregado
Análisis presupuestal	Análisis de precios unitarios (APU)	ASTM C 39
		CAPECO

Fuente: Elaboración propia (2021).

4.4. Diseño estadístico

La prueba estadística que se utilizará es el test χ^2 (Chi Cuadrado), la cual evaluará la hipótesis acerca de la correlación entre dos variables categóricas y determinar el grado de aceptación y rechazo (Hernández et al., 2014, p. 318).

4.5. Técnicas y herramientas estadísticas

La técnica estadística, análisis de varianza, en el cual se emplea el formato de registro técnico y de trabajo, además para el procesamiento estadístico de datos se utilizará el software Excel.

CAPÍTULO V: DESARROLLO EXPERIMENTAL

5.1. Pruebas de campo, ensayos, prototipos y modelamiento

5.1.1. Pruebas de campo

La finalidad de las pruebas de campo es para la recolección de muestras para determinar sus propiedades físico – químico y mecánico del agregado fino proveniente de la cantera Yarinal 04 – del rio Naranjos.

Cantera Yarinal 04: Pertenece al afluente del rio Naranjos, ubicado en el caserío Yarinal, distrito de Pardo Miguel, provincia de Rioja, región San Martín.

Ubicación: La cantera Yarinal 04 se encuentra en el caserío de Yarinal, localizado en la zona 18 sur (18S) con coordenadas universal transversal de marcador (UTM) N= 9369150,381 m E= 225182,853 m con una altitud Z= 893,85 m s. n. m los datos se han tomado en la parte central de la cantera del rio Naranjos.

Accesibilidad: Para llegar a la zona de extracción de la cantera Yarinal 04 por vía terrestre se tiene las siguientes alternativas, en el primer tramo se tiene la carretera Fernando Belaunde Terry que está comprendido entre el distrito de Nueva Cajamarca hasta el distrito de Pardo Miguel con una distancia aproximada de 32,20 km, el segundo tramo es una carretera afirmada que inicia desde la localidad de Naranjos hasta el cruce de la cantera con dirección al caserío Alto Mayo cuya longitud promedio de 5,00 km y por último se tiene una trocha carrozable desde el cruce de la carretera que se dirige al caserío Alto Mayo hasta la cantera Yarinal 04 con una longitud aproximada de 0,67 km, se tiene un recorrido y tiempo total desde la ciudad de Nueva Cajamarca hasta la cantera Yarinal 04 de 37,87 km.

Disponibilidad: Disponibilidad limitada – cantera perteneciente a propiedad privada

Extracción de muestra del agregado: Para la extracción de la muestra del agregado fino se emplearon herramientas y materiales como: palana, zaranda, balde de 20 L y sacos para el deposito del material.

Reconocimiento del terreno: De acuerdo al reconocimiento de la zona de exploración del terreno de la cantera Yarinal 04, se obtuvieron muestras representativas con la finalidad de realizar estudios y saber cuáles son sus propiedades mecánicas de dicho material, de esa manera aplicarlo en el diseño de bloques de albañilería no estructural.

Recolección de muestras: De la cantera Yarinal se extrajo muestras representativas, las cuales seguidamente fueron trasladados al laboratorio de suelos y concreto del PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo), la norma a emplearse para el muestreo fue ASTM D75.

Se presenta el resumen general de la cantera Yarinal 04 en la siguiente tabla:

Tabla 12

Resumen de las características de la cantera Yarinal 04 - Naranjos

Cantera “Yarinal 04”	
Propiedad	Privada
Ubicación	Caserío Yarinal
Área	10285,43 m ²
Potencial	28143,90 m ³
Uso	Material para obras de concreto armado
Tipo de material	Hormigón
	E=225182,853 m
Coordenadas UTM de la cantera	N=9369150,381 m
	Z= 893,850 m s. n. m
Distancia Nueva Cajamarca - Cantera	37,87 km
Acceso	Se tiene una carretera pavimentada, una carretera afirmada y trocha carrozable. Desde Nueva Cajamarca – Cantera Yarinal 04.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Asimismo en la figura 10 se presenta el material de la cantera Yarinal 04.



Figura 10. *Extracción de material de la cantera. Fuente: Elaboración propia (2021).*

5.1.2. Ensayos físicos, mecánicos y químicos del agregado fino en el PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo) – Nueva Cajamarca

Para los presentes ensayos se emplearon la Normas Técnicas Peruanas (NTP) y Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM). Al mismo tiempo se presentaran a los ensayos correspondientes en el laboratorio:

Cantidad de material que pasa por el tamiz N° 200

Para ejecutar el ensayo se utilizó la Norma Técnica Peruana (NTP 400.018), consistió en determinar la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200, arcillas, agregados muy finos y materiales solubles en el agua, a pesar de ser indeseables se tolera cierto porcentaje, esto ocasiona un aumento en el requerimiento de agua teniendo como probables consecuencias la disminución de la resistencia (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, [MTC] 2016, p. 296).

Humedad natural

Para el ensayo se usó la Norma (NTP 339.185), consistió en determinar el porcentaje total de humedad evaporable (MTC, 2016, p. 362).

En la figura 11 se presenta el procedimiento de elaboración del ensayo de humedad natural del agregado fino.



Figura 11. *Ensayo de humedad natural del agregado fino.* Fuente: Elaboración propia (2021).

Absorción del agregado fino

Para ejecutar el ensayo se utilizó la Norma (NTP 400.022), consistió en determinar la cantidad de agua absorbida después de 24 horas sumergidas en agua (MTC, 2016, p. 310).

En la figura 12 se presenta el procedimiento del ensayo de absorción del agregado fino.



Figura 12. *Absorción del agregado fino.* Fuente: Elaboración propia (2021).

Peso específico del agregado fino

Para ejecutar dicho ensayo se utilizó la Norma Técnica Peruana (NTP 400.022), sirvió para determinar el peso normal de la muestra con respecto al peso del agua que ocupa los vacíos de la muestra (MTC, 2016, p. 310).

En la figura 13 se presenta el procedimiento de elaboración del peso específico del agregado fino.



Figura 13. *Peso específico del agregado fino*. Fuente: Elaboración propia (2021).

Peso unitario suelto y varillado

Para ejecutar el ensayo se utilizó la Norma Técnica Peruana (NTP 400.017), consistió en determinar el peso unitario suelto y compactado del agregado fino, teniendo una relación masa/ volumen cuyas unidades de medida es kilogramo sobre metro cúbico (MTC, 2016, p. 299).

En la figura 14 se presenta el procedimiento de elaboración del ensayo peso unitario suelto y varillado del agregado fino.



Figura 14. *Margen derecha peso unitario suelto e izquierda el peso unitario varillado.*
Fuente: Elaboración propia (2021).

Análisis granulométrico del agregado fino

Para ejecutar el ensayo se utilizó la Norma Técnica Peruana (NTP 400.012) consistió en determinar la repartición de partículas del agregado en una muestra seca de peso conocido por medio de una sucesión de tamices de abertura cuadrada (MTC, 2016, p. 304).

En la figura 15 se presenta el procedimiento de elaboración del ensayo de análisis granulométrico del agregado fino.



Figura 15. *Análisis granulométrico del agregado fino.* *Fuente:* Elaboración propia (2021).

Determinar el equivalente de arena

Se determinó las proporciones relativas del contenido de suelos arcillosos y polvos finos en suelos granulares y agregado finos que pasan por el tamiz N°4 (4,75 mm) (MTC, 2016, p. 91). Cuya normativa que se utilizó es (ASTM D 2419).

En la figura 16 se presenta el procedimiento de elaboración del ensayo equivalente de arena del agregado fino.



Figura 16. *Equivalente de arena*. Fuente: Elaboración propia (2021).

Peso unitario del poliestireno expandido

Se determinó el peso unitario suelto del poliestireno expandido, para verificar su densidad de dicho material, posterior a ello se aplicó como agregado en los bloques de concreto.

En la figura 17 se presenta el procedimiento de elaboración del ensayo peso unitario suelto del poliestireno expandido.



Figura 17. *Peso unitario suelto del poliestireno expandido.* Fuente: Elaboración propia (2021).

Análisis granulométrico del poliestireno expandido

Para ejecutar el ensayo se utilizó la Norma Técnica Peruana (NTP 400.012) consistió en determinar la repartición de perlas de poliestireno por medio de una sucesión de tamices de abertura cuadrada (MTC, 2016, p. 304).

En la figura 18 se presenta el procedimiento de elaboración del ensayo de análisis granulométrico del poliestireno expandido.



Figura 18. *Análisis granulométrico del poliestireno expandido.* Fuente: Elaboración propia (2021).

Determinación del pH y conductividad eléctrica en el agregado

Se determinò el pH y demostrar el grado de acidez o alcalinidad en la muestra del agregado fino suspendidos en agua, con el método electromagnético (MTC, 2016, p. 223), se utilizó las Norma Técnica Peruana (NTP 339.176) y (ASTM D 1293) para su respectivo ensayo.

En la figura 19 se presenta el procedimiento de elaboración del ensayo de pH y conductividad eléctrica del agregado fino.



Figura 19. *Contenido de pH margen derecha y conductividad eléctrica del agregado fino margen izquierda. Fuente: Elaboración propia (2021).*

Determinación cuantitativa de cloruros

La muestra de agregado se sometió a lavado con agua destilada, utilizando ciertos químicos hasta lograr la extracción de las sales por ende nos sirvió para verificar la cantidad de cloruros que tiene la muestra del agregado fino (MTC, 2016, p. 378) la Norma que se utilizó fue la NTP 339.177.

En la figura 20 se presenta el procedimiento de elaboración del ensayo de cloruros del agregado fino.



Figura 20. *Determinación cuantitativa de cloruros del agregado fino.*

Fuente: Elaboración propia (2021).

Determinación cuantitativa de sulfatos

La muestra de agregado se sometió a lavado con agua destilada, utilizando ciertos químicos hasta lograr su extracción de las sales por ende nos sirvió para verificar la cantidad de sulfatos que tiene la muestra del agregado fino (MTC, 2016, p. 378) la Norma utilizada fue la NTP 339.178.

En la figura 21 se presenta el procedimiento del ensayo de sulfatos del agregado fino.



Figura 21. *Determinación de sulfatos del agregado fino.* *Fuente:* Elaboración propia (2021).

5.1.3. Prototipos

Prototipo 1 dimensionamiento del bloque:

El presente proyecto de investigación se basó en la elaboración o pre dimensionamiento del bloque con poliestireno expandido, las cuales va a tener las dimensiones y los espesores dados, las dimensiones ancho x largo x alto (12 cm x 39 cm x 19 cm) con espesores en el tramo más largo 3 cm y en el tramo más corto 2,5 cm, los cuales fueron dibujados en el software AutoCAD. El pre dimensionamiento del bloque se muestra con mayor detalle en el (anexo A) de la presente tesis.

Prototipo 2 Dosificación:

El presente proyecto de investigación se basó en la dosificación de los materiales desarrollándose los prototipos de diseño para albañilería no estructural que cumplió con una resistencia mínima de 20 kg/cm^2 , con materiales utilizados de la cantera Yarinal 04 del rio Naranjos, la dosificación se realizó para un mortero 1:4 para 1 m^3 y posteriormente para el volumen deseado del molde, llevando agua, agregado fino y cemento, se determinaron sus características físicas, mecánicas y químicas del agregado fino, además la dosificación se realizó a base de peso (los materiales serán pesados con una balanza para la dosificación).

Tabla 13

Dosificación de morteros

Tipo de mortero	Materiales por m^3		
	Cemento (kg)	Arena (m^3)	Agua (L)
1:2	610	0,97	250
1:3	454	1,10	250
1:4	364	1,16	240
1:5	302	1,20	240
1:6	261	1,20	235

Fuente: Reyes (2017). Como calcular materiales para un muro (cemento, arena y ladrillos).

Prototipo a utilizarse en cada una de las dosificaciones

Prototipo para unidades en peso (kg) para 1 m³ de mortero incluyó un desperdicio del 10%

Cemento	→	400,40 kg
Agregado	→	1350,65 kg
Agua	→	180,61 L

Obtuvo un muestreo por conveniencia un total de cuarenta y ocho (48) bloques con un volumen [(12 cm x 19 cm x 39 cm) – 2 x (7cm x 19 cm 15 cm)] x 48 = 235296 cm³, en la cuales se derivará doce (12) bloques para cada % de poliestireno expandido, dicho porcentaje se extrajo del peso del agregado fino.

Cantidad de material para cada % de bloques con poliestireno expandido

Prototipo para unidades en peso (kg) para doce (12) bloques al 0,00 % de poliestireno expandido de dimensiones ancho x alto x largo (12 cm x 19 cm x 39 cm) con dos perforaciones verticales de ancho x alto x largo (7 cm x 19 cm x 15 cm), teniendo un volumen por unidad de 4902 cm³ y un volumen acumulativo de 4902 x 12 = 58824 cm³.

Cemento	→	23,52 kg
Agregado fino	→	79,44 kg
Agua	→	10,68 L

Prototipo para unidades en peso (kg) para doce (12) bloques al 0,05 % de poliestireno expandido de dimensiones ancho x alto x largo (12 cm x 19 cm x 39 cm) con dos perforaciones verticales de ancho x alto x largo (7 cm x 19 cm x 15 cm), teniendo un volumen por unidad de 4902 cm³ y un volumen acumulativo de 58824 cm³.

Cemento	→	23,52 kg
Agregado fino	→	79,40 kg
Poliestireno expandido	→	0,0397 kg
Agua	→	10,68 L

Prototipo para unidades en peso (kg) para doce (12) bloques al 0,15 % de poliestireno

expandido de dimensiones ancho x alto x largo (12 cm x 19 cm x 39 cm), con dos perforaciones verticales de ancho x alto x largo (7 cm x 19 cm x 15 cm), teniendo un volumen por unidad de 4902 cm³ y un volumen acumulativo de 58824 cm³.

Cemento	→	23,52 kg
Agregado fino	→	79,32 kg
Poliestireno expandido	→	0,1192 kg
Agua	→	10.68 L

Prototipo para unidades en peso (kg) para doce (12) bloques al 0,25 % de poliestireno expandido de dimensiones ancho x alto x largo (12 cm x 19 cm x 39 cm), con dos perforaciones verticales de ancho x alto x largo (7 cm x 19 cm x 15 cm), teniendo un volumen por unidad de 4902 cm³ y un volumen acumulativo de 58824 cm³.

Cemento	→	23,52 kg
Agregado fino	→	79,24 kg
Poliestireno expandido	→	0,1986 kg
Agua	→	10,68 L

Pasos de las etapas realizadas para la elaboración de los bloques patrón y bloques con poliestireno expandido

- Se Zarandé el agregado fino para poder eliminar impurezas con un tamaño máximo de tamiz N° 4 (4,76 mm).
- Se pesó los materiales como: Cemento, agregado fino, poliestireno expandido y agua.
- Se mezcló los materiales.
- Se humedeció los materiales con agua potable.
- Se revolvió con la pala en todas las direcciones hasta encontrar una mezcla homogénea.

- Se verificó que la humedad del material se coja con la mano, aplastar en forma de puño los dedos luego soltarlo si este no se desarma está listo para su moldeo.
- Se utilizò el molde de ancho x alto x largo (12 cm x 19 cm x 39 cm) con dos perforaciones verticales de ancho x alto x largo (7 cm x 19 cm x 15 cm) para elaborar bloques.
- Posteriormente al verter la mezcla en el molde, se realizó el chuseado con una varilla de fierro Ø 5/8" x 65 cm uniformemente y luego llenar con mezcla para dar un promedio de 5 golpes con las dos manos, seguidamente se llenó completamente y se pasó a apisonar con un fierro de diámetro del espesor del tabique, por último para el compactado final se golpeó con una pequeña tabla, se frotaché y se llevó al lugar de descanso.
- Pasado las 24 horas en el caso de los bloques sin curar y con tratamiento por aspersión, se almacena en un lugar fresco que no llegue los rayos del sol y de la lluvia, con una altura inferior de 2 m, en el caso de los bloques con tratamiento por saturación, estos son llevados a un lugar para su tratamiento.

5.1.4. Modelamiento

El modelamiento que se realizó ha sometido a cada uno de los bloques de concreto para verificar y constatar que cumplan con la Normativa E. 070 Albañilería, teniendo en cuenta que son bloques de albañilería no estructural en el cual sus resistencia mínima es de 20 kg/cm² o (2 MPa) en las cuales se realizó los siguientes:

Fraguado de los bloques de concreto

Para el fraguado de los bloques se realizó el tratamiento por aspersión, saturación y sin tratamiento, con la finalidad de saber cuál de ellos tiene mejor resistencia.

Saturación, en este tratamiento se incorporó los bloques al agua en su totalidad durante 7 días, con la finalidad de obtener un mejor resultado a la prueba de resistencia a la compresión de las probetas, posterior a ello se deposita en un lugar para su almacenamiento.

En la figura 22 se muestra el tratamiento por saturación de los bloques.



Figura 22. *Tratamiento por saturación durante 7 días.* Fuente: Elaboración propia (2021).

Aspersión, este tratamiento fue realizado con incorporación de agua de curado en toda su superficie, herramientas que se utilizaron son: Manguera, balde, tina, descartables, etc. realizado por un periodo mínimo de 7 días, de tres a cuatro veces diario dependió del bloque que lo requiera.

En la figura 23 se presenta el tratamiento por aspersión de los bloques.



Figura 23. *Tratamiento por aspersión durante 7 días.* Fuente: Elaboración propia (2021).

Sin Tratamiento, dicho tratamiento se hizo sin emplear agua por la superficie del bloque, las cuales fueron llevados al lugar de almacenamiento, posterior a ello se realizó las roturas pertinentes en las fechas establecidas.

En la figura 24 se muestra los bloques sin tratamiento.



Figura 24. Bloques sin tratamiento. Fuente: Elaboración propia (2021).

Falla a compresión del bloque

La resistencia a compresión que se aplicó a los bloques de concreto, se comprobó que dichos bloques deben tener una resistencia mayor o igual a los 20 kg/cm^2 , cumplió con la Normativa E 0.70 y sean empleados en elementos no estructurales.

En la figura 25 se presenta las fallas a compresión de los bloques.



Figura 25. *Falla a compresión bloques de concreto sin curar, aspersion y saturación.*

Fuente: Laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – Nueva Cajamarca (2021).

Resistencia a compresión de los bloques de concreto

Asimismo se inició con 12 prototipos a los 7 días con y sin % de poliestireno expandido con tratamiento por aspersion, saturación y sin tratamiento, posteriormente se realizó el mismo procedimiento a los 14, 21 y 28 días, mostrándose a continuación:

Tabla 14

Peso aplicados a los bloques de concreto sin tratamiento, aspersion y saturación (kg)

Tratamiento	%	7 días	14 días	21 días	28 días	Área (cm ²)
Sin tratamiento	0,00	5850	10520	8570	9010	258
	0,05	5950	5510	7320	5390	258
	0,15	6320	5720	7400	7070	258
	0,25	3380	3630	3950	4520	258
Aspersion	0,00	8310	7290	10400	10470	258
	0,05	7560	8700	12330	14390	258
	0,15	8030	9250	8090	11490	258
	0,25	6260	5260	6370	6490	258
Saturación	0,00	7540	8990	7940	9010	258
	0,05	10070	10420	11320	13840	258
	0,15	5200	7114	8150	10800	258
	0,25	5690	7620	9750	9990	258

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la tabla 25 se muestra la resistencia a la compresión de los bloques, en los periodos 7, 14, 21 y 28 días.

Tabla 15

Resistencia a la compresión de los bloques de concreto aplicando poliestireno expandido (kg/cm²)

Tratamiento	%	7 días	14 días	21 días	28 días
Sin tratamiento	0,00	22,67	40,78	33,22	34,92
	0,05	23,06	21,36	28,37	20,89
	0,15	24,50	22,17	28,68	27,40
	0,25	13,10	14,07	15,31	17,52
Aspersión	0,00	32,21	28,26	40,31	40,58
	0,05	29,30	33,72	47,79	55,78
	0,15	31,12	35,85	31,36	44,53
	0,25	20,39	24,36	24,69	25,16
Saturación	0,00	29,22	34,84	30,78	34,92
	0,05	39,03	40,39	43,88	53,64
	0,15	20,16	27,57	31,59	41,86
	0,25	22,05	29,53	37,79	38,72

Fuente: Elaboración propia (2021).

5.2. Aplicación estadística

Las roturas de los bloques de concreto elaborado poliestireno expandido, en la prensa digital serie 298-TCP129 con marca TAMIEQUIPOS y modelo TCP 129 en el laboratorio del PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo), obteniendo tres tipos de métodos detallados a continuación. El certificado de calibración de encuentra en el anexo III del informe de rotura de bloques de concreto.

Aplicación estadística para los 12 bloques escogidos por conveniencia con porcentajes de poliestireno expandido sin tratamiento, se muestra en la tabla 16.

Tabla 16

Resistencia a la compresión de los bloques sin tratamiento a los 7, 14, 21 y 28 días con diferentes % de poliestireno expandido (kg/cm²)

Tratamiento	%	7 días	14 días	21 días	28 días
Sin tratamiento	0,00 %	22,67	40,78	33,22	34,92
	0,05 %	23,06	21,36	28,37	20,89
	0,15 %	24,50	22,17	28,68	27,40
	0,25 %	13,10	14,07	15,31	17,52

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 26 se muestra el diagrama de barras las resistencias de los bloques sin tratamiento.

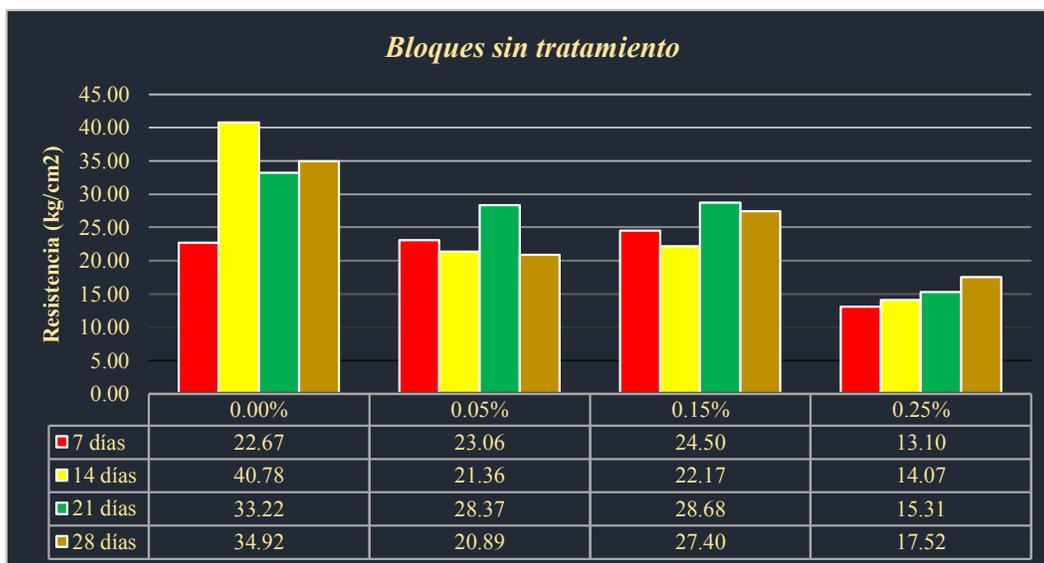


Figura 26. *Resistencia a la compresión 7, 14, 21 y 28 días bloques de concreto sin tratamiento.* Fuente: Elaboración propia (2021).

Análisis descriptivo

En el gráfico se aprecia que se han realizado pruebas de rotura de 12 bloques de concreto con porcentajes de poliestireno expandido sin tratamiento en los 7, 14, 21 y 28 días, donde deben cumplir con el requisito de la Normativa E. 070 de albañilería no estructural. Así mismo se evidencia que los bloques con 0,00 %, 0,05 % y 0,15 % de poliestireno expandido del peso del agregado fino cumplen con la normativa, a excepción del 0,25 % de poliestireno expandido que tiene una resistencia máxima de 17,52 kg/cm² a los 28 días.

Aplicación estadística para los 12 bloques escogidos por conveniencia con porcentajes de poliestireno expandido con tratamiento por aspersión, presentándose en la siguiente tabla.

Tabla 17

Resistencia a la compresión de los bloques curados por aspersión a los 7, 14, 21 y 28 días con diferentes % de poliestireno expandido (kg/cm²)

Tratamiento	%	7 días	14 días	21 días	28 días
Aspersión	0,00 %	32,21	28,26	40,31	40,58
	0,05 %	29,30	33,72	47,79	55,78
	0,15 %	31,12	35,85	31,36	44,53
	0,25 %	20,39	24,26	24,69	25,16

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 27 se muestra el diagrama de barras las resistencias de los bloques curados por aspersión.

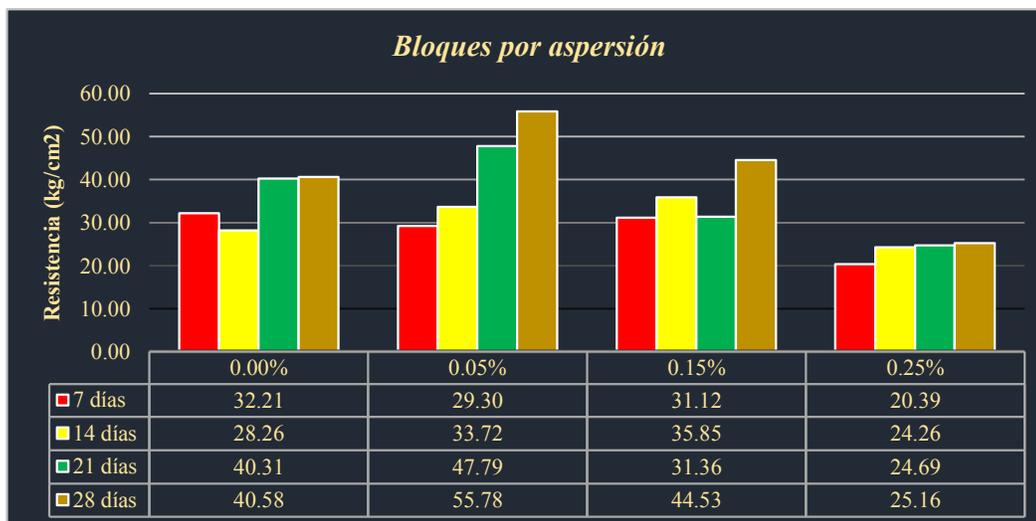


Figura 27. Resistencia a la compresión 7, 14, 21 y 28 días bloques de concreto curados por aspersión. Fuente: Elaboración propia (2021).

Análisis descriptivo

En el gráfico se aprecia que se han realizado pruebas de rotura de 12 bloques de concreto con diferentes porcentajes de poliestireno expandido para 7, 14, 21 y 28 días, obteniéndose resistencias máximas para el primero 40,58 kg/cm², segundo 55,78 kg/cm², tercero 44,53

kg/cm² y para el 0,25 % se tiene 25,16 kg/cm² de resistencia a la compresión, cumpliendo con la normativa vigente E. 070.

En la tabla 18 se muestra las resistencias a la compresión de los bloques curados por saturación.

Tabla 18

Resistencia a la compresión de los bloques curados por saturación a los 7, 14, 21 y 28 días con diferentes % de poliestireno expandido (kg/cm²)

Tratamiento	%	7 días	14 días	21 días	28 días
Saturación	0,00	29,22	34,84	30,78	34,92
	0,05	39,03	40,39	43,88	53,64
	0,15	20,16	27,57	31,59	41,86
	0,25	22,05	29,53	37,79	38,72

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 28 se muestra el diagrama de barras las resistencias de los bloques curados por saturación.

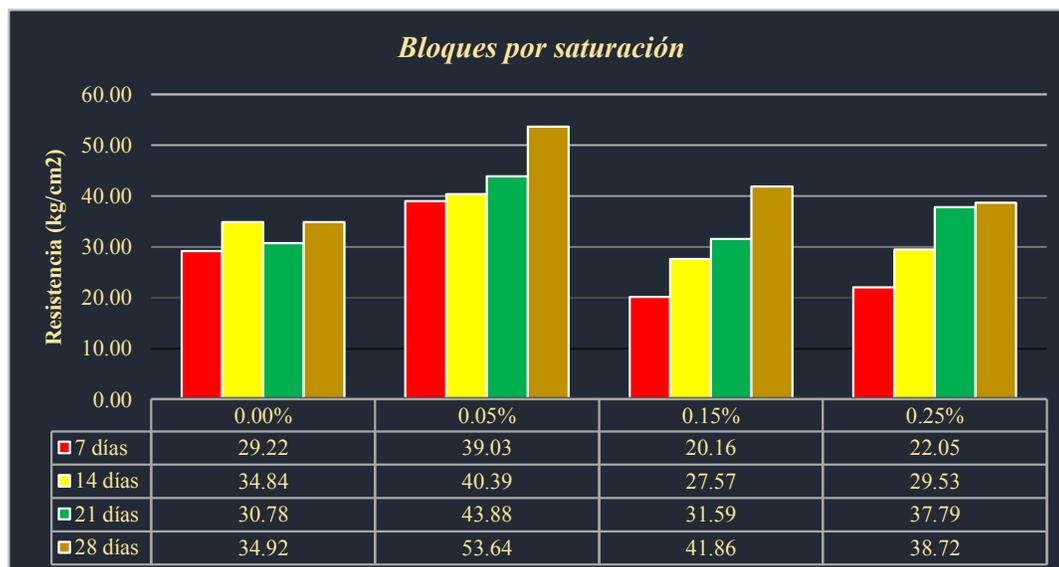


Figura 28. Resistencia a la compresión 7, 14, 21 y 28 días bloques de concreto curados por saturación. Fuente: Elaboración propia (2021).

Análisis descriptivo

En el gráfico se describe que se realizó la ruptura de 12 bloques de concreto con diferentes porcentajes de poliestireno expandido con el tratamiento de saturación en 7, 14, 21 y 28 días, obteniéndose resistencias máximas para 0,00 % 34,92 kg/cm², 0,05 % 53,64 kg/cm², 0,15 % 41.86 kg/cm² y 0,25 % 38,72 kg/cm², cumpliendo de esta manera la normativa vigente E. 070.

A continuación se plasma las frecuencias esperadas (fe), calculadas a partir de las frecuencias observadas (fo), seguidamente a ello se realizó la prueba de Chi cuadrado (X^2) calculado y la prueba del Chi cuadrado (X^2) tabulado, con 9 grados de libertad y con un nivel de significancia 5% en relación a los resultados de la resistencia a compresión de la cantera Yarinal 04.

- **Ecuación:**

Ecuación 3: *Valores esperados*

$$f_e = \frac{(Total\ o\ marginal\ de\ fila) \times (Total\ o\ marginal\ columna)}{Total\ de\ frecuencias\ observadas}$$

Fuente: Hernández et al.,(2014) Metodología de la investigación.

En las tablas 19, 20 y 21 se presentan las frecuencias esperadas con los valores esperados.

Tabla 19

Frecuencias esperadas calculadas de los bloques sin tratamiento

Cantidades	Prototipos sin tratamiento (kg/cm ²)								
	Lectura 7 días		Lectura 14 días		Lectura 21 días		Lectura 28 días		Total
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.00% Pe	22,67	28,26	40,78	33,36	33,22	35,81	34,92	34,16	131,59
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.05% Pe	23,06	20,12	21,36	23,75	28,37	25,49	20,89	24,32	93,68
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.15% Pe	24,50	22,07	22,17	26,05	28,68	27,96	27,40	26,68	102,75
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.25% Pe	13,10	12,89	14,07	15,21	15,31	16,33	17,52	15,58	60,00
Total	83,33		98,37		105,58		100,74		388,02

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 20

Frecuencias esperadas calculadas de los bloques por aspersión

Prototipos por aspersión (kg/cm²)									
Cantidades	Lectura 7 días		Lectura 14 días		Lectura 21 días		Lectura 28 días		Total
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.00% Pe	32,21	29,30	28,26	31,65	40,31	37,37	40,58	43,04	141,36
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.05% Pe	29,30	34,53	33,72	37,30	47,79	44,04	55,78	50,73	166,59
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.15% Pe	31,12	29,61	35,85	31,99	31,36	37,77	44,53	43,50	142,87
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.25% Pe	20,39	19,59	24,26	21,16	24,69	24,98	25,16	28,77	94,49
Total	113,03		122,09		144,15		166,05		545,31

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 21

Frecuencias esperadas calculadas de los bloques por saturación

Prototipos por saturación (kg/cm²)									
Cantidades	Lectura 7 días		Lectura 14 días		Lectura 21 días		Lectura 28 días		Total
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.00% Pe	29,22	25,78	34,84	30,89	30,78	33,62	34,92	39,48	129,77
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.05% Pe	39,03	35,15	40,39	42,12	43,88	45,84	53,64	53,83	176,94
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.15% Pe	20,16	24,08	27,57	28,84	31,59	31,39	41,86	36,87	121,18
Resultado	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe	
0.25% Pe	22,05	25,45	29,53	30,49	37,79	33,19	38,72	38,97	128,10
Total	110,47		132,34		144,03		169,15		555,98

Fuente: Elaboración propia (2021).

El coeficiente estadístico Chi cuadrado (X^2) se calcula con la siguiente ecuación:

- **Ecuación:**

Ecuación 4: *Cálculo de Chi cuadrado*

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Fuente: Hernández et al., (2014) Metodología de la investigación.

Donde:

$$\sum = \text{Sumatoria}$$

f_o = Frecuencias observadas de cada celda.

f_e = Frecuencias esperadas de cada celda.

El cálculo de los grados de libertad se calcula con la siguiente fórmula:

- **Ecuación:**

Ecuación 5: *Cálculo de los grados de libertad*

$$n = (\text{Cantidad de columnas} - 1) \times (\text{cantidad de filas} - 1)$$

Fuente: (Hernández et al., 2014) Metodología de la investigación.

Esta ecuación se aplica a las tres muestras de los bloques, como tiene la misma cantidad de filas y columnas se obtiene el mismo resultado.

$$n = (4 - 1) \times (4 - 1)$$

$$n = (3) \times (3)$$

$$n = 9$$

- Bloques con tratamiento sin curar con 9 grados de libertad
- Bloques con tratamiento por aspersion con 9 grados de libertad
- Bloques con tratamiento saturados con 9 grados de libertad

Seguidamente se plasma la prueba del Chi cuadrado (χ^2) calculados para los tres tratamientos:

Tabla 22

Prueba Chi cuadrado (X^2) calculado de los bloques sin tratamiento

Tratamiento	%	7 días	14 días	21 días	28 días	
Sin tratamiento	0,00	1,104195	1,647924	0,187123	0,016909	
	0,05	0,430337	0,241275	0,325636	0,483664	
	0,15	0,267306	0,577684	0,018712	0,019825	
	0,25	0,003586	0,085662	0,063223	0,242241	
Total		1,81	2,55	0,59	0,76	$X^2 = 5,72$

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 23

Prueba Chi cuadrado (X^2) calculado de los bloques por aspersión

Tratamiento	%	7 días	14 días	21 días	28 días	
Aspersión	0,00	0,289116	0,363670	0,231918	0,140785	
	0,05	0,791101	0,343008	0,320093	0,502510	
	0,15	0,077190	0,467225	1,087725	0,024459	
	0,25	0,033014	0,455254	0,003342	0,455095	
Total		1,19	1,63	1,64	1,12	$X^2 = 5,59$

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 24

Prueba Chi cuadrado (X^2) calculado de los bloques por saturación

Tratamiento	%	7 días	14 días	21 días	28 días	
Saturación	0,00	0,459540	0,506759	0,240233	0,525935	
	0,05	0,427415	0,070979	0,083882	0,000646	
	0,15	0,638608	0,055957	0,001239	0,676602	
	0,25	0,453472	0,030034	0,639144	0,001619	
Total		1,98	0,66	0,96	1,20	$X^2 = 4,81$

Fuente: Elaboración propia (2021).

A continuación obtenemos la prueba del Chi cuadrado (X^2) tabulado o crítico con 9 grados de libertad:

Tabla 25

Valores de Chi cuadrado (X^2) con un nivel de significancia (α) y grados de libertad (n)

(n)	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,30
8	13,36	15,51	17,53	20,10	22,00
9	14,68	16,92	19,02	21,70	23,60
10	15,99	18,31	20,50	23,20	25,20

Fuente: Quevedo (2011) La prueba de ji-cuadrado.

$$X_{\text{tabulado o critico}}^2 = X_9^2, \alpha (0,05) = 16,92$$

Interpretación:

Considerando un factor de seguridad 95 % ($\alpha = 0,05$), el valor tabulado o crítico X^2 con 9 grados de libertad para los tres tratamientos de los bloques de concreto es 16,92 por otro lado el valor calculado de los bloques sin curar $X^2 = 5,72$, el valor calculado para los bloques por aspersión $X^2 = 5,59$ y el valor calculado para los bloques por saturación $X^2 = 4,81$ se puede decir que no exceden el valor crítico de esta manera rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. Además de ello se puede concluir con el nivel de significancia $\alpha = 0,05$ es posible diseñar bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.

A continuación se presenta las gráficas de la prueba del Chi cuadrado, donde se acepta y se rechaza la hipótesis:

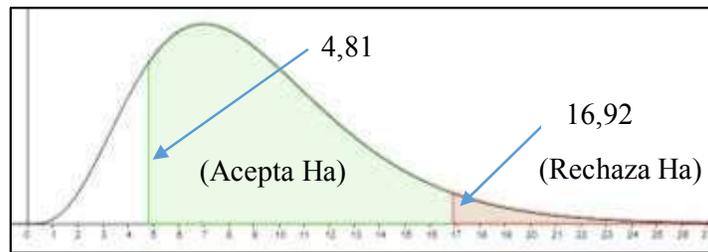


Figura 29. Gráfico distribución Chi cuadrado con tratamiento por saturación. Fuente: Elaboración propia (2021).

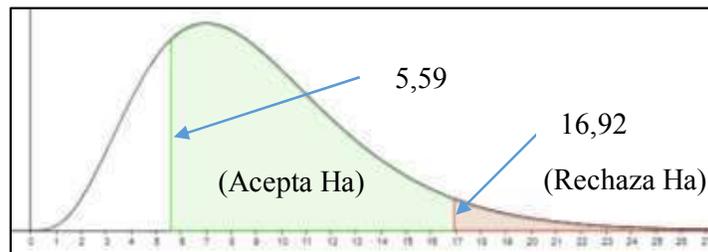


Figura 30. Gráfico distribución Chi cuadrado con tratamiento por aspersión. Fuente: Elaboración propia (2021).

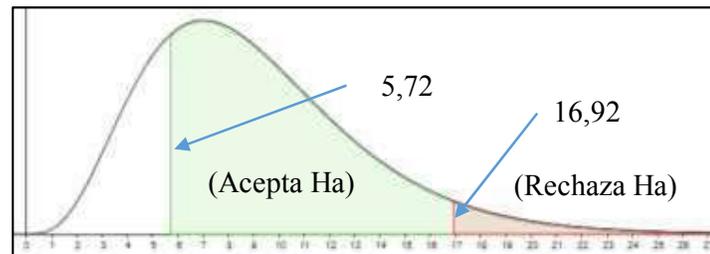


Figura 31. Gráfico distribución Chi cuadrado sin tratamiento. Fuente: Elaboración propia (2021).

Graficas realizadas para el tratamiento por saturación, aspersión y sin tratamiento, el color verde caña es el lado que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), el color rojo es donde se rechaza la hipótesis alterna (H_a) y se acepta la hipótesis nula (H_0), porque sobrepasa el limite crítico de la tabla. En conclusión con respecto a los tratamientos aceptamos la hipótesis alterna en los tres casos.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO

6.1. Beneficios no financieros

La presente investigación, diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, genera costos en todo su proceso de elaboración, es decir desde la extracción de los materiales, elaboración de los bloques y rotura de los mismos.

6.2. Evaluación Económica – Financiera

Se evalúa los costos de los bloques convencionales, el costo de los bloques, para verificar la mejor rentabilidad.

6.2.1. Costo del bloque convencional

Los bloques convenciones son fabricados por la planta de Cementos Selva Rioja S.A. con un costo por unidad de S/ 3,30 y por millar es S/ 3300 dicha empresa se encuentra en la carretera Fernando Belaunde Terry en la ciudad de Segunda Jerusalén, provincia de Rioja.

6.2.2. Costo de los bloques propuestos

Reporte de costos unitarios

En la tabla 26, 27, 28 y 29 se presentan el análisis de precios unitarios con diferentes porcentajes de Poliestireno expandido.

Tabla 26

Análisis de precio unitario del bloque con 0,00 % de poliestireno expandido

BLOQUE 0.00% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO				CU = S/ 2,82	
		Rendimiento = 100 u/día	Jornada = 8 horas/día		
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra					2,68
Peón	hh	2	0,16	16,76	2,68
Materiales					0,14
Agregado fino	m ³		0,00231	50	0,12
Cemento	m ³		0,00057	24,6	0,01
Agua	L		0,87	0,015	0,01

Fuente: Elaboración propia (2021).

Costo unitario del bloque con 0,00 % de poliestireno expandido es S/ 2,82 su precio es menor en un 14 % con respecto el bloque convencional.

Tabla 27

Análisis de precio unitario del bloque con 0,05 % de poliestireno expandido

BLOQUE 0.05% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO				CU = S/ 2,90	
		Rendimiento = 100 u/día	Jornada = 8 horas/día		
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra					2,68
Peón	hh	2	0,16	16,76	2,68
Materiales					0,22
Agregado fino	m ³		0,0023	50	0,12
Poliestireno expandido	kg		0,00301	25	0,08
Cemento	m ³		0,00057	24,6	0,01
Agua	L		0,87	0,015	0,01

Fuente: Elaboración propia (2021).

Costo unitario del bloque con 0,05 % de poliestireno expandido es S/ 2,90 comparando con el bloque convencional su precio es menor en un 12 % su costo unitario.

Tabla 28

Análisis de precio unitario del bloque con 0,15 % de poliestireno expandido

BLOQUE 0.15% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO					CU = S/ 3,05
		Rendimiento = 100 u/día		Jornada = 8 horas/día	
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra					2,68
Peón	hh	2	0,16	16,76	2,68
Materiales					0,37
Agregado fino	m ³		0,0023	50	0,12
Poliestireno expandido	kg		0,00903	25	0,23
Cemento	m ³		0,00057	24,6	0,01
Agua	L		0,87	0,015	0,01

Fuente: Elaboración propia (2021).

Costo unitario del bloque con 0,15 % de poliestireno expandido es S/ 3,05 comparando con el bloque convencional su precio es menor en un 8 % su costo unitario, es decir más económico.

Tabla 29

Análisis de precio unitario del bloque con 0,25 % de poliestireno expandido

BLOQUE 0.25% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO					CU = S/ 3,20
		Rendimiento = 100 u/día		Jornada = 8 horas/día	
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/)	Parcial (S/)
Mano de obra					2,68
Peón	hh	2	0,16	16,76	2,68
Materiales					0,52
Agregado fino	m ³		0,0023	50	0,12
Poliestireno expandido	kg		0,01505	25	0,38
Cemento	m ³		0,00057	24,6	0,01
Agua	L		0,87	0,015	0,01

Fuente: Elaboración propia (2021).

Costo unitario del bloque con 0,25 % de poliestireno expandido es S/ 3,20 comparando con el bloque convencional su precio es menor en un 3 % su costo unitario, en el cual sigue siendo menor al precio del bloque convencional.

Análisis descriptivo general

El agregado fino su costo puesto en obra es de S/ 50 por ello es que se ha considerado dicha cantidad en el análisis de precios unitarios. Además los costos de los precios unitarios de los bloques, a medida que incrementamos el porcentaje de poliestireno expandido mayor es el costo del bloque.

Realizando el análisis comparativo del bloque convencional con el bloque aplicando porcentajes de poliestireno expandido, con el 0,00 % el costo convencional incrementa en 14 %, 0,05 % incrementa en 12 %, 0,15 % incrementa en 8 % y 0,25 % incrementa en 3 %, es decir los bloques hechos manualmente son más económicos.

En resumen, los bloques que se proponen repercuten en gran medida la economía de la población de Nueva Cajamarca, en el cual es conveniente su utilización de los mismos ya que su resistencia es mayor a lo especificado en la norma, con excepción de los bloques sin tratamiento con 0,25 % de poliestireno expandido que su resistencia promedio en los 28 días es menor a 20 kg/cm² o (2 MPa).

6.2.3. Costo del proyecto

El costo de la investigación se detalla a continuación:

Tabla 30

Costo trabajos de oficina

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
1	Trabajos en oficina				728
1.01	Papel Bond A4	Millar	1	30	30
1.02	Lapicero, Lápiz, plumón, etc	Glb	1	50	50
1.03	CD`s	u	6	1	6
1.04	Copias	Hojas	210	0,2	42
1.05	Impresiones	Hojas	750	0,5	375
1.06	Escaneos	hojas	150	0,5	75
1.07	Empastados	u	3	50	150

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 31

Costo ensayos de laboratorio

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
2	Trabajos de laboratorio				3200
2.01	Ensayos de laboratorio				3200
2.01.01	Cantidad de material que pasa por el tamiz N° 200	Glb	1	80	80
2.01.02	Peso unitario suelto y compactado del agregado	Glb	1	120	120
2.01.03	Peso unitario suelto del poliestireno expandido	Glb	1	120	120
2.01.04	Análisis granulométrico del agregado	Glb	1	120	120
2.01.05	Análisis granulométrico del poliestireno expandido	Glb	1	120	120
2.01.06	Porcentaje de absorción	Glb	1	130	130
2.01.07	Peso específico del agregado	Glb	1	50	50
2.01.08	Humedad natural	Glb	1	40	40
2.01.09	Equivalente de arena	Glb	1	80	80
2.01.10	Ensayo de cloruros y sulfatos	Glb	1	1500	1500
2.01.11	Determinación de sales solubles y pH	Glb	1	120	120
2.01.12	Resistencia a la compresión	u	48	15	720

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 32

Costo de servicios

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
3	Servicios				4080
3.01	Movilidad	Mes	6	150	900
3.02	Viáticos	Mes	6	500	3000
3.03	Servicio de internet	Mes	6	30	180

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la tabla 33 se presenta el resumen general de la inversión del trabajo de investigación.

Tabla 33

Resumen del presupuesto total de la investigación

Ítem	Descripción	Costo (S/)
1	Costo trabajos de oficina	728
2	Costo ensayos de laboratorio	3200
3	Costo de servicios	4080
	Presupuesto total	8008

Fuente: Elaboración propia (2021).

La inversión fue de S/ 8008 correspondientes a los trabajos de oficina, trabajos de laboratorio y servicios.

CAPITULO VII: RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Resultados

El objetivo de la presente investigación fue diseñar bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, en el cual se extrajo agregado fino de la cantera Yarinal 04 del río Naranjos y poliestireno expandido es comprado desde la ciudad de Lima de la empresa “Tecnopor Distribuidora Iquitos”, en el caso del agregado fino se realizó una serie de pruebas físicas, mecánicas y químicas y para el poliestireno expandido se ha realizado su respectivo análisis granulométrico y peso unitario en el laboratorio del PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo) Nueva Cajamarca.

Pruebas de campo

Se realizaron muestreos de campo a cielo abierto de la cantera Yarinal 04 del río Naranjos, el agregado extraído está formado por piedras que arrastra el caudal de río debido a las fuertes precipitaciones, además se ha realizado un levantamiento topográfico del lugar a cargo del propietario de la cantera para determinar su capacidad de extracción, teniendo una potencia de 28143,90 m³, de las cuales ha sido explotado o extraído un volumen parcial de 0,141 m³ para ser utilizado como agregado fino y para sus respectivos ensayos.

Resultados de los ensayos físicos, mecánicos y químicos del agregado fino en el PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo) – Nueva Cajamarca

Normas aplicadas a los ensayos, sirve para obtener los requisitos mínimos o máximos de las propiedades, ver si dicho material es adecuado para ser utilizado en la mezcla; además sirven como guía para el procedimiento en dichos ensayos, las mencionadas normas para la evaluación o ensayo de cada propiedad se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 34

Normas utilizadas en los ensayos del agregado fino

Propiedades	Normativas
Determinación del porcentaje de humedad natural	NTP 339.127 (Norma Técnica Peruana)
Determinación de la absorción	NTP 400.022 (Norma Técnica Peruana)
Peso específico del agregado fino	NTP 400.022 (Norma Técnica Peruana)
Peso unitario suelto	NTP 400.017 (Norma Técnica Peruana)
Peso unitario varillado	NTP 400.017 (Norma Técnica Peruana)
Equivalente de arena	ASTM D 2419 (America Society for Testing and Materials)
Análisis granulométrico del agregado fino	NTP 400.012 (Norma Técnica Peruana)
Módulo de fineza	ASTM C 33 (America Society for Testing and Materials)
Contenido de sales solubles	NTP 339.152 (Norma Técnica Peruana)
Contenido de cloruros	NTP 339.177 (Norma Técnica Peruana)
Contenido de sulfatos	NTP 339.178 (Norma Técnica Peruana)

Fuente: Elaboración propia (2021).

A continuación se presentan las tablas de los ensayos correspondientes al agregado fino proveniente de la cantera Yarinal 04 del río Naranjos y poliestireno expandido, calculado los resultados que serán utilizados en el diseño de mezcla.

Tabla 35

Determinación del porcentaje de humedad natural agregado fino NTP 339.127

Recipiente	Unidad	15	184	336
Peso del recipiente	g	24,64	24,31	24,73
Peso del suelo húmedo + recipiente	g	188,79	195,01	200,80
Peso del suelo seco + recipiente	g	180,15	185,67	190,52
Peso del agua	g	8,64	9,34	10,28
Peso del suelo seco	g	155,51	161,36	165,79
Humedad	%	5,56	5,79	6,20
Promedio de humedad	%		5,85	

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 36

Determinación del porcentaje de absorción agregado fino NTP 400.022

Recipiente	Unidad	121	128	336
Peso del recipiente	g	24,71	24,65	24,73
Peso del suelo húmedo + recipiente	g	186,45	182,18	186,85
Peso del suelo seco + recipiente	g	184,99	180,88	185,56
Peso del agua	g	1,46	1,30	1,29
Peso del suelo seco	g	160,28	156,23	160,83
Humedad	%	0,79	0,72	0,70
Promedio de absorción	%		0,73	

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 37

Peso específico del agregado fino NTP 400.022

Descripción	Und	1	2	3	Promedio
A1 Peso del material saturado superficialmente seco (en aire)	g	150,00	150,00	150,00	
A2 Peso fiola + agua	g	655,26	657,87	655,66	
A3 Peso frasco + agua + A1	g	805,26	807,87	805,66	
A4 Peso del material + agua en el frasco	g	748,07	750,63	747,92	
A5 Volumen de masa + volumen de vacío (A3-A4)	cm ³	57,19	57,24	57,74	
A6 Peso del material seco en estufa (105° C)	g	145,57	149,15	149,12	
A7 Volumen de masa (A5-(A1-A6))	cm ³	52,76	56,39	56,86	
A8 Pe bulk (base seca) (A6/A5)	g/cm ³	2,55	2,61	2,58	2,58
A9 Pe bulk (base saturada) (A1/A5)	g/cm ³	2,62	2,62	2,60	2,61
A10 Pe aparente (base seca) (A6/A7)	g/cm ³	2,76	2,64	2,62	2,68

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 38

Peso unitario suelto del agregado fino NTP 400.017

Ensayo	Unidad	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Peso del molde + material	kg	46,140	46,423	46,256
Peso del molde	kg	4,12	4,12	4,12
Peso del material	kg	42,020	42,303	42,136
Volumen del molde	m ³	0,0283	0,0283	0,0283
Peso unitario	kg/m ³	1,485	1,495	1,489
Promedio	kg/m ³		1 490	

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 39

Peso unitario varillado del agregado fino NTP 400.017

Ensayo	Unidad	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Peso del molde + material	kg	51,380	51,489	50,998
Peso del molde	kg	4,12	4,12	4,12
Peso del material	kg	47,260	47,369	46,878
Volumen del molde	m ³	0,0283	0,0283	0,0283
Peso unitario	kg/m ³	1,670	1,674	1,656
Promedio	kg/m ³		1 667	

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 40

Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino NTP 400.012

Tamices	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones		Tamaño Máximo:
Ø (mm)	Reenido	Parcial	Acumulado	Pasa			1/4"
5"	127.00						Modulo de Finesa AF: 2.57
4"	101.60						Modulo de Finesa AG: 74%
3"	76.20						Equivalente de Arena: 74%
2"	50.80						Descripción muestra: Muestra Zarandeada
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						
1/2"	12.70						
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	
Nº 4	4.760	2.62	0.16%	0.16%	99.84%	95%	LL = WT =
Nº 8	2.380	192.66	11.70%	11.86%	88.14%	80%	LP = WT+SAL =
Nº 10	2.000	82.64	5.02%	16.87%	83.13%		IP = WSAL =
Nº 16	1.190	139.37	8.46%	25.34%	74.66%	50%	IG = WT+SDL =
Nº 20	0.840	153.59	9.33%	34.66%	65.34%		D90 = WSDL =
Nº 30	0.590	224.39	13.62%	48.29%	51.71%	25%	D60 = %ARC. =
Nº 40	0.426	223.22	13.55%	61.84%	38.16%		D30 = %ERR. =
Nº 50	0.297	246.99	15.00%	76.84%	23.16%	10%	D10 = Cc =
Nº 60	0.250	92.13	5.59%	82.43%	17.57%		
Nº 80	0.177	122.99	7.47%	89.90%	10.10%		
Nº 100	0.149	68.65	4.17%	94.06%	5.94%	2%	
Nº 200	0.074	94.49	5.74%	99.80%	0.20%	10%	
Fondo	0.010	3.26	0.20%	100.00%	0.00%		
Peso Inicial	1647						

Observaciones:
Agregado fino proveniente de la cantera Yarinal 04, perteneciente al río naranjos distrito de Pardo Miguel, cuyo material se encuentra deposita el margen derecho en direccion del flujo del río

Fuente: Elaboración propia (2021).

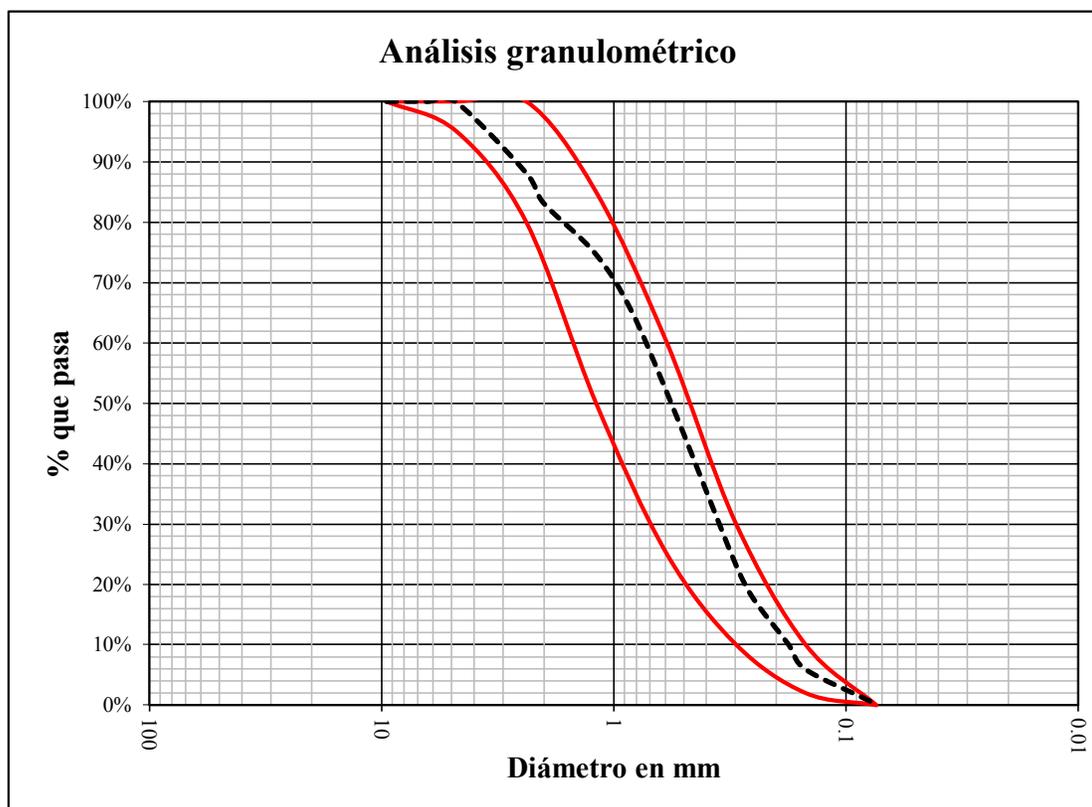


Figura 32. Curva granulométrica del agregado fino. Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 41

Cálculo de equivalente de arena del agregado fino NTP 339.146

Método de muestreo utilizado		Agitación manual		
Resultados		Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
1er ciclo de reposo	Hora inicial (hh:mm)	9:46	9:48	9:50
	Hora final (hh:mm)	9:56	9:58	10:00
2do ciclo de reposo	Hora inicial (hh:mm)	9:58	10:00	10:03
	Hora final (hh:mm)	10:18	10:20	10:23
Lectura	Arcilla (cm)	5,90	5,65	5,80
	Arena (cm)	4,30	4,10	4,30
(SE) Equivalente de arena (%)		72,88 %	72,57 %	74,14 %
(SE) Equivalente de arena promedio (%)			73,20 %	
(SE) Equivalente de arena promedio final (%)			74 %	

Fuente: Elaboración propia (2021).

Tabla 42

Análisis granulométrico por tamizado del poliestireno expandido

Tamices	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Tamaño Máximo:	3/8"	
Ø	(mm)	Reenido	Parcial	Acumulado	Pasa	Modulo de Finesa AF:	5.85
5"	127.00					Modulo de Finesa AG:	
4"	101.60					Equivalente de Arena:	
3"	76.20					Descripción muestra:	Muestra con un peso inicial de 50g
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05					ZUCS	AASHTO
1/2"	12.70						
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	LL =	WT =
1/4"	6.350	11.17	22.34%	22.34%	77.66%	LP =	WT+SAL =
Nº 4	4.760	31.23	62.46%	84.80%	15.20%	IP =	WSAL =
Nº 8	2.380	7.60	15.20%	100.00%	0.00%	IG =	WT+SDL =
Nº 10	2.000	0.00	0.00%	100.00%	0.00%		WSDL =
Nº 16	1.190	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	D90 =	%ARC. =
Nº 20	0.840	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	D60 =	%ERR. =
Nº 30	0.590	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	D30 =	Cc =
Nº 40	0.426	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	D10 =	Cu =
Nº 50	0.297	0.00	0.00%	100.00%	0.00%		
Nº 60	0.250	0.00	0.00%	100.00%	0.00%	Observaciones:	
Nº 80	0.177	0.00	0.00%	100.00%	0.00%		
Nº 100	0.149	0.00	0.00%	100.00%	0.00%		
Nº 200	0.074	0.00	0.00%	100.00%	0.00%		
Fondo	0.010	0.00	0.00%	100.00%	0.00%		
Peso Inicial	50						

Material proveniente desde la capital Lima, con su color blanco integrado del 98% de aire y 2% de material, además este producto se transforma del petroleo

Fuente: Elaboración propia (2021).

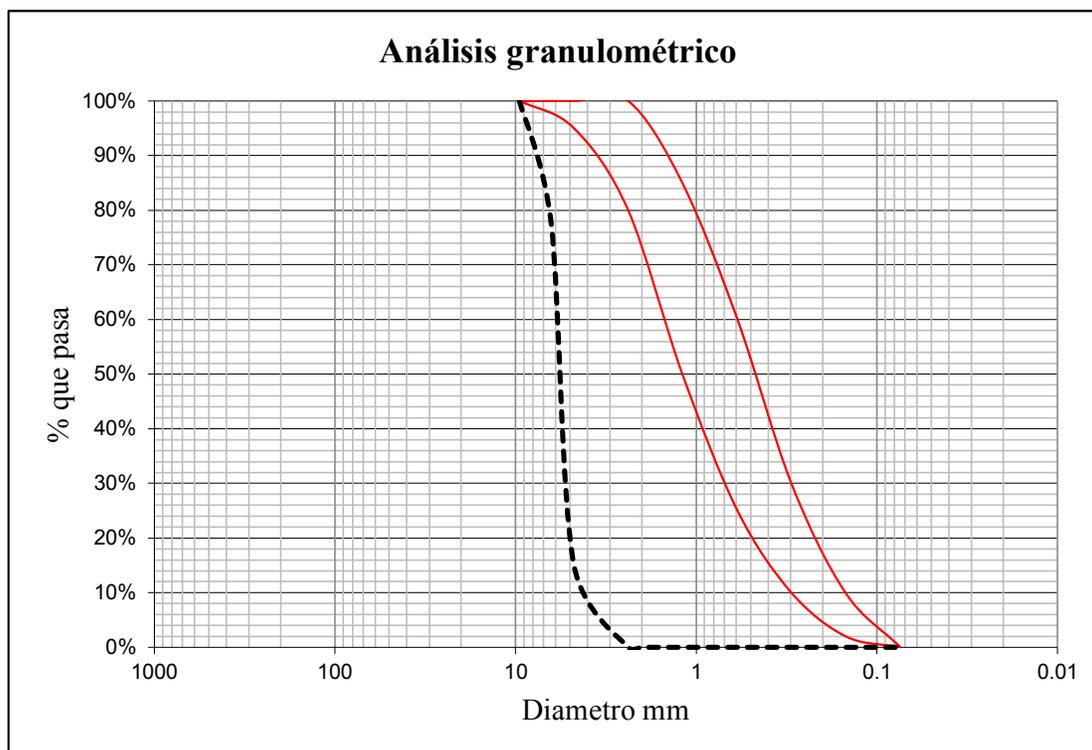


Figura 33. *Análisis granulométrico del poliestireno expandido*. Fuente: Elaboración propia (2021).

En la tabla 43 se muestra los ensayos químicos realizados al agregado fino.

Tabla 43

Ensayos químicos del agregado fino

Descripción		Cantera: Yarinal 04 - Naranjos
Parámetro		ASC21 - 0210
Textura	%	91.7-.0.0-8.3 Arena
pH	-----	8,10
Conductividad Eléctrica	$\mu\text{S cm}^{-1}$	0,954
Total de Sólidos Disueltos	ppm	27,24
Cloruros	ppm	14,20
Sulfatos	ppm	10,56

Fuente: Resultado de mediciones en el laboratorio del PEAM – Nueva Cajamarca (2021).

En la siguiente tabla se muestra el resumen general de los ensayos realizados.

Tabla 44

Propiedades mecánicas y químicas del agregado fino y poliestireno

Propiedades	Unidad	Cantidad
Humedad natural	%	5,85
Absorción	%	0,73
Peso específico	gr/cm ³	2,61
Peso unitario suelto	kg/m ³	1 490
Peso unitario varillado	kg/m ³	1 667
Módulo de fineza	----	2,57
Equivalente de arena	%	74
Peso unitario poliestireno expandido	kg/m ³	11
Módulo de fineza del poliestireno expandido	----	5,85
pH	----	8,10
Conductividad eléctrica	μS cm ⁻¹	0,954
Sólidos disueltos	ppm	27,24
Cloruros	ppm	14,20
Sulfatos	ppm	10,56

Fuente: Resultado de mediciones en el laboratorio del PEAM – Nueva Cajamarca (2021).

Prototipos del proyecto

En el prototipo 1 es el pre dimensionamiento del bloque, en las cuales se planteó las dimensiones ancho x largo x alto (12 cm x 39 cm x 19 cm) con espesores en el tramo más largo de 3 cm y el tramo más corto de 2,5 cm (anexo A).

El prototipo 2 es la dosificación de los materiales, para los bloques de concreto no estructural, es decir se realizó el diseño óptimo de la mezcla con dosificación en peso de los materiales a utilizar.

Diseño de mezcla para un mortero 1:4

Cantidad de material para un metro cúbico, se encuentra en la tabla 13.

Corrección del agregado por la humedad y absorción en el PEAM Nueva Cajamarca.

Humedad (W) = 5,85 %

Absorción (Abs) = 0,73 %

Peso seco (Ps) = 1 160 kg/m³

Peso saturado (Pw) = $1\ 160 \times \left(1 + \frac{5,85\%}{100}\right) = 1\ 227,86\ kg/m^3$

Corrección de la cantidad de agua para el diseño, aplicando la siguiente formula:

$$\text{Cantidad de agua aumentada} = \left(\frac{W\ \%}{100} - \frac{Abs\ \%}{100}\right) \times Ps$$

Cantidad de agua aumentada = 59,39 L

Cantidad de agua corregida = Cantidad de agua total – Cantidad de agua aumentada

Cantidad de agua corregida = (240 L – 59,39 L) = 180,61 L

Cantidad de material para un metro cúbico corregido:

Cemento	=	364 kg	10 % desp	400,40 kg
Agregado fino	=	1227,86 kg	10 % desp	1350,65 kg
Agua	=	180,61 L	-----	180,61 L

Prototipo a utilizar en el diseño de un mortero

Dimensiones:

Exterior:

Largo = 39 cm

Ancho = 12 cm

Alto = 19 cm

Interior:

Largo = 15 cm

Ancho = 7 cm

Alto = 19 cm

Volumen neto = $(39 \text{ cm} \times 12 \text{ cm} \times 19 \text{ cm} - 2 \times 15 \text{ cm} \times 7 \text{ cm} \times 19 \text{ cm}) = 4902 \text{ cm}^3$

Cantidad de material a utilizar en 4902 cm^3 de un bloque, está incluido el desperdicio

Cemento = 1,96 kg

Agregado fino = 6,62 kg

Agua = 0,89 L

Obteniendo una muestra total por conveniencia de cuarenta y ocho (48) bloques, en las cuales se deriva doce (12) para cada porcentaje de poliestireno expandido, dicho porcentaje se extrae del agregado fino.

Para 0,00 % de poliestireno expandido y una cantidad de doce (12) bloques

Cemento = 23,52 kg

Agregado fino = 79,44 kg

Agua = 10,68 L

Para 0,05 % de poliestireno expandido y una cantidad de doce (12) bloques

Cemento = 23,52 kg

Agregado fino = 79,40 kg

Agua = 10,68 L

Poliestireno expandido = 0,0397 kg

Para 0,15 % de poliestireno expandido y una cantidad de doce (12) bloques

Cemento	=	23,52 kg
Agregado fino	=	79,32 kg
Agua	=	10,68 L
Poliestireno expandido	=	0,1192 kg

Para 0,25 % de poliestireno expandido y una cantidad de doce (12) bloques

Cemento	=	23,52 kg
Agregado fino	=	79,24 kg
Agua	=	10,68 L
Poliestireno expandido	=	0,1986 kg

Cantidad de material a utilizar para un muestreo por conveniencia de cuarenta y ocho (48) bloques:

Cemento	=	94,08 kg
Agregado fino	=	317,40 kg
Agua	=	42,72 L
Poliestireno expandido	=	0,3575 kg

Modelamiento

En el modelamiento se tiene una cantidad de 48 bloques registrados con un código, seguidamente se presentan los tratamientos: sin curar, aspersión y saturación, encontrándose en el mismo la fecha de elaboración, edad en los que fueron sometidos a la compresión y fecha de rotura, obteniendo una lectura de carga (kg), el área y la resistencia a la compresión

$$R_c = \frac{\text{lectura de carga (kg)}}{\text{Área (cm}^2\text{)}} \text{ de cada bloque.}$$

En la tabla 45 se muestra los resultados de ruptura, de los diferentes porcentajes de Poliestireno expandido.

Tabla 45

Resultados de ruptura de los 48 bloques de concreto 0,00 %, 0,05 %, 0,15 % y 0,25 % de poliestireno expandido a los 7, 14, 21 y 28 días

N°	Registro	Tratamiento	%	Fecha			Lectura de carga (kg)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)
				Moldeo	Edad días	Rotura			
1	0.00% sin curar	Sin curar	0,00 %	10/05/2021	7	17/05/2021	5850	258	22,67
2	0.05% sin curar		0,05 %	10/05/2021	7	17/05/2021	5950	258	23,06
3	0.15% sin curar		0,15 %	10/05/2021	7	17/05/2021	6320	258	24,50
4	0.25% sin curar		0,25 %	10/05/2021	7	17/05/2021	3380	258	13,10
5	0.00% semicurado	Aspersión	0,00 %	10/05/2021	7	17/05/2021	8310	258	32,21
6	0.05% semicurado		0,05 %	10/05/2021	7	17/05/2021	7560	258	29,30
7	0.15% semicurado		0,15 %	10/05/2021	7	17/05/2021	8030	258	31,12
8	0.25% semicurado		0,25 %	10/05/2021	7	17/05/2021	6260	258	20,39
9	0.00% curado	Saturación	0,00 %	10/05/2021	7	17/05/2021	7540	258	29,22
10	0.05% curado		0,05 %	10/05/2021	7	17/05/2021	10070	258	39,03
11	0.15% curado		0,15 %	10/05/2021	7	17/05/2021	5200	258	20,16
12	0.25% curado		0,25 %	10/05/2021	7	17/05/2021	5960	258	22,05
13	0.00% sin curar	Sin curar	0,00 %	10/05/2021	14	24/05/2021	10520	258	40,78
14	0.05% sin curar		0,05 %	10/05/2021	14	24/05/2021	5510	258	21,36
15	0.15% sin curar		0,15 %	10/05/2021	14	24/05/2021	5720	258	22,17
16	0.25% sin curar		0,25 %	10/05/2021	14	24/05/2021	3630	258	14,07
17	0.00% semicurado	Aspersión	0,00 %	10/05/2021	14	24/05/2021	7290	258	22,26
18	0.05% semicurado		0,05 %	10/05/2021	14	24/05/2021	8700	258	33,72
19	0.15% semicurado		0,15 %	10/05/2021	14	24/05/2021	9250	258	35,85
20	0.25% semicurado		0,25 %	10/05/2021	14	24/05/2021	5260	258	24,26
21	0.00% curado	Saturación	0,00 %	10/05/2021	14	24/05/2021	8990	258	34,84
22	0.05% curado		0,05 %	10/05/2021	14	24/05/2021	10420	258	40,39
23	0.15% curado		0,15 %	10/05/2021	14	24/05/2021	7114	258	27,57
24	0.25% curado		0,25 %	10/05/2021	14	24/05/2021	7620	258	29,53
25	0.00% sin curar	Sin curar	0,00 %	10/05/2021	21	31/05/2021	8570	258	33,22
26	0.05% sin curar		0,05 %	10/05/2021	21	31/05/2021	7320	258	28,37
27	0.15% sin curar		0,15 %	10/05/2021	21	31/05/2021	7400	258	28,68
28	0.25% sin curar		0,25 %	10/05/2021	21	31/05/2021	3950	258	15,31
29	0.00% semicurado	Aspersión	0,00 %	10/05/2021	21	31/05/2021	10400	258	40,31
30	0.05% semicurado		0,05 %	10/05/2021	21	31/05/2021	12330	258	47,79
31	0.15% semicurado		0,15 %	10/05/2021	21	31/05/2021	8090	258	31,36
32	0.25% semicurado		0,25 %	10/05/2021	21	31/05/2021	6370	258	24,69

(Continuación)

N°	Registro	Tratamiento	%	Fecha			Lectura de carga (kg)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)
				Moldeo	Edad días	Rotura			
33	0.00% curado	Saturación	0,00 %	10/05/2021	21	31/05/2021	7940	258	30,78
34	0.05% curado		0,05 %	10/05/2021	21	31/05/2021	11320	258	43,88
35	0.15% curado		0,15 %	10/05/2021	21	31/05/2021	8150	258	31,59
36	0.25% curado		0,25 %	10/05/2021	21	31/05/2021	9750	258	37,79
37	0.00% sin curar	Sin curar	0,00 %	10/05/2021	28	07/06/2021	9010	258	34,92
38	0.05% sin curar		0,05 %	10/05/2021	28	07/06/2021	5390	258	20,89
39	0.15% sin curar		0,15 %	10/05/2021	28	07/06/2021	7070	258	27,40
40	0.25% sin curar		0,25 %	10/05/2021	28	07/06/2021	4520	258	17,52
41	0.00% semicurado	Aspersión	0,00 %	10/05/2021	28	07/06/2021	10470	258	40,58
42	0.05% semicurado		0,05 %	10/05/2021	28	07/06/2021	14390	258	55,78
43	0.15% semicurado		0,15 %	10/05/2021	28	07/06/2021	11490	258	44,53
44	0.25% semicurado		0,25 %	10/05/2021	28	07/06/2021	6490	258	25,16
45	0.00% curado	Saturación	0,00 %	10/05/2021	28	07/06/2021	9010	258	34,92
46	0.05% curado		0,05 %	10/05/2021	28	07/06/2021	13840	258	53,64
47	0.15% curado		0,15 %	10/05/2021	28	07/06/2021	10800	258	41,86
48	0.25% curado		0,25 %	10/05/2021	28	07/06/2021	9990	258	38,72

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la tabla 46 se muestra las resistencias a la compresión de los bloques sin tratamiento.

Tabla 46

Resistencia a la compresión de los bloques sin tratamiento a los 7, 14, 21 y 28 días (kg/cm²)

Tratamiento	%	7 días	14 días	21 días	28 días
Sin tratamiento	0,00	22,67	40,78	33,22	34,92
	0,05	23,06	21,36	28,37	20,89
	0,15	24,50	22,17	28,68	27,40
	0,25	13,10	14,07	15,31	17,52

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 34 se muestra el diagrama de barras las resistencias de los bloques sin tratamiento.

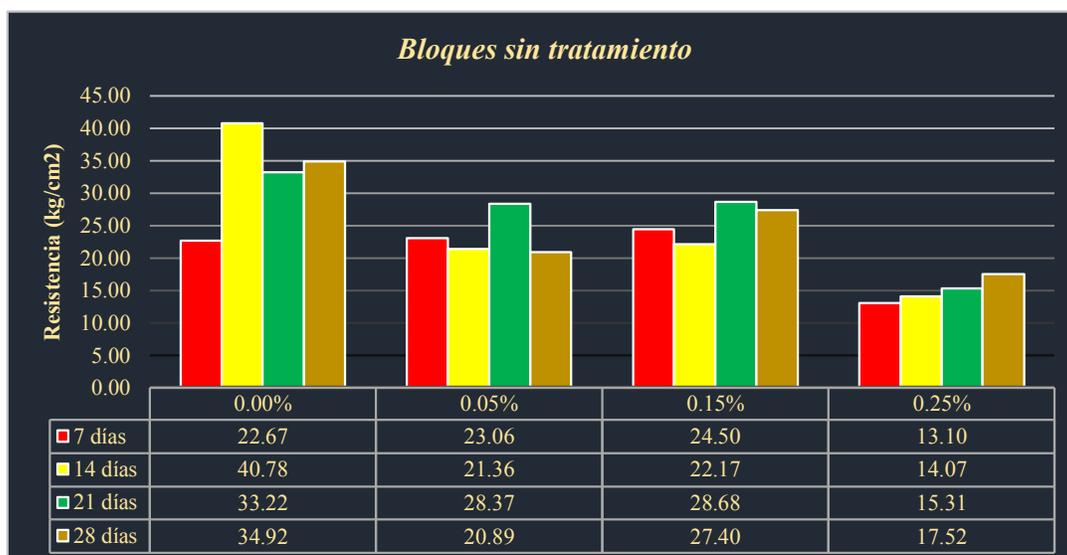


Figura 34. Resistencia a la compresión de los bloques sin tratamiento 0,00 %, 0,05 %, 0,15 % y 0,25 % en 7, 14, 21 y 28 días. Fuente: Elaboración propia (2021).

Análisis descriptivo

Los bloques sin tratamiento, todos cumplen con lo especificado en la norma E.070 albañilería a excepción de los bloques con 0,25 % de poliestireno expandido extraído del peso del agregado fino, este último no puede ser utilizado como un elemento no estructural en tabiquería, cerco perimétrico y parapetos.

En la tabla 47 se muestra las resistencias a la compresión de los bloques curados por aspersión.

Tabla 47

Resistencia a la compresión de los bloques curados por aspersión a los 7, 14, 21 y 28 días (kg/cm²)

Tratamiento	%	7 días	14 días	21 días	28 días
Aspersión	0,00	32,21	28,26	40,31	40,58
	0,05	29,30	33,72	47,79	55,78
	0,15	31,12	35,85	31,36	44,53
	0,25	20,39	24,26	24,69	25,16

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 35 se muestra el diagrama de barras las resistencias de los bloques curados por aspersión.

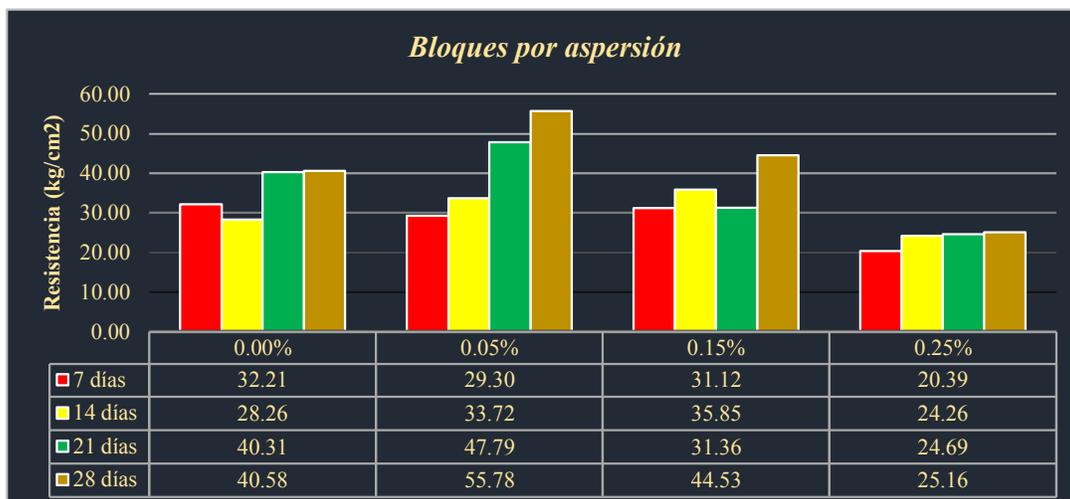


Figura 35. Resistencia a la compresión de los bloques curados por aspersión 0,00 %, 0,05 %, 0,15 % y 0,25 % en 7, 14, 21 y 28 días. Fuente: Elaboración propia (2021).

Análisis descriptivo

Como se puede apreciar los bloques curados por aspersión cumplen con el requerimiento mínimo, por consiguiente pueden ser utilizados como elementos no estructurales.

Los bloques de 0,05 % de poliestireno expandido tienen mayor resistencia a la compresión, los que le siguen están 0,00 % y 0,15 % de poliestireno expandido, en último lugar tenemos a los bloques con 0,25 % de poliestireno expandido.

En la presente tabla se muestra las resistencias a la compresión de los bloques curados por saturación.

Tabla 48

Resistencia a la compresión de los bloques curados por saturación a los 7, 14, 21 y 28 días (kg/cm²)

Tratamiento	%	7 días	14 días	21 días	28 días
Saturación	0,00	29,22	34,84	30,78	34,92
	0,05	39,03	40,39	43,88	53,64
	0,15	20,16	27,57	31,59	41,86
	0,25	22,05	29,53	37,79	38,72

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura se muestra el diagrama de barras de los bloques curados por saturación.

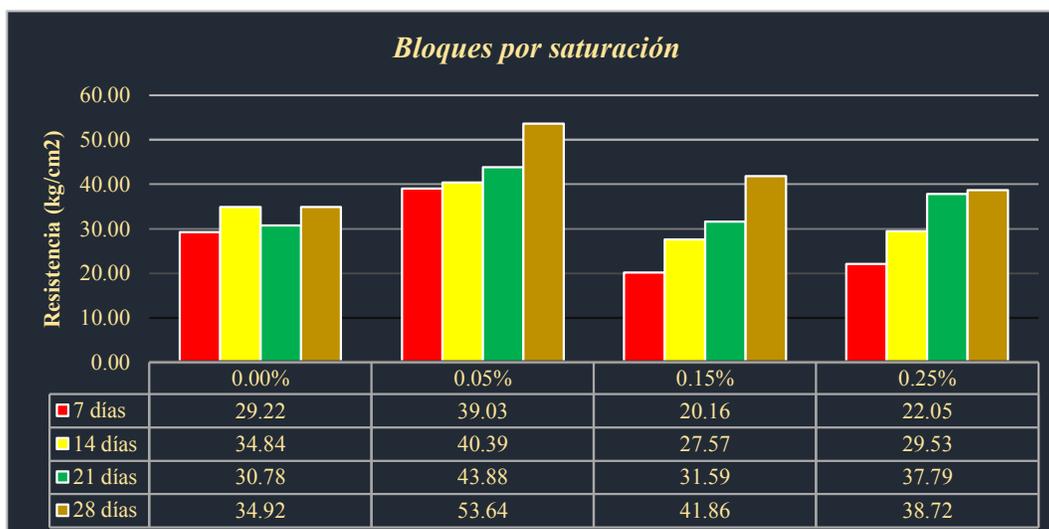


Figura 36. Resistencia a la compresión de los bloques curados por saturación 0,00 %, 0,05 %, 0,15 % y 0,25 % en 7, 14, 21 y 28 días. Fuente: Elaboración propia (2021).

Análisis descriptivo

En el tratamiento de los bloques curados por saturación, todos los porcentajes de poliestireno expandido extraído del peso del agregado fino cumplen con la normativa, se puede decir que dichos bloques pueden ser utilizados en elementos no estructurales como tabiquería, cercos perimétricos y parapetos.

Los bloques de 0,05 % de poliestireno expandido tienen mayor resistencia a la compresión, los demás porcentajes sus resistencias se encuentran parejos.

Tabla 49

Resistencia a la compresión promedio de los bloques sin curar, curados por aspersión y saturación (kg/cm²)

%	Tratamiento		
	Sin curar (kg/cm ²)	Aspersión (kg/cm ²)	Saturación (kg/cm ²)
0,00	32,90	35,34	32,44
0,05	23,42	41,65	44,23
0,15	25,69	35,72	30,29
0,25	15,00	23,62	32,03

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura se muestra el diagrama de barras promedio de los bloques sin tratamiento, curados por aspersión y saturación.

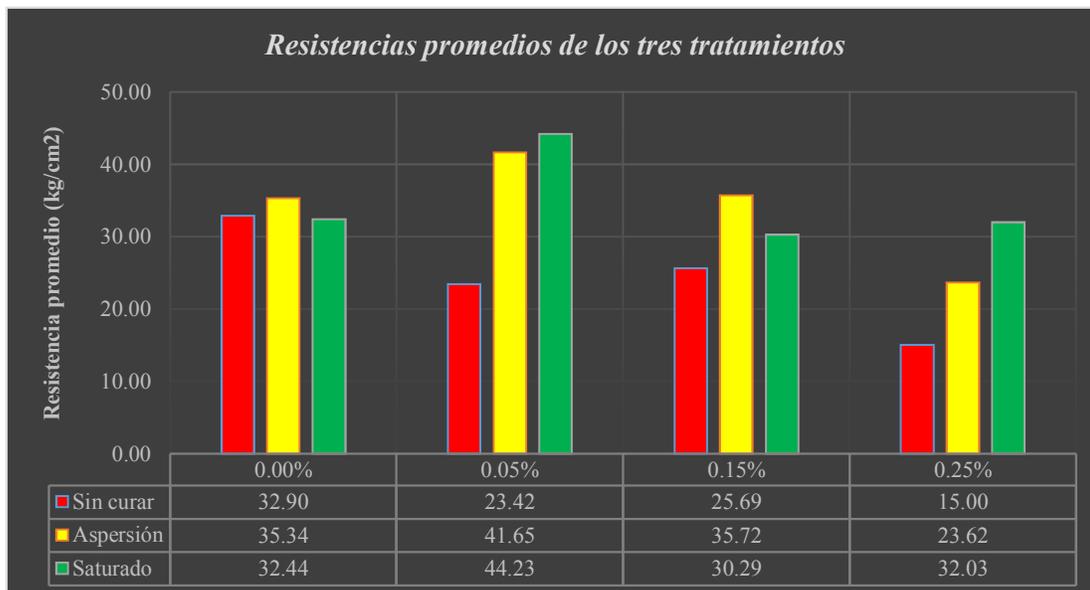


Figura 37. Resistencia a la compresión promedio de los bloques curados por aspersión, saturación y sin tratamiento. Fuente: Elaboración propia (2021).

Análisis descriptivo

Los bloques con tratamiento por aspersión, saturación y sin tratamiento tienen resistencias promedio a los 28 días mayor a lo especificado en la normativa, a excepción de los bloques sin tratamiento con 0,25 % de poliestireno expandido, no cumple las especificaciones de la norma E. 070 albañilería en este caso no estructural.

7.2. Conclusiones

- Con respecto al objetivo principal, se logró evaluar el diseño bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción en el distrito de Nueva Cajamarca. En los estudios físicos, mecánicos y químicos del agregado fino, se obtuvieron resultados favorables que ayudaron en el diseño del prototipo a utilizar en el estudio, así mismo se realizó el diseño de mezcla con los resultados adquiridos en el laboratorio. Una vez conseguido el prototipo se llevó a cabo la elaboración de los bloques de albañilería no estructural y a la rotura de las mismas, cumpliendo lo especificado en el RNE de la E. 070 albañilería.

- ❖ Para el objetivo específico uno, se logró obtener la dosificación necesaria para bloques de albañilería no estructural: para el 0,00 % se tiene cemento = 1.96 kg, agregado fino = 6,62 kg y agua = 0,87 L; al 0,05 % se tiene cemento = 1.92 kg, agregado fino = 6,62 kg, agua = 0,87 L y poliestireno expandido = 3,31 g; al 0,15 % se tiene cemento = 1.92 kg, agregado fino = 6,61 kg, agua = 0,87 L y poliestireno expandido = 9,93 g y para el 0,25 % se tiene cemento = 1.92 kg, agregado fino = 6,60 kg, agua = 0,87 L y Poliestireno expandido = 16,55 g. Dichos valores son calculados para un volumen de 4902 cm³.

- ❖ Para el objetivo específico dos, se logró determinar las resistencias de los bloques de albañilería no estructural aplicando % de poliestireno expandido con tratamiento por aspersión, saturación y sin tratamiento, estos fueron sometidos a las pruebas de rotura en los 7, 14, 21 y 28 días, obteniendo resultados para el bloque sin tratamiento 0,00 % de poliestireno expandido una resistencia promedio 32,90 kg/cm², 0,05 % -23,42 kg/cm², 0,15 % - 25,59 kg/cm² y 0,25 % - 15 kg/cm², para el tratamiento por aspersión al 0,00 % - 35,34 kg/cm², 0,05 % - 41,65 kg/cm², 0,15 % - 35,72 kg/cm² y 0,25 % - 23,62 kg/cm² y el tratamiento por saturación al 0,00 % - 32,44 kg/cm², 0,05 % - 44,23 kg/cm², 0,15 % - 30,29 kg/cm² y 0,25 % - 32,03 kg/cm². Concluyendo que el tratamiento sin curar con 0,25 % de poliestireno expandido no cumple con el requisito mínimo del RNE de la E. 070 albañilería, además comparando los tratamientos, los dos últimos tienen mayor resistencia y pueden ser utilizados en muros de tabiquería, cercos perimétricos y parapetos.

- ❖ El objetivo específico tres, se logró determinar la diferencia de costos entre los bloques convencionales y los bloques con porcentajes de poliestireno expandido, el bloque convencional tiene un costo unitario de 3,30 soles, asimismo el costo unitario del bloque con 0,00 % de poliestireno expandido es 2,82 soles, de 0,05 % de poliestireno expandido es 2,90 soles, de 0,15 % de poliestireno expandido es 3,05 soles y 0,25 % de poliestireno expandido es 3,20 soles, es decir a medida que incrementamos el porcentaje de poliestireno expandido mayor es el costo del bloque. Concluyendo que el bloque convencional aumenta 14 % con respecto al primero, 12 % con el segundo, 8 % con el tercero y 3 % con el 0,25 % de poliestireno expandido, en síntesis los bloques hechos manualmente son más económicos y pueden ser industrializados.

- ❖ Con respecto a las encuestas se logró conocer que la población si utilizaría un material ligero, económico y resistente para sus construcciones detallado en el ANEXO IV.

7.3. Recomendaciones

- En la fabricación de los bloques se recomienda que al momento de incorporar agua a la mezcla se debe hacer por proporciones y por aspersión, de tal manera que no exista ningún problema al momento de hacer el moldeado, además al aplicar poliestireno expandido se debe tener protegido el lugar y así evitar que se expanda ya que dicho material es de baja densidad.

- ❖ La realización de los estudios de la cantera para poder determinar la uniformidad de la muestra, teniendo en cuenta que son materiales geológicos, que se van depositando de acuerdo a las máximas avenidas y en el trayecto se pueden infectar de diversos materiales no aptos en la construcción.

- ❖ Mantener la dosificación necesaria, porque de acuerdo las especificaciones planteadas van a cumplir las expectativas de la norma E 0.70 de albañilería no estructural.

- ❖ Se recomienda mantener el poliestireno expandido de los diámetros 1/4" (6,35 mm), N° 4 (4,76 mm) y N° 8 (2,38 mm) o menores a ello, ya que con dichos materiales se ha determinado una adherencia necesaria en los cuales dentro del proyecto de investigación no había ningún desprendimiento o separación de ello.

- ❖ Para la elaboración de bloques en forma manual o industrial es necesario realizar un sistema de tratamiento por aspersión y saturación durante 7 días como mínimo, dentro de ese tiempo los bloques podrán alcanzar una resistencia deseada.

- ❖ Se recomienda utilizar los bloques propuestos por tener un menor costo, basados en la producción del presente proyecto de investigación resultando una diferencia de costos significativos menores a los bloques que se encuentran en venta en el mercado de la construcción en la región.

REFERENCIAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto Teoría y Problemas* (San Marcos E.I.R.L.- Editor). [//www.udocz.com/read/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo](http://www.udocz.com/read/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo)
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338.
- Alonso, M. A., Suárez, O. R., Cantarell, P. R. M., & Sánchez, J. M. B. (1990). Bloques de hormigón, análisis de la normativa UNE, ISO, en comparación con otras normas internacionales. *Materiales de construcción*, 220, 37-52.
- Amasifuén, H. M. (2018). “*Diseño De Bloques De Concreto Ligero Con La Aplicación De Perlas De Poliestireno, Distrito De Tarapoto, San Martín – 2018*” [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30713>
- ANAPE. (2011). *Construcción*. <http://www.construccion-eps.com/index.php?accion=edificacion>
- Ángel, C. (2013). *Peso unitario del agregado grueso y fino*. <https://es.slideshare.net/yohnnny/57709566-pesounitariodelagregadogruesyfino>
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica* (6ta Edición). Editorial Episteme.
- Arrieta, J., & Peñaherrera, E. (2001). *Fabricación de Bloques de Concreto con una Mesa Vibradora* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4354>
- Asociación Nacional de la Industria y del Prefabricado de Hormigón. (2019). *Muros de bloques y ladrillos de hormigón*.

- Barcia, F., Baez, W., Azúa Alcivar, C., Caballero Delgado, J., Cesar, J., & Avendaño, J. (2020). *El uso de los bloques de hormigón en la construcción de viviendas*.
- Bartolomé, Á. S., Quiun, D., & Silva, W. (2020). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*. Fondo Editorial de la PUCP.
- Cabezas, G. M. (2019). Diseño de una losa de hormigón liviano de poliestireno expandido reciclado modificado. *Revista Ingeniería*, 3(6), 110-126. <https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v3i6.37>
- Cedeño, G. J., Macías, G. C., Martínez, M. M., Ramírez, M. C., Roca, G. L., & Sánchez, W. (2016). *Costos Autónomos* (p. 5). <https://www.clubensayos.com/Negocios/COSTOS-AUTONOMOS/3506915.html>
- CEMBUREAU. (2017). *Cement*. <https://cembureau.eu/media/1716/activity-report-2017.pdf>
- CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A. (2010). *Manual del maestro constructor*.
- Duran, R. (2017, febrero 23). Bloques de concreto: Características, usos e instalación. *Albañiles*. <https://www.albaniles.org/albanileria/bloques-de-concreto-caracteristicas-usos-e-instalacion/>
- Duškov, M. (2000). Manual de diseño holandés para pavimentos ligeros con geofoam de poliestireno expandido. *Transportation Research Record*, 1736(1), 103-109. <https://doi.org/10.3141/1736-13>
- EUMEPS Construction. (2003). *Libro Blanco del EPS*. <http://www.anape.es/pdf/Libroblanco.pdf>
- INICIATIVA CON PROYECTO DE DECRETO POR EL QUE SE REFORMAN LOS ARTÍCULOS 7, 19, 33, 98 y 106 DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS, EN MATERIA DE RECICLAJE DE UNICEL*, (2016) (testimony of Juan Flores).
- García, P. (2016). *El bloque de hormigón y su fábrica*.

- Gómez, M. M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Editorial Brujas.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado* (Pontificia Universidad Católica del Perú). <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/disenode-estructuras-de-concreto-harmsen.pdf>
- Hasan, E. (2014). *High performance structural lightweight concrete utilizing natural perlite aggregate and perlite powder* [MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY]. <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/23253>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta Edición). McGraw-Hill. <https://books.google.com.pe/books?id=76QzvwEACAAJ&dq=metodolog%C3%A4Da+de+la+investigacion+roberto+hernandez+sampieri&hl=es&sa=X&ved=0ahUK EwiVxNnL9sniAhVFtlkKHYvKD3cQ6AEIPDAD>
- Hernández, R. H., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. https://issuu.com/daniel0252/docs/dise_o_y_control_de_mezclas_de_con
- López, P. L. (2004). Población Muestra y Muestreo. *Punto Cero*, 09(08), 69-74.
- Mazoni, E. M. (2019). *Caracterização física e mecânica de concreto leve com EPS reciclado* [Tesis de posgrado, Universidad Federal de Amazonas]. <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7383>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/10396-18-2016-mtc-14>
- Mousalli, G. (2015). *Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa*.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2633.9446>

Naiza, G. R. (2017). *Aplicación del Poliestireno Expandido en la Fabricación de Unidades de Concreto Liviano para Muros de Tabiquería en la Ciudad de Arequipa* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santa María].

<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7229>

Navas, A., & Salazar, J. C. (2014). Propiedades geométricas de los bloques y la mampostería de concreto. *Ingeniería. Revista de la Universidad de Costa Rica*, 24(2), 129-144.

<https://doi.org/10.15517/ring.v24i2.13929>

Neville, A. (1995). *Tecnología del concreto* (1ra Edición). Arquine Ediciones.

http://imcyc.com/redcyc/imcyc/biblioteca_digital/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO.pdf

Norma E.070. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*.

<http://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>

NTP 339.088. (2006). *Hormigón (concreto). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland* (2 Edición, p. 18).

<https://doku.pub/documents/norma-tecnica-peruana-ntp-339088-concreto-pld43758r9ln>

NTP 399.600. (2017). *Unidades de albañilería. Bloques de concreto para uso no estructural*

(3 Edición, p. 14). <https://es.scribd.com/document/454227394/NTP-399-600-pdf>

NTP 399.602. (2002). *Unidades de albañilería. Bloques de concreto para uso estructural*

(p. 14).

Ñaupá, M. (2018). “*Evaluación de la calidad y costo de bloques de cemento con perlitas de poliestireno como alternativa en muros de albañilería en viviendas multifamiliares de la ciudad de Ayacucho*” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3572>

- Olaya, R. (2019, mayo 14). *Bloque de cemento u hormigón Ventajas y Desventajas*.
https://www.youtube.com/watch?v=2O6QwY_3qao
- Peláez, E. C. (2015). *Instalación de maquinaria de producción de poliestireno expandido* [Tesis doctoral, Universidad de San Carlos de Guatemala].
<http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>
- Peña, T., & Pirela, J. (2007). La complejidad del análisis documental. *Información, Cultura y Sociedad*, 16, 55-81. <http://eprints.rclis.org/17138/>
- Pérez Pérez, L. L., & Zamora Fernández, H. J. (2020). *Diseño de bloques de concreto modificados con fibras de plástico reciclado para la reducción de cargas en edificaciones, Tarapoto, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51339>
- PlasticsEurope. (2020). *Plastics – the Facts*.
<https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications>
- Polanco, A. (2012). *Prácticas de Laboratorio de Concreto* (p. 73) [Manual].
<https://www.cuevadelcivil.com/2017/07/practicade-laboratorio-de-concreto.html>
- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., & Velazco, G. (2009). *Manual del concreto estructural*.
<https://es.scribd.com/document/375577045/Joaquin-Porrero-MANUAL-DEL-CONCRETO-ESTRUCTURAL-pdf>
- Quevedo, F. (2011). La prueba de ji-cuadrado. *Medwave*, 11(12).
<https://doi.org/10.5867/medwave.2011.12.5266>
- Quezada, P. E. (2010). *Estudio técnico y económico para la elaboración de bloques de hormigón liviano en base a poliestireno expandido* [Tesis de maestría, Universidad de Talca]. http://biblioteca.otalca.cl/html/fuentes_informacion/tesis_digitales.html
- QuimiNet.com. (2006). *Los embalajes de poliestireno expandido-EPS*.
<https://www.quiminet.com/articulos/los-embalajes-de-poliestireno-expandido-eps->

8600.htm

- Quintero, P. (2013). *Reciclaje termo-Mecánico del poliestireno expandido (Icopor), como una estrategia de mitigación de su impacto ambiental en rellenos sanitarios* [Tesis de magister, Universidad de Manizales].
<https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/762>
- Quiroz, M. & Salamanca, L. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de tecnología del hormigón* [Informe, Universidad Mayor de San Simón].
https://es.slideshare.net/lizbethsolo/libro-bsico-sobre-tecnologa-del-concreto?from_action=save
- Ramírez, A. (2017). *El uso de los bloques de concreto en la construcción*. Blog de Arquitectura y Construcción. <https://www.womenalia.com/articulo/el-uso-de-los-bloques-de-concreto-en-la-construccion>
- Ramos, M. (1988). *Ingeniería de los materiales plásticos* (Díaz de Santos, 1988).
https://books.google.com/books/about/Ingenier%C3%ADa_de_los_materiales_pl%C3%A1sticos.html?hl=es&id=DzrKPAAACAAJ
- Régil, O. (2005). *Optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto del estándar 15x20x40 cm con grado de resistencia 28 kg/cm², caso específico fuerte-block máquinas #1 y #2* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Reyes, N. D. (2017). *Como calcular materiales para un muro (cemento, arena y ladrillos)*.
<https://www.construreyesingenieria.com/2017/06/como-calcular-materiales-para-un-muro.html>
- Rivera, G. (2013). *Concreto Simple*. Universidad del Cauca.
<https://civilgeeks.com/2013/08/28/libro-de-tecnologia-del-concreto-y-mortero-ing-gerardo-a-rivera-l/>

- Rodríguez, H. E. (2017). *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural-Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/999>
- Rogontino, F., López, J., Martínez, E., & Scola, S. (2017). Evaluación del poliestireno expandido con mortero de cemento expuesto al fuego. *Revista INGENIERÍA UC*, 24(1), 22-27.
- Samper, M. D., Rico, M. I., Ferrandiz, S., & López, J. (2008). Reducción y caracterización del residuo de poliestireno expandido. *I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos*, 8.
- Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Sanjuán, M. Á., & Chinchón, S. (2014). *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. Universidad de Alicante. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/45347>
- Schackow, A., Effting, C., Folgueras, M. V., Güths, S., & Mendes, G. A. (2014). Mechanical and thermal properties of lightweight concretes with vermiculite and EPS using air-entraining agent. *Construction and Building Materials*, 57, 190-197. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.02.009>
- Sierra, J. A. (2014). *Análisis comparativo entre bloques de concreto tradicional y bloques de concreto alivianado con poliestireno* [Tesis de pregrado, Universidad Internacional del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2260>
- Sulong, N. H. R., Mustapa, S. A. S., & Rashid, M. K. A. (2019). Application of expanded polystyrene (EPS) in buildings and constructions. *Journal of Applied Polymer Science*, 136(20), 47529. <https://doi.org/10.1002/app.47529>

- Tessari, J. (2006). *Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil* [Tesis de postgrado, Universidad de Federal de Santa Catarina]. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88811>
- Textos científicos.com. (2005, octubre 22). *Producción de poliestireno expandido*. <https://www.textoscientificos.com/polimeros/polietireno/produccion>
- Trinidad, K. V. (2020). *Elaboración de bloques de concreto liviano adicionándole poliestireno reciclado para uso no estructural, Lima 2019* [tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52666>
- Vargas, H. G. (2005). *Albañilería Estructural*. Fondo Editorial PUCP.
- Ventura-León, J. L. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública*, 43(4), 0-0.
- Vera, I. J. (2018). *Diseño de un concreto liviano con Poliestireno expandido para la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta—Ate—Lima Este (2018)* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1636>
- Zamora, C., & D, C. (1997). Introducción a la Técnica de Rellenos Aligerados con Bloques de Poliestireno Expandido (EPS). *Décimo primer simposio colombiano sobre ingeniería de pavimentos*. <https://trid.trb.org/view/964345>

APÉNDICE Y ANEXOS

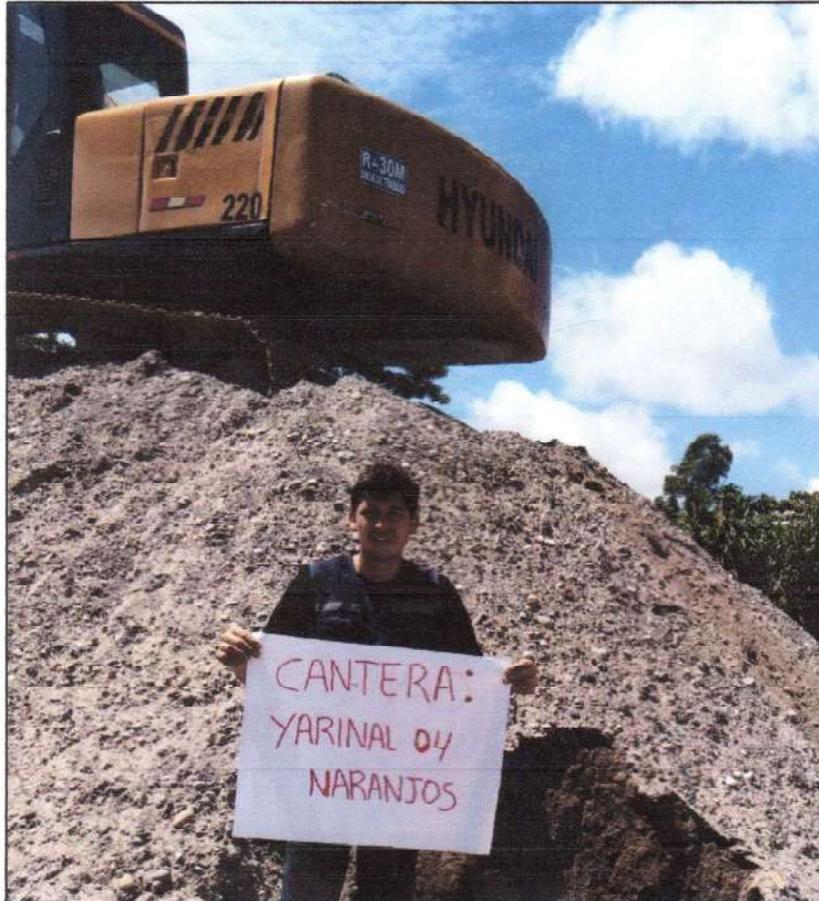
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Escala
<p>¿Cómo evaluar el diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción?</p> <p>PS₁: ¿Cuál es la dosificación necesaria para obtener bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción?</p>	<p>Evaluar el diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.</p> <p>OS₁: Determinar la dosificación necesaria para obtener bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.</p>	<p>Es posible evaluar el diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.</p> <p>HS₁: Al determinar la dosificación necesaria es posible obtener bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.</p>	<p>Variable independiente: bloques de albañilería</p>	<p>Resistencia Durabilidad Absorción Económico Liviano</p>	<p>MPa (kg/cm²) Tiempo % S/ kg</p>
<p>PS₂: ¿Cómo determinar la resistencia a la compresión de los bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción?</p> <p>PS₃: ¿Cuál es la diferencia de costos entre los bloques convencionales y los bloques con poliestireno expandido?</p>	<p>OS₂: Determinar la resistencia a la compresión de los bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.</p> <p>OS₃: Determinar la diferencia de costos entre los bloques convencionales y los bloques con poliestireno expandido.</p>	<p>HS₂: Al determinar la resistencia a la compresión es posible diseñar bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción.</p> <p>HS₃: Es posible determinar la diferencia de costos entre los bloques convencionales y los bloques con poliestireno expandido.</p>	<p>Variable dependiente: Poliestireno expandido</p>	<p>Densidad Resistencia Acústico Adherencia</p>	<p>kg/m³ MPa (kg/cm²) Sonido %</p>

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO A

ANEXO I: Informe de la cantera Yarinal 04

INFORME: CANTERA YARINAL 04



PROYECTO

DISEÑO DE BLOQUES DE ALBAÑILERÍA NO ESTRUCTURAL APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO NUEVO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN,
DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA – 2019

SECTOR	:	NUEVA CAJAMARCA
DISTRITO	:	NUEVA CAJAMARCA
PROVINCIA	:	RIOJA
REGIÓN	:	SAN MARTÍN
CANTERA	:	YARINAL 04

Nueva Cajamarca, julio de 2021



Christian Edward Ríos Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP-185396

INFORME TÉCNICO DE CANTERA

PROYECTO	:	Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, distrito de Nueva Cajamarca – 2019
UBICACIÓN DE CANTERA	:	
		Distrito : Naranjos Provincia : Rioja Departamento : San Martín
EJECUTOR	:	Bach. Alex Jaime Coronel Pérez
ASUNTO	:	Estudio de cantera, laboratorio de mecánica de suelos y concreto PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo)
FECHA	:	Nueva Cajamarca, julio de 2021

1. Finalidad de estudio

El estudio tiene como finalidad de determinar las características geométricas del agregado proveniente de la cantera Yarinal 04, con fuentes del río Naranjos.

2. Ubicación de la cantera

La cantera Yarinal 04 se encuentra en el caserío Yarinal con coordenadas Universal Transversal de Marcador (UTM) N= 9369150.381m E= 225182.853m con una altitud Z= 893.85 msnm, lugar de extracción es al margen derecho del río Naranjos en la dirección del flujo.

3. Accesibilidad de la cantera

Para llegar a la zona de extracción de la cantera Yarinal 04 por vía terrestre se tiene las siguientes peculiaridades, en el primer tramo se tiene una autopista Fernando Belaunde Terry que inicia su recorrido en el distrito de Nueva Cajamarca hasta el distrito de Pardo Miguel con una distancia aproximada de 32.20 km con un tiempo de 36 min, el segundo tramo es una carretera afirmada que inicia desde la localidad de Naranjos hasta el cruce de la cantera con dirección al caserío alto mayo cuya longitud promedio de 5.00 km cuyo tiempo es 11 min y


Christian Evarad Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP: 185396

por último se tiene una trocha carrozable desde el cruce de la carretera que se dirige al caserío alto mayo hasta la cantera Yarinal 04 con una longitud aproximada de 0.67 km y un tiempo estimado 2 min, finalmente se tiene un recorrido y tiempo total desde la ciudad de Nueva Cajamarca hasta la cantera Yarinal 04 de 37.87 km con tiempo de 49 min.

4. Clima y vegetación

La cantera Yarinal 04 se encuentra dentro de la extensión del Valle del Alto Mayo, por lo que cuentan con clima es moderadamente húmedo y templado cálido.

La temperatura promedio anual es de 14° C y 25° C, con precipitaciones medias anuales se encuentran entre 1400 mm y 3000 mm las mayores precipitaciones se presentan entre los meses de febrero a abril.

5. Reconocimiento del terreno

De acuerdo al reconocimiento del terreno para la explotación de la cantera Yarinal 04, se obtuvieron muestras representativas para los posteriores estudios correspondientes a las propiedades de los agregados de la cantera antes mencionada.

6. Descripción de la cantera

Se trata de una cantera de deposición aluvial del río Naranjos:

Propietario	: Propiedad privada
Uso	: Material para concreto y mortero
Tipo de material	: Conglomerado mezcla de grava, arena, arcilla y limo semicompacto de color amarillento
Tiempo de explotación	: En época de verano
Tipo de explotación	: A ciclo abierto mecanizada y zarandeada
Textura	: 91.70% de arena
Potencia bruta	: 28143.90 m ³



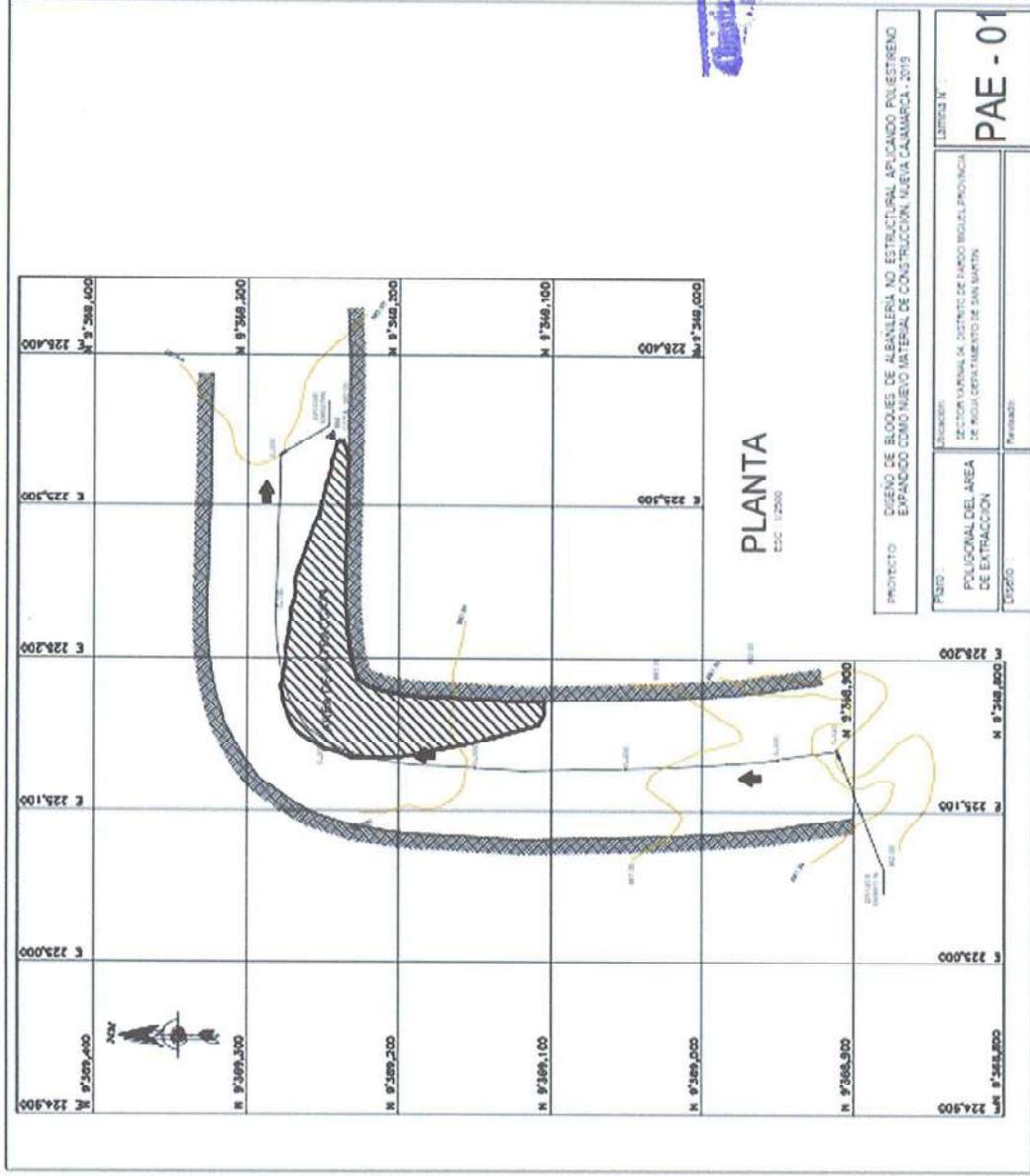
Christian Edward Ríos Paredes
INGENIERO CIVIL
CP-185396

(Plano de la cantera)



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

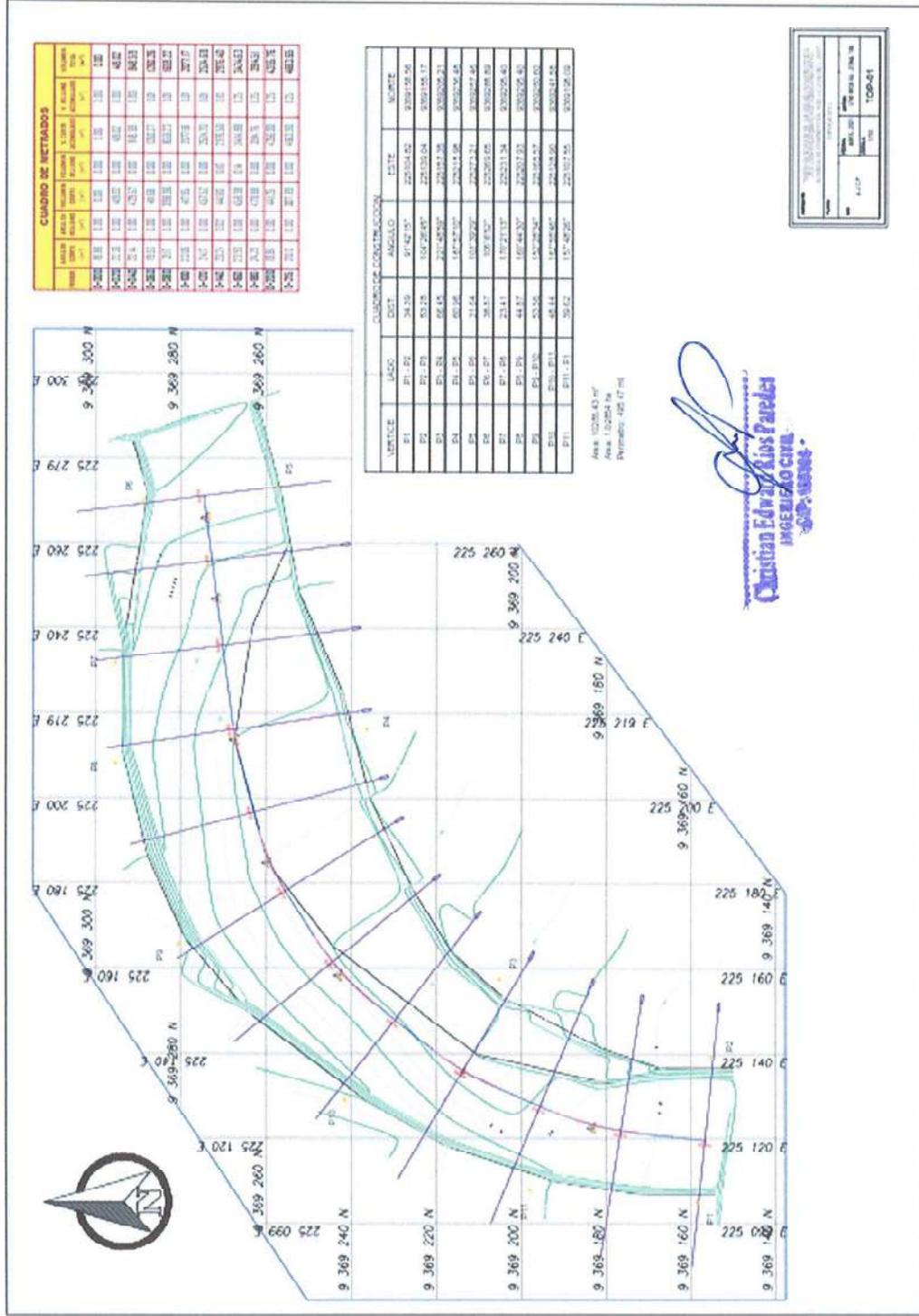
OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERU, 200 ANOS DE INDEPENDENCIA



[Signature]
Francisco Fernando Rios Paredes
 INGENIERO CIVIL
 D.S. 18888

PROYECTO:	DISEÑO DE BLOQUES DE ALBERLERIA NO ESTRUCTURAL APLICANDO PULVERIZADO EXPANDIDO COMO NUEVO MATERIAL DE CONSTRUCCION, NUEVA CAJAMARCA - 2019
PLANO:	SECCION
	POLIGONAL DEL AREA DE EXTRACCION
	ESTADO: Finalizado
	AREA N°: PAE - 01

Carretera Ferrando Belaunde Terry Km. 493 – Moyobamba
 Teléfono 042 - 562522
 Página Web: www.peam.gob.pe



(Fotos extracción de muestra)

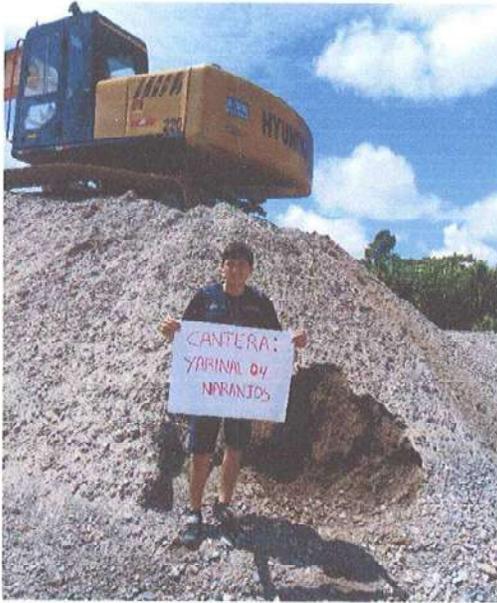


Figura 1. Cantera Yarinal 04



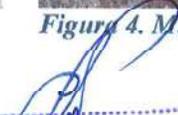
Figura 2. Recolección muestreo del agregado fino



Figura 3. Zarandeado dl agregado fino



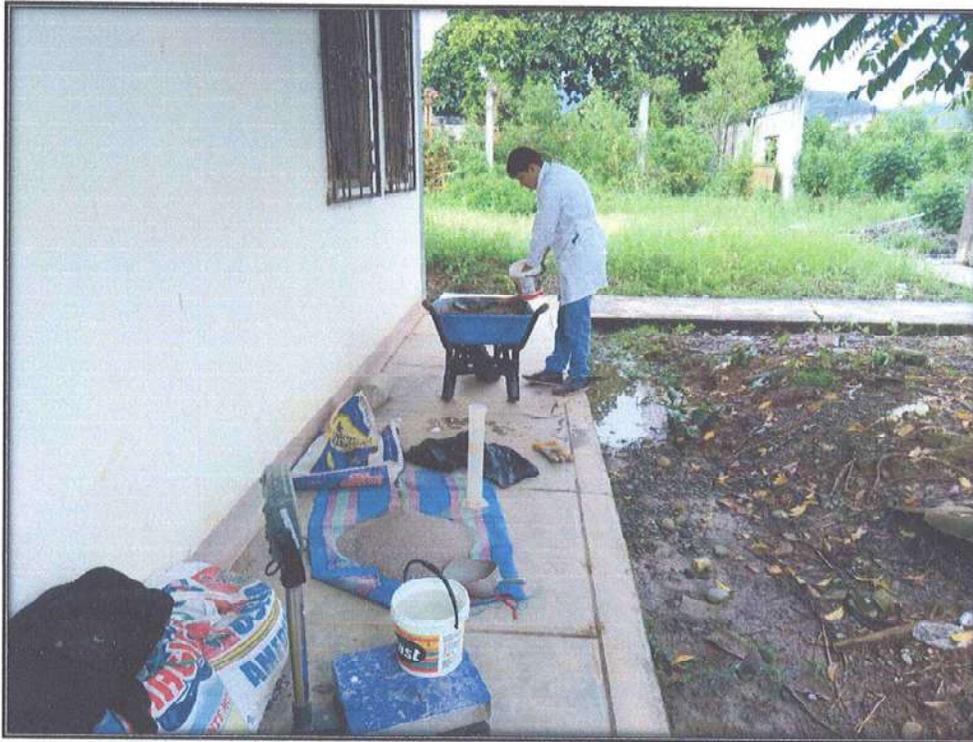
Figura 4. Muestra del agregado zarandeado


Christian Edward Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
TEL: 983399

ANEXO II: Informe de diseño de mezcla

INFORME: DISEÑO DE MEZCLA

BLOQUES



PROYECTO

DISEÑO DE BLOQUES DE ALBAÑILERÍA NO ESTRUCTURAL APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO NUEVO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN, DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA – 2019

SECTOR : **NUEVA CAJAMARCA**
DISTRITO : **NUEVA CAJAMARCA**
PROVINCIA : **RIOJA**
REGIÓN : **SAN MARTÍN**
CANtera : **YARINAL 04**


Christian Edward Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
N°CP: 36938

Nueva Cajamarca, julio de 2021

INFORME DE LABORATORIO – DISEÑO DE MEZCLA MORTERO Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, distrito de Nueva Cajamarca – 2019

UBICACIÓN DE CANTERA :

Distrito : Naranjos
Provincia : Rioja
Departamento : San Martín

EJECUTOR : Bach. Alex Jaime Coronel Pérez

ASUNTO : Estudio de cantera, laboratorio de mecánica de suelos y concreto PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo)

FECHA : Nueva Cajamarca, julio de 2021

Diseño de mezcla de mortero, de resistencia a la compresión a los 28 días

Tabla Dosificación de morteros.

Tipo de mortero	Materiales por m ³		
	Cemento (kg)	Arena (m ³)	Agua (Lt)
1:2	610	0.97	250
1:3	454	1.10	250
1:4	364	1.16	240
1:5	302	1.20	240
1:6	261	1.20	233

Fuente: (Reyes M. Nelson 2017).


Christian Edwards Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP: 185308

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Cemento ASTM Tipo I

Peso Especifico = 3.11 grs/cm³
Peso Unitario = 1500 kg/cm³

Agregado fino (arena zarandeado)

Peso Especifico	=	2.61 grs/cm ³
Peso Unitario Suelto	=	1490 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	=	1667 kg/m ³
Porcentaje de Absorción	=	0.73 %
Porcentaje de Humedad	=	5.85 %
Módulo de Fineza	=	2.57

CANTIDAD DE MATERIALES POR M3

Prototipo base 1 m³ en peso (kg)

Cemento	=	400.40 kg
Agregado fino	=	1350.65 kg
Agua	=	177.13 L

Prototipo 0.05% de poliestireno expandido del peso del agregado (kg) 1 m³

Cemento	=	400.40 kg
Agregado fino	=	1349.97 kg
Agua	=	180.61 L
Poliestireno expandido	=	0.68 kg

Prototipo 0.15% de poliestireno expandido del peso del agregado (kg) 1 m³

Cemento	=	400.40 kg
Agregado fino	=	1348.62 kg
Agua	=	180.61 L
Poliestireno expandido	=	2.03 kg

Prototipo 0.25% de poliestireno expandido del peso del agregado (kg) 1 m³

Cemento	=	400.40 kg
Agregado fino	=	1347.27 kg
Agua	=	180.61 L
Poliestireno expandido	=	3.38 kg



Christian Edward Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP: 185366

RECOMENDACIONES



- Zarandear el material de la siguiente manera:
 - Usar el agregado fino cuyo tamaño máximo del agregado es menor que la malla N° 4 (4.760 mm).
 - Curar a los bloques de concreto de la misma manera que las estructuras.
 - Verificar el agua cuando sea necesario por causa de precipitaciones pluviales.
 - Eliminar elementos extraños, como trozos de madera, etc.
 - Se debe lavar el agregado fino, máximo debe tener el 3% de finos.
- La humedad superficial del agregado fino mantiene separadas las partículas, produciendo un momento de volumen que se denomina "Abundamiento". Esto se produce cuando su contenido de humedad varía entre 5% y 8%, originando un incremento de volumen del orden del 15% y 12% respectivamente en arenas gruesas por lo que se recomienda considerar este incremento en el proporcionamiento en volumen de obra.
- Se recomienda tener bastante cuidado el momento de la mezcla con poliestireno expandido, por fuertes vientos existentes en el lugar de trabajo pueden esparcir el material debido a su baja densidad.
- Se debe tener un molde diseñado específicamente para resistir la presión mortero al momento del llenado.
- En la elaboración de los bloques de concreto hacer una capa con 25 golpes con una varilla de fierro liso de Ø 5/8" x 40 cm de longitud chuseados homogéneamente toda la superficie incluyendo las esquinas, golpear en total de 12 a 17 veces en los costados y la parte inferior al momento de voltear el molde con un martillo de goma de 0.34 a 0.80 kg.
- Se recomienda acoplar con una mano dicha mezcla, si este no se desborda esta significada que el agua es el adecuado; por el contrario sigue desbordando se debe aplicar más agua pero con cautela.
- Tener en cuenta cuando se realiza el pesado correspondiente de los materiales se debe descontar la tara, por ejemplo si se utiliza baldes se debe descontar su peso del mismo.

(Fotos en la elaboración de bloques base)



Figura 1. Mezcla de materiales



Figura 2. Chuseado del bloque.



Figura 3. Compactado del bloque.



Figura 4. Llenado final para el baseo.


Christian Eduardo Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP: 185396

(Resultados de laboratorio)

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERU: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA

Proyecto :	Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando piliestireno expandido como nuevo material de construcción, Distrito de Nueva Cajamarca - 2019
Localización:	Distrito de Nueva Cajamarca
Muestra:	Cantera Yarinal 04
Material:	Agregado zarandeado
Para Uso :	Diseño de bloques
Fecha:	12/04/2021

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL NTP 339.127

LATA	15	184	336
PESO DE LATA grs	24.64	24.31	24.73
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	188.79	195.01	200.80
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	180.15	185.67	190.52
PESO DEL AGUA grs	8.64	9.34	10.28
PESO DEL SUELO SECO grs	155.51	161.36	165.79
% DE HUMEDAD	5.56	5.79	6.20
PROMEDIO % DE HUMEDAD	5.85		

ABSORCION NTP 400.022 -2013

LATA	121	128	336
PESO DE LATA grs	24.71	24.65	24.73
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	186.45	182.18	186.85
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	184.99	180.88	185.56
PESO DEL AGUA grs	1.46	1.30	1.29
PESO DEL SUELO SECO grs	160.28	156.23	160.83
% DE ABSORCION	0.79	0.72	0.70
PROMEDIO %	0.73		



Christian Edward Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP: 145286

Proyecto : Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando piliestireno expandido como nuevo material de construcción, Distrito de Nueva Cajamarca - 2019

Localización: Distrito de Nueva Cajamarca

Muestra: Cantera Yarínal 04

Material: Agregado zarandeado

Para Uso: Diseño de bloques

Fecha: 12/04/2021

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO NTP 400.022 - 2013

			1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Material Saturado Superficialmente Seco (En Aire)	gr.	150.00	150.00	150.00	
B	Peso Fiola + Agua	gr.	655.26	657.87	655.66	
C	Peso Frasco + Agua + MSS	gr.	805.26	807.87	805.66	
D	Peso del Material + Agua en el Frasco	gr.	748.07	750.63	747.92	
E	Volumen de Masa + Volumen de Vacío (C - D)	cc	57.19	57.24	57.74	
F	Peso de Material Seco en Estufa (105° C)	gr	145.57	149.15	149.12	
G	Volumen de Masa (E - (A - F))	cc	52.76	56.39	56.86	
	Pe Bulk (Base Seca) (F / E)	gr./cc	2.55	2.61	2.58	2.58
	Pe Bulk (Base Saturada) (A / E)	gr./cc	2.62	2.62	2.60	2.61
	Pe Aparente (Base Seca) (F / G)	gr./cc	2.76	2.64	2.62	2.68



Christian Eduardo Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP: 185306

Proyecto :	Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, Distrito de Nueva Cajamarca - 2019
Localización:	Distrito de Nueva Cajamarca
Muestra:	Cantera Yarinal 04
Material:	Agregado zarandeado
Para Uso :	Diseño de bloques
Fecha:	19/04/2021

PESO UNITARIO SUELTO NTP 400.017 - 1999

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	46,140	46,423	46,256	kg.
PESO DE MOLDE	4,120	4,120	4,120	kg.
PESO DE MATERIAL	42,020	42,303	42,136	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	m ³
PESO UNITARIO	1,485	1,495	1,489	kg./m ³
PROMEDIO	1,490			kg./m ³

PESO UNITARIO VARILLADO NTP 400.017 - 1999

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	51,380	51,489	50,998	kg.
PESO DE MOLDE	4,120	4,120	4,120	kg.
PESO DE MATERIAL	47,260	47,369	46,878	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	kg.
PESO UNITARIO	1,670	1,674	1,656	kg./m ³
PROMEDIO	1,667			kg./m ³



Christian Edward Ríos Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP 185396

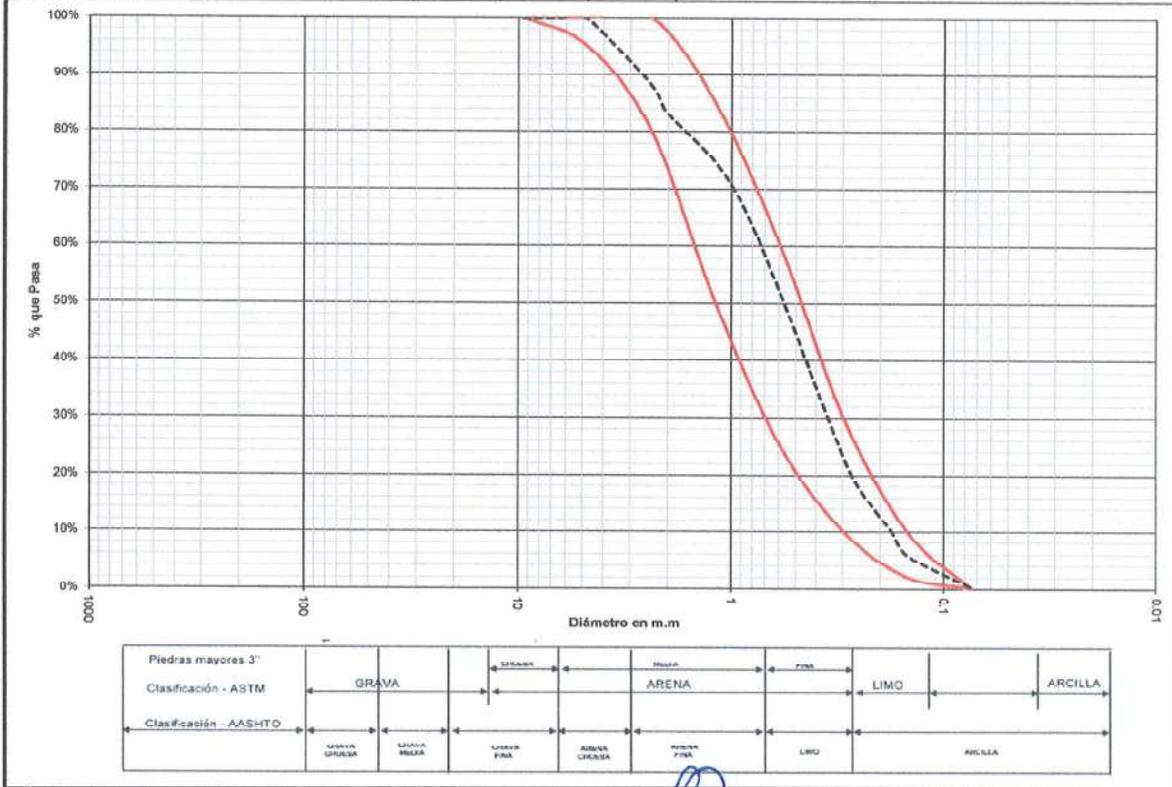
Proyecto: Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, Distrito de Nueva Cajamarca - 2019

Localización: Distrito de Nueva Cajamarca
 Muestra: Cantera Yarinal 04
 Material: Agregado zarandeado
 Para Uso: Diseño de bloques

Fecha: 05/05/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 400.012 - 2001

Tamizos	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones	Tamaño Máximo:	
Ø (mm)	Reenido	Parcial	Acumulado	Peso			
5"	127.00				NTP 400.037 - 2001	Modulo de Finesa AF:	1/4"
4"	101.60					Modulo de Finesa AG:	2.57
3"	76.20					Equivalente de Arena:	74%
2"	50.80					Descripción muestra:	Muestra Zarandeada
1 1/2"	38.10					ZUCS	AASHTO
1"	25.40					LL =	WT =
3/4"	19.05					LP =	WT+SAL =
1/2"	12.70					IP =	WSAL =
3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%		IG =	WT+SDL =
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%		D90 =	WSDL =
Nº 4	4.760	2.62	0.16%	99.84%	D60 =	%ARC =	
Nº 8	2.380	192.66	11.70%	11.86%	88.14%	D30 =	Cc =
Nº 10	2.000	82.64	5.02%	16.87%	83.13%	D10 =	Cu =
Nº 16	1.190	139.37	8.46%	25.34%	74.66%	Observaciones:	
Nº 20	0.840	153.59	9.33%	34.66%	65.34%	Agregado fino proveniente de la cantera Yarinal 04, perteneciente al río naranjos distrito de Pardo Miguel, cuyo material se encuentra deposita el margen derecho en dirección del flujo del río	
Nº 30	0.590	224.39	13.62%	48.29%	51.71%		
Nº 40	0.426	223.22	13.55%	61.84%	38.16%		
Nº 50	0.297	246.99	15.00%	76.84%	23.16%		
Nº 60	0.250	92.13	5.59%	82.43%	17.57%		
Nº 80	0.177	122.99	7.47%	89.90%	10.10%		
Nº 100	0.149	68.65	4.17%	94.05%	5.94%	2%	10%
Nº 200	0.074	94.49	5.74%	99.80%	0.20%		
Fondo	0.010	3.26	0.20%	100.00%	0.00%		
Peso Inicial	1647						



Christian Edward Rios Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP-48336

Proyecto : Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando piliestireno expandido como nuevo material de construcción, Distrito de Nueva Cajamarca - 2019

Localización: Distrito de Nueva Cajamarca

Muestra: Cantera Yarinal 04

Material: Agregado zarandeado

Para Uso: Diseño de bloques

Fecha: 14/04/2021

EQUIVALENTE DE ARENA NTP 339.146

			1	2	3	PROMEDIO
1	Hora de Entrada de Saturacion		9.46	9.48	9.50	
2	Hora de Salida de Saturacion (más 10')		9.56	9.58	10.00	
3	Hora de Entrada de Decantacion		9.58	10.00	10.03	
4	Hora de Salida de Decantacion (más 20')		10.18	10.20	10.23	
5	Altura Máxima de Material Fino	cm	5.90	5.65	5.80	
6	Altura Máxima de la Arena	cm	4.30	4.10	4.30	
7	Equivalente de Arena	%	72.88%	72.57%	74.14%	
8	Equivalente de Arena Promedio	%		73.20%		
9	Resultado Equivalente de Arena	%		74.00%		



Cristian Edwards Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP: 765390

Proyecto : Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, Distrito de Nueva Cajamarca - 2019

Localización: Distrito de Nueva Cajamarca

Muestra: Poliestireno expandido

Material: Perlas de tecnopor

Para Uso : Diseño de bloques

Fecha: 06/05/2021

PESO UNITARIO SUELTO POLIESTIRENO

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	4,490	4,490	4,490	kg.
PESO DE MOLDE	4,450	4,450	4,450	kg.
PESO DE MATERIAL	40	40	40	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.00353	0.00353	0.00353	m3
PESO UNITARIO	11.318	11.318	11.318	kg./m3
PROMEDIO	11			kg./m3



Christian Esguerra Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP: 083308

Proyecto: Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando poliestireno expandido como nuevo material de construcción, Distrito de Nueva Cajamarca - 2019

Localización: Distrito de Nueva Cajamarca

Muestra: Cantera Yarinal 04

Materia: Agregado zarandeado

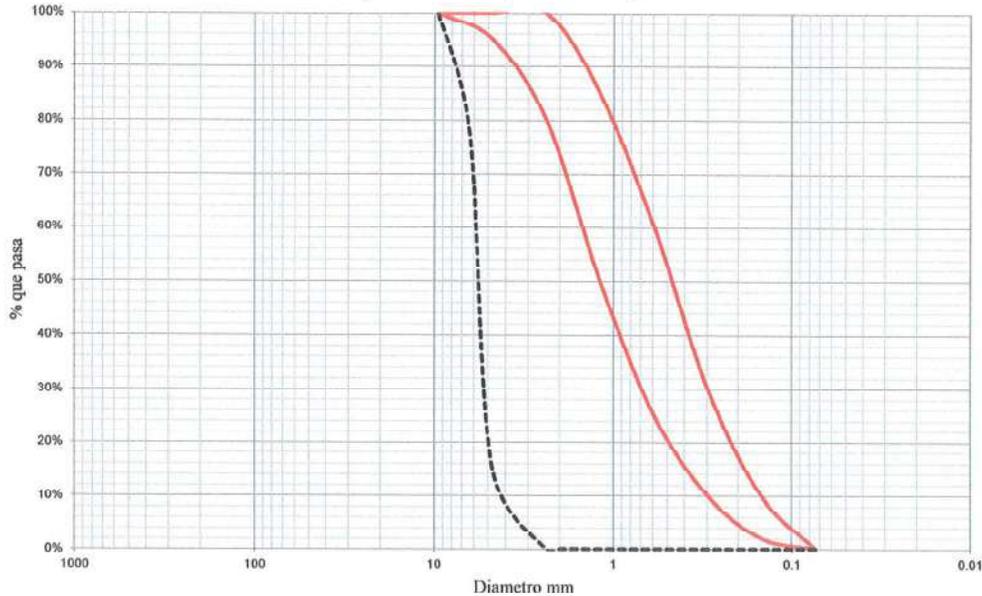
Para Uso: Diseño de bloques

Fecha: 06/05/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 400.012 - 2001

Tamices	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Tamaño Máximo:
Ø (mm)	Reenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
5"	127.00				3/8"
4"	101.60				Modulo de Finesa AF: 5.85
3"	76.20				Modulo de Finesa AG:
2"	50.80				Equivalente de Arena:
1 1/2"	38.10				Descripción muestra: Muestra con un peso inicial de 50g
1"	25.40				
3/4"	19.05				ZUCS AASHTO
1/2"	12.70				
3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%	LL = WT =
1/4"	6.350	11.17	22.34%	77.66%	LP = WT+SAL =
Nº 4	4.760	31.23	62.46%	37.54%	IP = WSAL =
Nº 8	2.380	7.60	15.20%	84.80%	IG = WT+SDL =
Nº 10	2.000	0.00	0.00%	100.00%	WSDL =
Nº 16	1.190	0.00	0.00%	100.00%	D90 = %ARC. =
Nº 20	0.840	0.00	0.00%	100.00%	D60 = %ERR. =
Nº 30	0.590	0.00	0.00%	100.00%	D30 = Cc =
Nº 40	0.426	0.00	0.00%	100.00%	D10 = Cu =
Nº 50	0.297	0.00	0.00%	100.00%	Observaciones:
Nº 60	0.250	0.00	0.00%	100.00%	
Nº 80	0.177	0.00	0.00%	100.00%	Material proveniente desde la capital Lima, con su color blanco integrado del 99% de aire y 2% de material, además este producto se transforma del petróleo
Nº 100	0.149	0.00	0.00%	100.00%	
Nº 200	0.074	0.00	0.00%	100.00%	
Fondo	0.010	0.00	0.00%	100.00%	
Peso Inicial	50				

Análisis granulométrico poliestireno expandido



Christian Edward Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
C/P: 185396



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS - ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE NUEVA CAJAMARCA

Av. Cajamarca Norte N° 1151, Los Olivos IV Etapa - Distrito de Nueva Cajamarca
Provincia de Rioja, Región San Martín. Teléfono 042-556443

ANÁLISIS DE SALES SOLUBLES EN SUELOS

PROYECTO : AGREGADOS PROVENIENTES DE CANTERAS DE PARDO MIGUEL NARANJOS, RIOJA

UBICACIÓN : **Distritos** : Pardo Miguel Naranjos y Rioja.
Provincia : Rioja.
Departamento : San Martín.
Cantera : Yarinal 04.

SOLICITA : OFICINA DE ESTUDIOS - PEAM

FECHA : Abril del 2021

RESULTADOS : Clave de Laboratorio ASC21-0210 y ASC21-0211 (Ingresó el 05 de abril 2021)

DESCRIPCIÓN		AGREGADO PROVENIENTE DE CANTERA DE LA PROVINCIA DE RIOJA
PARÁMETRO	Calicata / capa	ASC21 - 0210 Cantera: Yarinal 04 - Naranjos
Textura	%	91.7-.0.0-8.3 Arena
pH		8.10
Conductividad Eléctrica	$\mu\text{S cm}^{-1}$	0.954
Total de Sólidos Disueltos	ppm	27.24
Cloruros	ppm	14.20
Sulfatos	ppm	10.56

NOTA: Valores obtenidos a 20 °C

Metodología empleada:

pH : Potenciómetro en suspensión suelo: agua 1:1 a 20 °C (ASTM D-1293)

Conductividad Eléctrica : Extracto acuoso en relación suelo: agua 1:1 a 20 °C

Sales solubles : Extracto de saturación (NTP 339.152)

Cloruros : Titulación Potenciométrica con AgNO_3 (NTP 339.177)

Sulfatos : Turbidimetría con cloruro de Bario (NTP 339.178)

Los ensayos se realizan según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.152) homologada con la normatividad americana (ASTM).

Nueva Cajamarca, 09 de abril del 2021



V° B° **Ing. Carlos Egoávil De la Cruz**
C.I.P. N° 32743



(Diseño de mezcla del bloque)

Proyecto : Diseño de bloques de albañilería no estructural aplicando piliestireno expandido como nuevo material de construcción, Distrito de Nueva Cajamarca - 2019

Localización: Distrito de Nueva Cajamarca
Muestra: Cantera Yarinal 04 Naranjos
Material: Agregado zarandeado
Para Uso : Diseño de bloques
Fecha: 08/05/2021

DISEÑO DE MEZCLA PARA UN PORTERO 1:4

Tipo de portero	Materiales por m ³		
	Cemento (kg)	Arena (m ³)	Agua (Lt)
1:2	610	0.97	250
1:3	454	1.1	250
1:4	364	1.16	240
1:5	302	1.2	240
1:6	262	1.2	235



Christian Eduardo Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CP-125396

La cantidad de los materiales se encuentran en estado seco 1 m³

Corregimos el agregado por la humedad obtenido en laboratorio

Peso seco (Ps) = 1160 kg/m³

Peso saturado (Pw) = 1227.86 kg/m³

Corregimos la cantidad de agua para la mezcla

Peso del agua por humedad y absorción = $P_s \times \left(\frac{W\%}{100} - \frac{Abs\%}{100} \right)$ = 59.39 L

Cantidad de agua corregida = 240 L - 59.39 L = 180.61 L

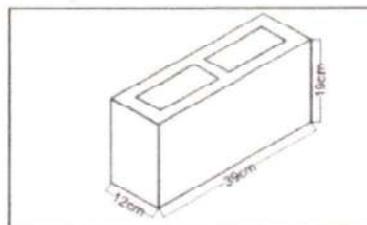
Cantidad de material por 1 m³ corregido

Cemento	=	364 kg	10% desp	400.40 kg
Agregado fino	=	1227.86 kg	10% desp	1350.65 kg
Agua	=	180.61 L	-----	180.61 L

Prototipo a utilizar en el diseño de un bloque de concreto

Dimensiones:

Largo	39 cm
Ancho	12 cm
Alto	19 cm
Vacio	
Largo	15 cm
Ancho	7 cm
Alto	19 cm



Volumen bruto del molde = 4902 cm³

Cantidad de material a utilizar en un molde 4902 cm³

Estas cantidades están incluidos los desperdicios del 10%

Cemento	=	1.96 kg	-----	1.96 kg
Agregado fino	=	6.62 kg	-----	6.62 kg
Agua	=	0.89 L	-----	0.89 L

Obteniendo una muestra de ochenta (80) bloques, en la cuales se derivará veinte (20) bloques para % de poliestireno expandido, dicho porcentaje se extrae del agregado fino.

Para 0.00% de poliestireno expandido N° bloques 12

Cemento	=	23.52 kg
Agregado fino	=	79.44 kg
Agua	=	10.68 L

Para 0.05% de poliestireno expandido N° bloques 12

Cemento	=	23.52 kg
Agregado fino	=	79.40 kg
Agua	=	10.68 L
Poliestireno expandido	=	0.0397 kg

Para 0.15% de poliestireno expandido N° bloques 12

Cemento	=	23.52 kg
Agregado fino	=	79.32 kg
Agua	=	10.68 L
Poliestireno expandido	=	0.1192 kg

Para 0.25% de poliestireno expandido N° bloques 12

Cemento	=	23.52 kg
Agregado fino	=	79.24 kg
Agua	=	10.68 L
Poliestireno expandido	=	0.1986 kg

Cantidad de material a utilizar para un muestreo de cuarenta y ocho (48) bloques

Cemento	=	94.08 kg
Agregado fino	=	317.40 kg
Agua	=	42.72 L
Poliestireno expandido	=	0.3575 kg



Christian Evaristo Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
C.P. 125396

Porción de los materiales a base de peso (kg)

	0.00%	0.05%	0.15%	0.25%
Cemento	1	1	1	1
Agregado fino	3.378	3.376	3.372	3.369
Agua	0.454	0.454	0.454	0.454
Poliestireno expandido	-----	0.0017	0.0051	0.0084

(Calibración)

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 350 - 2020**

Página 1 de 4

1. Expediente	200414
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	Cal. La Marginal N° 233 Sec. Uchuglla, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	300 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,01 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	SE302F
Número de Serie	725310403
Capacidad mínima	0,2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2020-10-08

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-10-19

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Cal. La Marginal N° 233 Sec. Uchuglla, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,3 °C	28,4 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: 180467001	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-198-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 350 - 2020

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

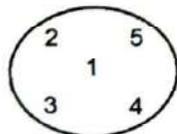
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	28,3 °C	28,3 °C

Medición Nº	Carga L1 = 150,00 g			Carga L2 = 300,00 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	150,01	9	6	300,01	8	7
2	150,00	4	1	300,00	3	2
3	150,00	4	1	300,01	7	8
4	150,01	8	7	300,01	8	7
5	150,00	4	1	300,00	4	1
6	150,01	7	8	300,00	5	0
7	150,00	3	2	300,01	8	7
8	150,00	4	1	300,00	5	0
9	150,01	8	7	300,00	4	1
10	150,00	5	0	300,01	9	6
	Diferencia Máxima		8	Diferencia Máxima		8
	Error Máximo Permissible		± 20	Error Máximo Permissible		± 30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	28,3 °C	28,3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0,10 g	0,10	5	0	100,00	100,00	6	-1	-1
2		0,10	5	0		100,00	6	-1	-1
3		0,10	5	0		100,00	5	0	0
4		0,10	5	0		100,00	8	-3	-3
5		0,10	5	0		99,99	3	-8	-8
					Error máximo permisible				± 20

* Valor entre 0 v 10e

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 349 - 2020

Página 1 de 4

1. Expediente	200414
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	Cal. La Marginal N° 233 Sec. Uchuglla, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	600 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,01 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	SE302F
Número de Serie	145429504
Capacidad mínima	0,2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2020-10-08

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-10-19

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 349 - 2020

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Cal. La Marginal N° 233 Sec. Uchuglla, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,4 °C	28,5 °C
Humedad Relativa	62 %	61 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: 180467001	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-198-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 349 - 2020

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

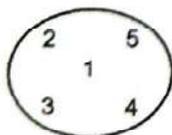
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	28,4 °C	28,4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 300,00 g			Carga L2 = 600,00 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	300,01	9	6	600,00	5	0
2	300,00	5	0	600,01	9	6
3	300,00	5	0	600,00	5	0
4	300,01	8	7	600,01	8	7
5	300,01	9	6	600,00	4	1
6	300,00	4	1	600,00	4	1
7	300,00	5	0	600,00	5	0
8	300,00	5	0	600,01	9	6
9	300,01	8	7	600,00	4	1
10	300,01	8	7	600,00	5	0
	Diferencia Máxima		7	Diferencia Máxima		7
	Error Máximo Permissible		± 30	Error Máximo Permissible		± 30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	28,4 °C	28,4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0,10 g	0,10	5	0	200,00	200,00	6	-1	-1
2		0,10	5	0		200,00	5	0	0
3		0,10	5	0		199,99	3	-8	-8
4		0,10	5	0		200,01	9	6	6
5		0,10	5	0		200,01	8	7	7
		Error máximo permisible							± 20

* Valor entre 0 v 10e

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 349 - 2020

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	28,4 °C	28,5 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						
0,20	0,20	5	0	0	0,20	3	2	2	10
1,00	1,00	5	0	0	1,00	3	2	2	10
10,00	10,00	5	0	0	10,00	3	2	2	10
50,00	50,00	5	0	0	50,00	3	2	2	10
100,00	100,00	5	0	0	100,00	4	1	1	20
200,00	200,00	6	-1	-1	200,00	4	1	1	20
300,00	300,00	5	0	0	300,01	9	6	6	30
400,00	400,00	5	0	0	400,01	8	7	7	30
500,00	500,00	5	0	0	500,01	8	7	7	30
600,00	600,00	4	1	1	600,00	4	1	1	30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,0000000448 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{ (0,0000323 \text{ g}^2 + 0,00000000021 R^2)}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 348 - 2020**

Página 1 de 4

1. Expediente	200414
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	Cal. La Marginal N° 233 Sec. Uchuglla, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	1510 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,1 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	PA1502
Número de Serie	B328520325
Capacidad mínima	0,5 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2020-10-08

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-10-19

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 348 - 2020

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Cal. La Marginal N° 233 Sec. Uchuglla, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,8 °C	28,7 °C
Humedad Relativa	62 %	62 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: 180467001	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-198-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 348 - 2020

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

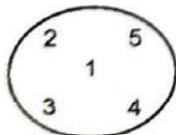
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	28,8 °C	28,8 °C

Medición N°	Carga L1 = 750,00 g			Carga L2 = 1 500,00 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	750,00	5	0	1 499,99	3	-8
2	750,00	5	0	1 499,99	4	-9
3	750,00	5	0	1 500,00	8	-3
4	750,00	6	-1	1 500,00	8	-3
5	750,00	5	0	1 499,99	4	-9
6	750,00	5	0	1 499,99	3	-8
7	750,00	6	-1	1 500,00	7	-2
8	750,00	5	0	1 500,00	8	-3
9	750,00	5	0	1 499,99	4	-9
10	750,00	6	-1	1 500,00	8	-3
	Diferencia Máxima		1	Diferencia Máxima		7
	Error Máximo Permissible		± 200	Error Máximo Permissible		± 200

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	28,8 °C	28,8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0,10 g	0,10	5	0	500,00	500,00	6	-1	-1
2		0,10	5	0		500,01	8	7	7
3		0,10	5	0		499,99	4	-9	-9
4		0,10	5	0		499,98	2	-17	-17
5		0,10	5	0		500,01	9	6	6
Error máximo permisible									± 100

* Valor entre 0 v 10e

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 348 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	28,7 °C	28,7 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						
0,50	0,50	5	0	0	0,50	5	0	0	100
1,00	1,00	5	0	0	1,00	6	-1	-1	100
10,00	10,00	6	-1	-1	10,00	5	0	0	100
50,00	50,00	5	0	0	50,00	6	-1	-1	100
100,00	100,00	5	0	0	100,00	5	0	0	100
500,00	500,00	6	-1	-1	500,00	6	-1	-1	100
800,00	800,00	5	0	0	800,00	5	0	0	200
1 000,00	1 000,00	5	0	0	1 000,00	5	0	0	200
1 200,00	1 200,00	5	0	0	1 200,00	5	0	0	200
1 510,00	1 510,00	6	-1	-1	1 510,00	6	-1	-1	200

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_C: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,000000563 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{ (0,0000263 \text{ g}^2 + 0,0000000014 \text{ R}^2)}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 351 - 2020

Página 1 de 4

1. Expediente	200414
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	Cal. La Marginal N° 233 Sec. Uchuglla, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30 kg
División de escala (d)	0,005 kg
Div. de verificación (e)	0,01 kg
Clase de exactitud	III
Marca	FERRAWYY
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	0,1 kg
Procedencia	NO INDICA
Identificación	LM-0221 (*)
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2020-10-09

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-10-19



Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LM - 351 - 2020

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Cal. La Marginal N° 233 Sec. Uchuglla, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	27,8	27,9
Humedad Relativa (%)	59,3	59,3

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) KOSSOMET PE19-C-0263	Pesa (exactitud M1)	PE19-C-1748
PESA (Clase de exactitud F1) DM- INACAL LM-233-2018.		
PESAS (Clase de exactitud F2) DM- INACAL LM-033-2019	Pesa (exactitud M1)	M-1445-2019
PESA (Clase de exactitud M1) TOTAL WEIGHT: M-0070-2019	Pesa (exactitud M2)	CM-2487-2019
PESA (Clase de exactitud M1) TOTAL WEIGHT: M-0251-2019	Pesa (exactitud M2)	CM-2486-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 351 - 2020

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura

Inicial	Final
27,8 °C	27,8 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15,0000 kg			Carga L2 = 30,0000 kg			
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	
1	14,990	2,0	-9,5	29,975	2,5	-25,0	
2	14,990	2,0	-9,5	29,975	2,5	-25,0	
3	14,990	2,5	-10,0	29,980	3,5	-21,0	
4	14,990	2,0	-9,5	29,975	2,0	-24,5	
5	14,990	1,5	-9,0	29,975	2,0	-24,5	
6	14,990	2,0	-9,5	29,975	1,5	-24,0	
7	14,990	2,0	-9,5	29,975	1,5	-24,0	
8	14,990	2,0	-9,5	29,980	4,0	-21,5	
9	14,990	2,5	-10,0	29,975	2,0	-24,5	
10	14,990	2,5	-10,0	29,980	3,5	-21,0	
Diferencia Máxima			1,0	Diferencia Máxima			4,0
Error Máximo Permissible			± 20,0	Error Máximo Permissible			± 30,0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

Temperatura

Inicial	Final
27,8 °C	27,8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga (L)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,0500 kg	0,050	2,5	0,0	10,0000 kg	9,995	3,0	-5,5	-5,5
2		0,050	2,5	0,0		9,990	2,0	-9,5	-9,5
3		0,050	2,5	0,0		9,985	2,5	-15,0	-15,0
4		0,050	2,5	0,0		9,995	3,5	-6,0	-6,0
5		0,050	2,5	0,0		9,995	1,5	-4,0	-4,0

Área de Metrología

Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 351 - 2020**

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	27,8 °C	27,9 °C

Carga L (kg)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,0500	0,050	2,5	0,0						
0,1000	0,100	2,5	0,0	0,0	0,100	2,0	0,5	0,5	10,0
0,2000	0,200	2,5	0,0	0,0	0,200	2,0	0,5	0,5	10,0
0,5000	0,500	2,5	0,0	0,0	0,500	2,0	0,5	0,5	10,0
1,0000	1,000	2,0	0,5	0,5	1,000	2,5	0,0	0,0	10,0
4,9999	4,995	2,0	-4,4	-4,4	4,995	2,5	-4,9	-4,9	10,0
10,0002	9,995	2,0	-4,7	-4,7	9,990	2,0	-9,7	-9,7	20,0
15,0001	14,985	2,0	-14,6	-14,6	14,990	2,0	-9,6	-9,6	20,0
20,0001	19,985	2,0	-14,6	-14,6	19,980	1,5	-19,1	-19,1	20,0
25,0000	24,975	1,5	-24,0	-24,0	24,975	2,0	-24,5	-24,5	30,0
30,0003	29,975	2,0	-24,8	-24,8	29,975	2,0	-24,8	-24,8	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E₀: Error en cero.

I: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado

E_C: Error corregido.**LECTURA CORREGIDA**

: $R_{CORREGIDA} = R + 7,92 \times 10^{-4} \times R$

INCERTIDUMBRE

: $U = 2 \times \sqrt{8,97 \times 10^{-6} \text{ kg}^2 + 9,11 \times 10^{-6} \times R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 352 - 2020

Página 1 de 4

1. Expediente	200414
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	Cal. La Marginal N° 233 Sec. Uchuglla, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	60 kg
División de escala (d)	0,01 kg
Div. de verificación (e)	0,01 kg
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	T31P
Número de Serie	0034360-60J
Capacidad mínima	0,2 kg
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA (*)
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2020-10-08

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-10-19



Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 352 - 2020

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Cal. La Marginal N° 233 Sec. Uchuglla, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTÍN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	28,3	28,5
Humedad Relativa (%)	51,7	58,2

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) KOSSOMET PE19-C-0263	Pesa (exactitud M1)	PE19-C-1748
PESA (Clase de exactitud F1) DM- INACAL LM-233-2018.		
PESAS (Clase de exactitud M1) DM- INACAL: MC-0426-2019	Pesa (exactitud M2)	CM-2538-2019
PESA (Clase de exactitud M1) TOTAL WEIGHT: M-0070-2019	Pesa (exactitud M2)	CM-2487-2019
PESA (Clase de exactitud M1) TOTAL WEIGHT: M-0251-2019	Pesa (exactitud M2)	CM-2486-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 352 - 2020

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

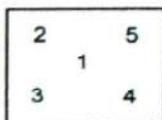
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
 28,3 °C 28,3 °C

Medición Nº	Carga L1 = 30,000 kg			Carga L2 = 60,000 kg			
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	
1	30,00	5	0	60,00	6	-1	
2	30,00	5	0	60,00	5	0	
3	30,00	5	0	60,00	6	-1	
4	30,00	5	0	60,00	6	-1	
5	30,00	4	1	60,00	6	-1	
6	30,00	5	0	60,00	5	0	
7	30,00	4	1	60,00	5	0	
8	30,00	5	0	60,00	6	-1	
9	30,00	5	0	60,00	5	0	
10	30,00	5	0	60,00	5	0	
Diferencia Máxima			1	Diferencia Máxima			1
Error Máximo Permisible			± 30	Error Máximo Permisible			± 30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Temperatura Inicial Final
 28,3 °C 28,4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0,010 kg	0,01	5	0	20,000 kg	20,00	5	0	0
2		0,01	5	0		20,00	4	1	1
3		0,01	5	0		20,00	6	-1	-1
4		0,01	5	0		20,01	9	6	6
5		0,01	5	0		20,00	5	0	0

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 352 - 2020

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	28,4 °C	28,5 °C

Carga L (kg)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,100	0,10	5	0						
0,200	0,20	5	0	0	0,20	5	0	0	10
0,500	0,50	6	-1	-1	0,50	6	-1	-1	10
1,000	1,00	5	0	0	1,00	5	0	0	10
5,000	5,00	6	-1	-1	5,00	5	0	0	10
10,000	10,00	5	0	0	10,00	5	0	0	20
20,001	20,00	5	0	-1	20,00	4	1	0	20
30,001	30,00	6	-2	-2	30,00	5	-1	-1	30
40,001	40,00	5	-1	-1	40,00	4	0	0	30
50,001	50,00	6	-2	-2	50,00	5	-1	-1	30
60,002	60,00	7	-4	-4	60,00	7	-4	-4	30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_C: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$: R_{\text{CORREGIDA}} = R + 4,35 \times 10^{-5} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$: U = 2 \times \sqrt{1,70 \times 10^{-5} \text{ kg}^2 + 9,40 \times 10^{-9} \times R^2}$$

12. Incertidumbre

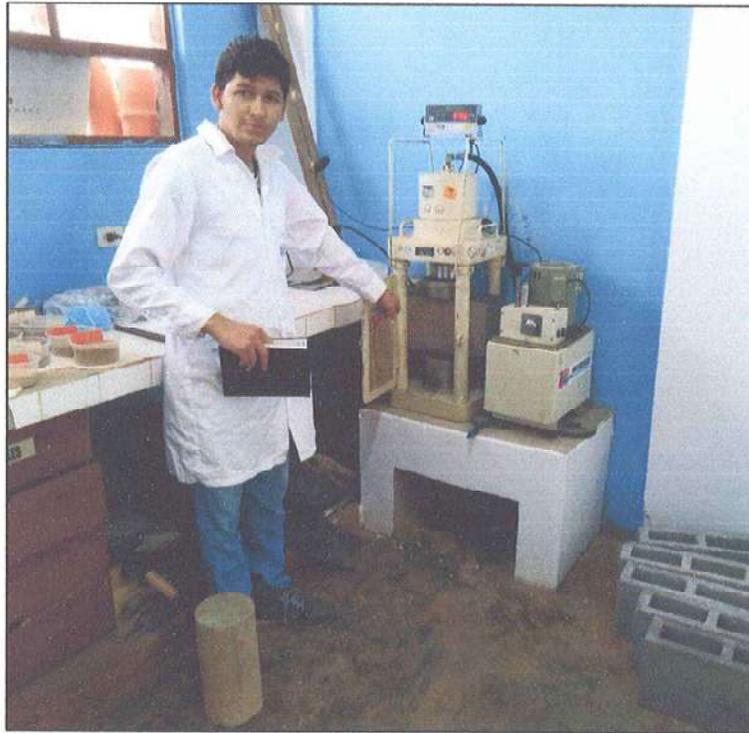
La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

ANEXO III: Informe de rotura de bloques

INFORME: ENSAYO A LA COMPRESIÓN

ROTURA DE BLOQUES DE CONCRETO APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO



PROYECTO

DISEÑO DE BLOQUES DE ALBAÑILERÍA NO ESTRUCTURAL APLICANDO
POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO NUEVO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN,
DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA – 2019

SECTOR : NUEVA CAJAMARCA
DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
PROVINCIA : RIOJA
REGIÓN : SAN MARTÍN
CANTERA : YARINAL 04

Nueva Cajamarca, julio de 2021



Christian Eduardo Ríos Paredez
INGENIERO CIVIL
CIP: 185300

INFORME DE LABORATORIO

1. Introducción

Con el desarrollo de la actividad se estudiara u se trabajara el procedimiento que hay que seguir con la determinación de la resistencia a la compresión por rotura de los bloques de concreto, usando diferentes métodos de curado con el único propósito de determinar la resistencia a la compresión, en este ensayo se aplican todos los detalles sobre el proceso de fabricación de los bloques de concreto destinadas a los ensayos de rotura por compresión que se debe hacer para determinar sus propiedades mecánicas.

2. Objetivo

- Determinar la resistencia a la compresión de los bloques de concreto aplicando poliestireno expandido a edades de 7, 14, 21 y 28 días analizar el comportamiento de dicha resistencia.

3. Finalidad

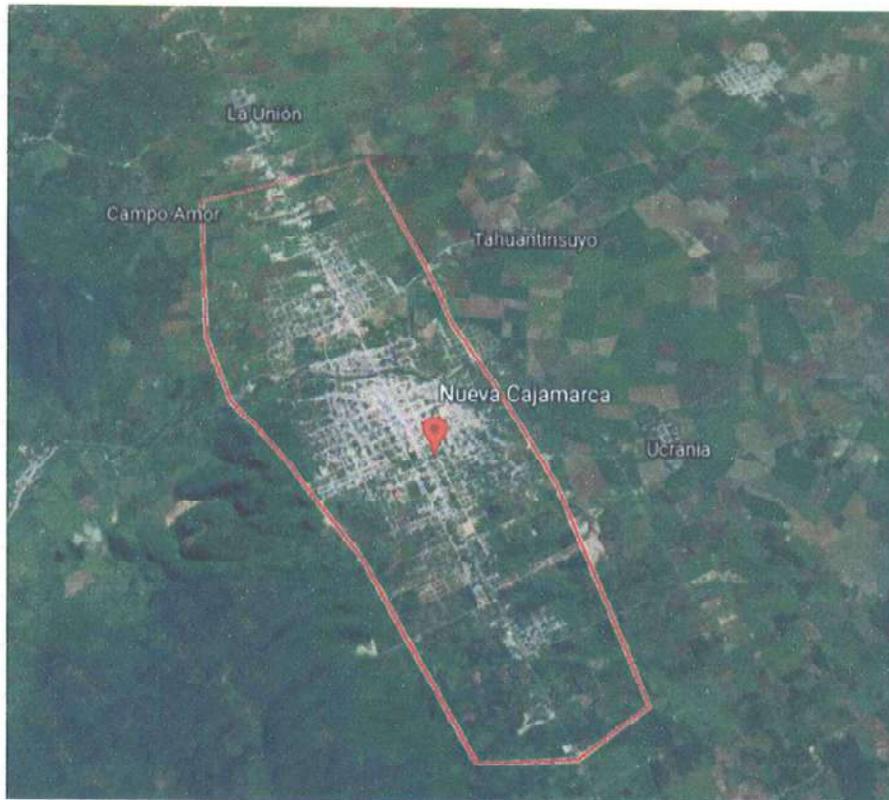
El presente informe tiene por finalidad evaluar y verificar las características de diseño que se está utilizando para los bloques de concreto aplicando poliestireno expandido, donde dichos diseños deben cumplir con el requisito de la norma E 0.70 albañilería con una resistencia a compresión mínimo de 20 kg/cm² o 2MPa.

4. Ubicación del proyecto



Christian Eduardo Ríos Paredez
INGENIERO CIVIL
CIP: 140308

El presente proyecto de investigación se encuentra en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia de rioja, departamento de San Martín con una altitud de 869 msnm



Fuente: Elaboración propia extraído del Google Earth

5. Antecedente de la elaboración de bloques

- La elaboración de bloques de concreto aplicando % de poliestireno expandido se llevó a cabo en una casa en particular luego fueron trasladados a las instalaciones del PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo) Nueva Cajamarca para su respectiva rotura.
- La para elaboración de bloques se tuvo en cuenta el diseño de mezcla
- El material utilizado es de cantera Yarinal 04 perteneciente al distrito de Naranjos


Christian Edward Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP: 185386

6. Elaboración de bloques de concreto aplicando poliestireno expandido

Equipos necesarios para preparar y curar los bloques de concreto aplicando poliestireno expandido

6.1. Equipos

Moldes:

Los moldes deben ser de hierro forjado para evitar el desplazamiento hinchamiento de la misma con la incorporación de los materiales. Antes de usarse los moldes deber ser cubiertos ligeramente con un agente separador de concreto (aceite, petróleo, etc.)

Varilla:

Deber ser de hierro liso con diámetro de 5/8", con 60cm de largo y uno de sus extremos boleados.

Equipos adicionales:

Guantes protectores de concreto, plancha de metal, balanza, balde, plancha de madera.

6.2. Procedimiento

Zarandeo del agregado fino para poder eliminar impurezas con un tamaño máximo de tamiz N°4 (4.76 mm).

Pesar los materiales como cemento, agregado fino, poliestireno expandido y agua.



Christian Edward Ríos Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP: 185396

Mezclar los materiales para el bloque patrón y bloque con polistireno expandido.

Humedecer los materiales con agua potable.

Revolver con la pala en todas las direcciones hasta encontrar una mezcla homogénea.

Verificar que la humedad del material se coja con la mano, aplastar en forma de puño la mano luego soltarlo si este no se desarma está listo para su moldeo.

Utilice el molde de 12 cm x 19 cm x 39 cm con dos huecos en el interior de 7 cm x 19 cm x 15 cm para elaborar bloques.

Posteriormente al verter la mezcla en el molde, realizar el chuseado con una varilla de fierro $\varnothing 5/8''$ x 65 cm uniformemente y luego llenar con mezcla para dar un promedio de 5 golpes de las esquinas con las dos manos, seguidamente llenar completamente apisonar con un fierro de diámetro del espesor del molde, por último para el compactado final se golpea con una tabla, se frota y se lleva al lugar de descanso por 24 horas.

6.3. Desmoldado

Los bloques de concreto aplicando poliestireno expandido, se desmoldan en el mismo instante. Pasado las 24 horas de debe almacenar con una altura inferior de 2 metros y realizar su curado respectivo.

6.4. Tratamiento

Se utilizó un muestreo por conveniencia de 48 bloques, distribuidos 12 bloques 0.00% de poliestireno expandido, 12 bloques 0.05% de poliestireno expandido, 12 bloques 0.15% de poliestireno expandido y 12 bloques 0.25% de poliestireno expandido. Asimismo de los 12 bloques de cada porcentaje de



Christian Edward Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP-125396

poliestireno expandido se reparten en 4 bloques sin curar, 4 bloques por aspersión durante 7 días y 4 bloques por saturación sumergidos en el agua durante 7 días, es decir 16 bloques de concreto con sin curar, 16 bloques por aspersión y 16 bloques por saturación.

7. Envío de los bloques de concreto al laboratorio

Los bloques de concreto son de mucha importancia para la verificación del diseño, en ese sentido su transporte debe ser trasladado con suma cautela ya que los golpes o su mal manejo del transporte puede ocasionar alteraciones en su resistencia a la compresión, las cuales no pueden dar los resultados requeridos.

Asimismo se debe mencionar que los bloques hechos manualmente tienen alguna deficiencia, por el motivo que el ser humano no emplea la misma fuerza en toda su elaboración.

8. Control de calidad del concreto endurecido

Bloques de concreto llevados en el laboratorio se ponen a prueba a la compresión en cuatro etapas de las cuales son a los 7, 14, 21 y 28 días, las pruebas de resistencia a compresión de los bloques es evaluar que cumpla las especificaciones dadas en la Normativa de albañilería no estructural.

9. Ensayos a la resistencia a la compresión

Los bloques de concreto tienen una identificación de las cuales se debe suscribir en una libreta de apuntes la fecha de moldeado y fecha de aplicación de rotura.

Los bloques de concreto fueron colocados sobre una plancha de caucho en la parte inferior como en la parte superior, para dar uniformidad y así obtener una buena rotura.



Christian Edoardo Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
C.P. 125396

10. Procedimiento

Tabla 1. Resultados de los bloques de concreto a los 7, 14, 21 y 28 días

N°	Registro	Tratamiento	%	Fecha			Lectura de carga (kg)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)
				Moldeo	Edad días	Rotura			
1	0.00% sin curar	Sin curar	0.00%	10/05/2021	7	17/05/2021	5850	258	22,67
2	0.05% sin curar		0.05%	10/05/2021	7	17/05/2021	5950	258	23,06
3	0.15% sin curar		0.15%	10/05/2021	7	17/05/2021	6320	258	24,50
4	0.25% sin curar		0.25%	10/05/2021	7	17/05/2021	3380	258	13,10
5	0.00% semicurado	Aspersión	0.00%	10/05/2021	7	17/05/2021	8310	258	32,21
6	0.05% semicurado		0.05%	10/05/2021	7	17/05/2021	7560	258	29,30
7	0.15% semicurado		0.15%	10/05/2021	7	17/05/2021	8030	258	31,12
8	0.25% semicurado		0.25%	10/05/2021	7	17/05/2021	6260	258	20,39
9	0.00% curado	Saturación	0.00%	10/05/2021	7	17/05/2021	7540	258	29,22
10	0.05% curado		0.05%	10/05/2021	7	17/05/2021	10070	258	39,03
11	0.15% curado		0.15%	10/05/2021	7	17/05/2021	5200	258	20,16
12	0.25% curado		0.25%	10/05/2021	7	17/05/2021	5960	258	22,05
13	0.00% sin curar	Sin curar	0.00%	10/05/2021	14	24/05/2021	10520	258	40,78
14	0.05% sin curar		0.05%	10/05/2021	14	24/05/2021	5510	258	21,36
15	0.15% sin curar		0.15%	10/05/2021	14	24/05/2021	5720	258	22,17
16	0.25% sin curar		0.25%	10/05/2021	14	24/05/2021	3630	258	14,07
17	0.00% semicurado	Aspersión	0.00%	10/05/2021	14	24/05/2021	7290	258	22,26
18	0.05% semicurado		0.05%	10/05/2021	14	24/05/2021	8700	258	33,72
19	0.15% semicurado		0.15%	10/05/2021	14	24/05/2021	9250	258	35,85
20	0.25% semicurado		0.25%	10/05/2021	14	24/05/2021	5260	258	24,26
21	0.00% curado	Saturación	0.00%	10/05/2021	14	24/05/2021	8990	258	34,84
22	0.05% curado		0.05%	10/05/2021	14	24/05/2021	10420	258	40,39
23	0.15% curado		0.15%	10/05/2021	14	24/05/2021	7114	258	27,57
24	0.25% curado		0.25%	10/05/2021	14	24/05/2021	7620	258	29,53
25	0.00% sin curar	Sin curar	0.00%	10/05/2021	21	31/05/2021	8570	258	33,22
26	0.05% sin curar		0.05%	10/05/2021	21	31/05/2021	7320	258	28,37
27	0.15% sin curar		0.15%	10/05/2021	21	31/05/2021	7400	258	28,68
28	0.25% sin curar		0.25%	10/05/2021	21	31/05/2021	3950	258	15,31
29	0.00% semicurado	Aspersión	0.00%	10/05/2021	21	31/05/2021	10400	258	40,31
30	0.05% semicurado		0.05%	10/05/2021	21	31/05/2021	12330	258	47,79

31	0.15% semicurado		0.15%	10/05/2021	21	31/05/2021	8090	258	31,36
32	0.25% semicurado		0.25%	10/05/2021	21	31/05/2021	6370	258	24,69
33	0.00% curado	Saturación	0.00%	10/05/2021	21	31/05/2021	7940	258	30,78
34	0.05% curado		0.05%	10/05/2021	21	31/05/2021	11320	258	43,88
35	0.15% curado		0.15%	10/05/2021	21	31/05/2021	8150	258	31,59
36	0.25% curado		0.25%	10/05/2021	21	31/05/2021	9750	258	37,79
37	0.00% sin curar	Sin curar	0.00%	10/05/2021	28	07/06/2021	9010	258	34,92
38	0.05% sin curar		0.05%	10/05/2021	28	07/06/2021	5390	258	20,89
39	0.15% sin curar		0.15%	10/05/2021	28	07/06/2021	7070	258	27,40
40	0.25% sin curar		0.25%	10/05/2021	28	07/06/2021	4520	258	17,52
41	0.00% semicurado	Aspersión	0.00%	10/05/2021	28	07/06/2021	10470	258	40,58
42	0.05% semicurado		0.05%	10/05/2021	28	07/06/2021	14390	258	55,78
43	0.15% semicurado		0.15%	10/05/2021	28	07/06/2021	11490	258	44,53
44	0.25% semicurado		0.25%	10/05/2021	28	07/06/2021	6490	258	25,16
45	0.00% curado	Saturación	0.00%	10/05/2021	28	07/06/2021	9010	258	34,92
46	0.05% curado		0.05%	10/05/2021	28	07/06/2021	13840	258	53,64
47	0.15% curado		0.15%	10/05/2021	28	07/06/2021	10800	258	41,86
48	0.25% curado		0.25%	10/05/2021	28	07/06/2021	9990	258	38,72

Tabla 2. Resistencia a la compresión de los bloques de concreto (kg/cm²)

Tratamiento	% Pe	7 días	14 días	21 días	28 días
Sin curar	0,00 %	22,67	40,78	33,22	34,92
	0,05 %	23,06	21,36	28,37	20,89
	0,15 %	24,50	22,17	28,68	27,40
	0,25 %	13,10	14,07	15,31	17,52
Aspersión	0,00 %	32,21	28,26	40,31	40,58
	0,05 %	29,30	33,72	47,79	55,78
	0,15 %	31,12	35,85	31,36	44,53
	0,25 %	20,39	24,36	24,69	25,16
Saturación	0,00 %	29,22	34,84	30,78	34,92
	0,05 %	39,03	40,39	43,88	53,64
	0,15 %	20,16	27,57	31,59	41,86
	0,25 %	22,05	29,53	37,79	38,72



Christian Evaristo Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
C.P. 18536

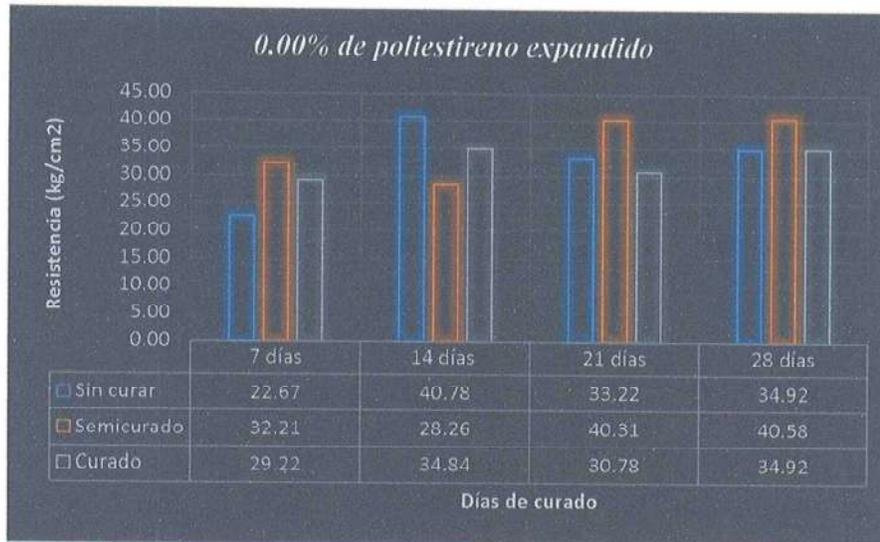


Figura 1. Resistencia a la compresión de los bloques 0.00% de poliestireno expandido a los 7, 14, 21 y 28 días

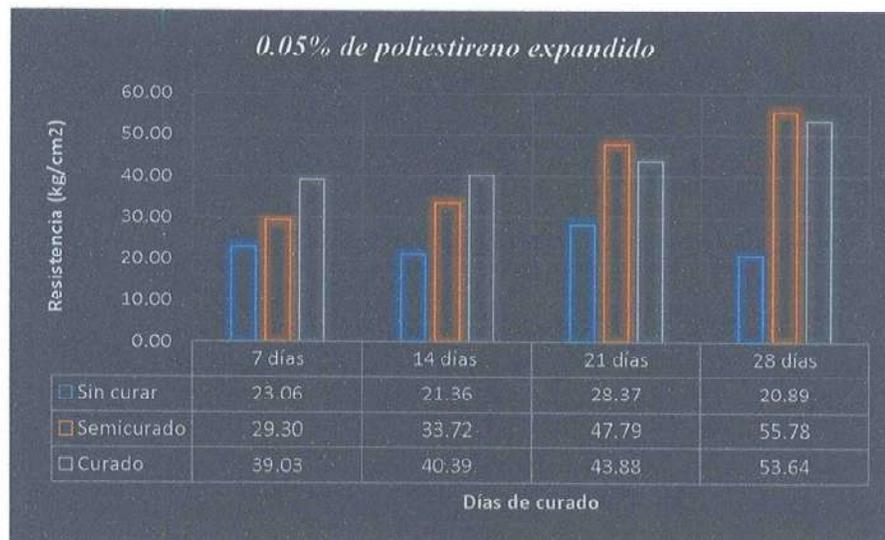


Figura 2. Resistencia a la compresión de los bloques 0.05% de poliestireno expandido a los 7, 14, 21 y 28 días


Christian Edward Rios Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP 185306

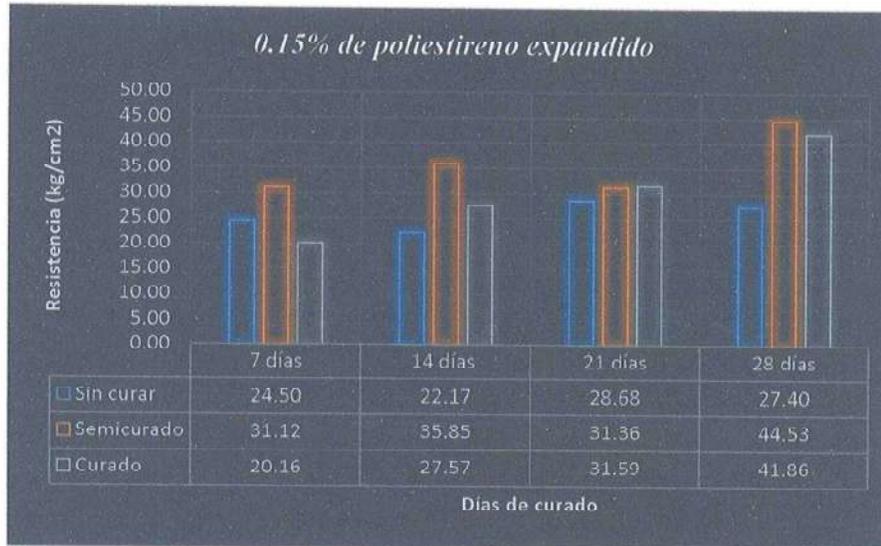


Figura 3. Resistencia a la compresión de los bloques 0.15% de poliestireno expandido a los 7, 14, 21 y 28 días

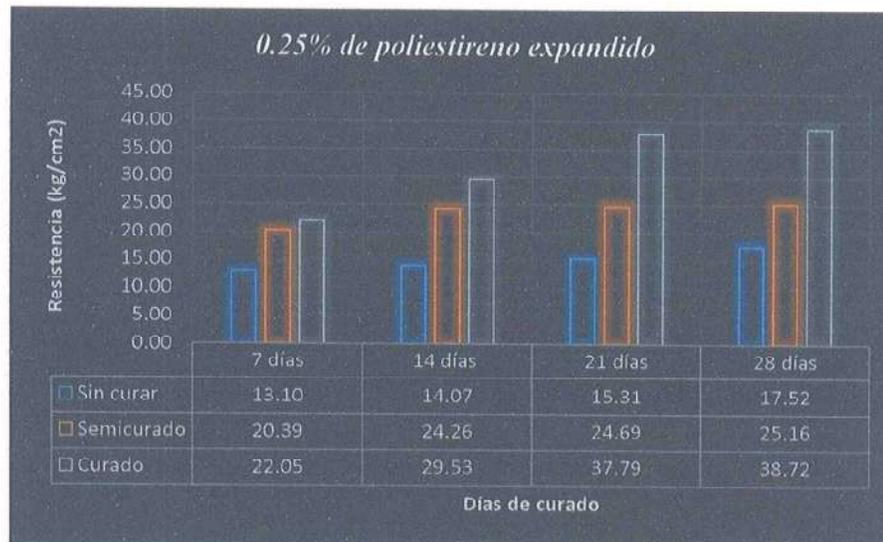


Figura 4. Resistencia a la compresión de los bloques 0.25% de poliestireno expandido a los 7, 14, 21 y 28 días


Christian Eduardo Rios Paredes
 INGENIERO CIVIL
 C.I. 185396

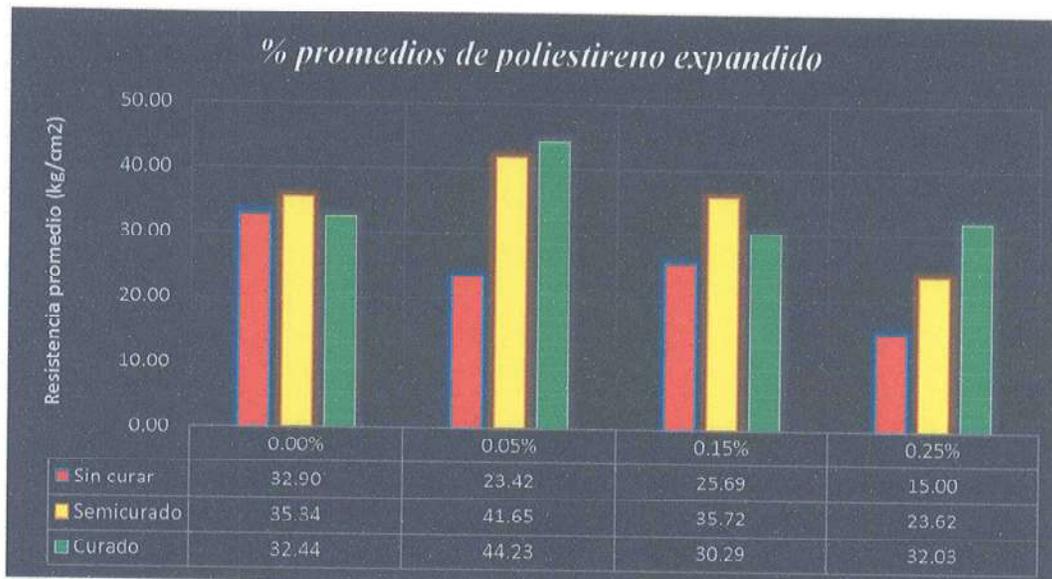


Figura 5. Resistencia promedio de los bloques tratados (kg/cm²)

Análisis de los resultados

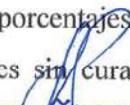
En la figura 1 podemos observar que los bloques con 0.00% de poliestireno expandido cumplen con la especificación dada en la Normativa E 0.70 de albañilería no estructural, donde deben cumplir con una resistencia a la compresión mínima de 20 kg/cm², obteniendo resultados mayores a lo estipulado.

En la figura 2 se observa que los bloques con 0.05% de poliestireno expandido, cumplen con la Normativa, obteniendo de esa manera resultados mayores a 20kg/cm².

Asimismo en la figura 3 con 0.15% de poliestireno expandido, cumple con la normativa, además se observa los tratamiento por el medio de semicurado y curado tienen mayores resistencias que los bloques sin curar.

En la figura 4 se puede evidenciar que los bloques sin curar no cumplen con la normativa obteniendo resultados menores que 20 kg/cm² en tanto los bloques semicurados y curados cumplen con lo especificado.

En la figura 5 se puede evidenciar el promedio de los porcentajes de poliestireno expandido donde todos cumplen a excepción de los bloques sin curar con 0.25% de poliestireno expandido.


Christian Edward Klos Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 183306

11. Conclusiones

Los bloques de concreto son de mucha importancia ya que en ellas verificaremos el diseño de mezcla de tal manera que cumplan con las especificaciones técnicas de resistencia a la compresión de albañilería no estructural.

En el desarrollo de esta investigación se realizó tres maneras de tratar a los bloques y ver cuál de ellas obtiene mayor resistencia a compresión, el primer tratamiento que se le dio a los bloques es sin curar, segundo tratamiento por aspersion (se aplica agua por toda la superficie del bloque durante 7 días) y el tercer tratamiento por aspersion (los bloques han sido sumergidos en el agua durante 7 días).

En el traslado de los bloques se deben hacer con cautela ya que pueden sufrir fisuramiento o desbordes de las esquinas por su mal manejo.

Se realizaron pruebas de roturas a los 7, 14, 21 y 28 días con los distintos porcentajes de poliestireno expandido y con diferente tratamiento de los mismos, de las cuales de detalla en la siguiente tabla 1.



Christian Evarado Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
C.P. 185396

(Fotos de todo el proceso de rotura)



Imagen 2. Tratamiento de los bloques sin curar



Imagen 1: Tratamiento de los bloques por saturación



Imagen 3. Tratamiento de los bloques por aspersión


Christian Evaristo Ríos Paredes
INGENIERO CIVIL
C.P. 125396

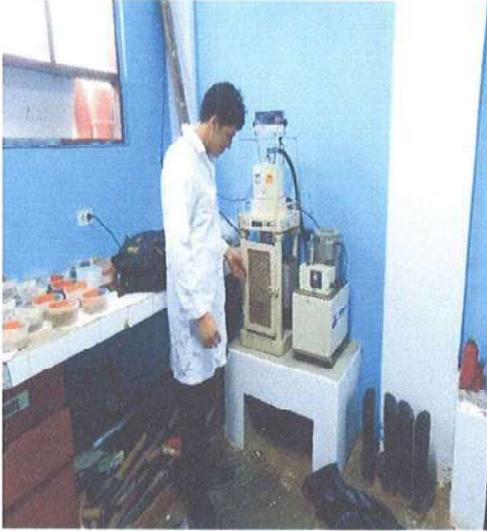


Imagen 5: Rotura de los bloques de concreto



Imagen 4. Falla de los bloques de concreto



Imagen 6. Almacenamiento de las roturas de los bloques de concreto


Christian Eduardo Ríos Paredes
INGENIERO CIVIL

(Calibración)

INFORME TÉCNICO MT - IT - 013 - 2020

Fecha de Emisión: 2020-10-19



1. SOLICITANTE : PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

Dirección : Cal. La Marginal N° 233 Sec. Uchuglla, Moyobamba -
Moyobamba - SAN MARTÍN



2. EQUIPO / INSTRUMENTO : PRENSA DE CONCRETO

Marca : TAMIEQUIPOS

Modelo : TCP129

N° de Serie : 298

Identificación : NO INDICA

Alcance : 100000 kgf

División de Escala : 10 kgf

Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Fecha del servicio : 2020-10-08



3. DETALLES DE LA INSPECCION REALIZADA:



- El equipo se encontró inoperativo.
- Los pulsadores de navegación del indicador están averiados.
- Se detectó que existe un falseo en la entrada de alimentación eléctrica del indicador.
- La batería del indicador no retiene la carga. (esta cruzada)
- El transductor de fuerza se encontró dañada, no censa la presión ejercida.

4. RECOMENDACIÓN(ES) Y OBSERVACIONES:



- Los accesorios mencionados líneas arriba requieren reemplazo.
- La instalación de los accesorios generará un costo adicional a lo presupuestado.
- Realizar mantenimiento preventivo y calibración de manera periódica.

5. TÉCNICO RESPONSABLE:

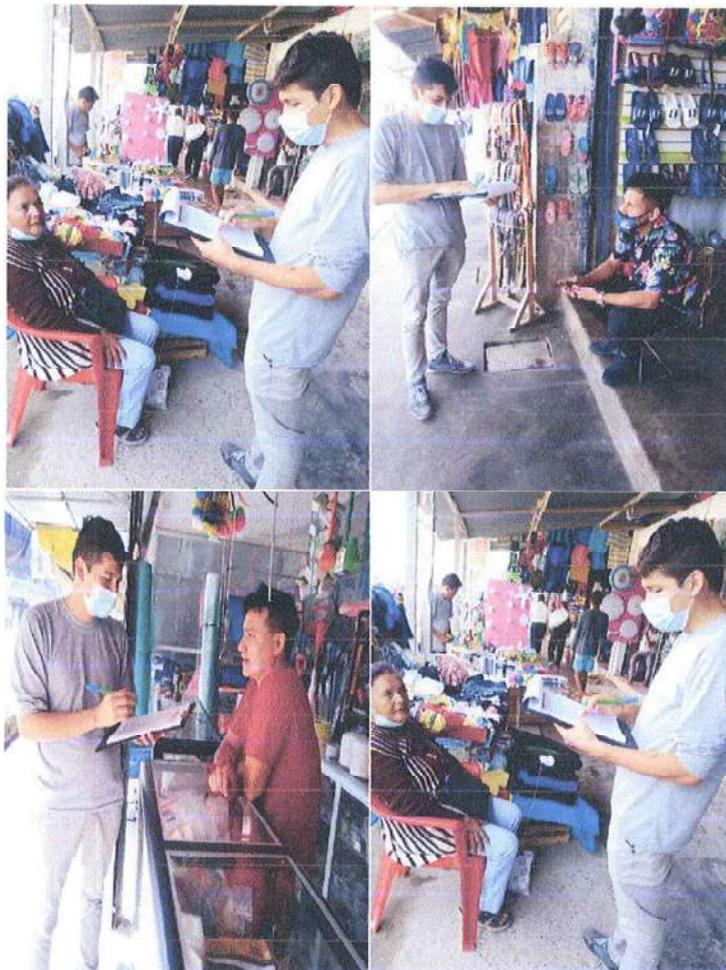
Ángel Julca Machado



ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ
METROLOGIA & TECNICAS S.A.C.

ANEXO IV: Informe de cuestionario

**INFORME: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE
DATOS “CUESTIONARIO”**



PROYECTO

**DISEÑO DE BLOQUES DE ALBAÑILERÍA NO ESTRUCTURAL APLICANDO
POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO NUEVO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN**

DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA – 2019

SECTOR : NUEVA CAJAMARCA
DISTRITO : NUEVA CAJAMARCA
PROVINCIA : RIOJA
REGIÓN : SAN MARTÍN

Nueva Cajamarca, julio de 2021


Christian Eduardo Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
C. 111116

1. Introducción

En la investigación se dispone de diversos tipos de instrumentos para medir, sus variables o indicadores de interés y en algunos casos llegan a cambiarse varias técnicas de recolección de los datos, uno de los más utilizados es el cuestionario.

El cuestionario es un procedimiento considerado clásico en las ciencias sociales para la obtención y registro de datos. Su versatilidad permite utilizarlo como instrumento de investigación y como instrumento de evaluación de personas, procesos, programas de información. Es una técnica de evaluación que puede abarcar aspectos cuantitativos y cualitativos, su característica singular radica en que para registrar la información solicitada a los mismos sujetos, esta tiene lugar de una forma menos profunda e impersonal, que el “cara a cara” de la entrevista, al mismo tiempo, permite consultar a una población amplia de una manera rápida y económica (Muñoz). Para Hernández, Fernández y Baptista menciona que es un instrumento más utilizado para recolectar datos, que consiste a un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir.

Por tal razón, en este presente informe lo que se pretende es establecer la importancia del cuestionario como instrumento de medición en la recolección de datos cuantitativos y cualitativos.

2. Finalidad

El presente informe tiene por finalidad evaluar la percepción o conocimiento que tienen la población a cerca de las dos variables de investigación con sus respectivos indicadores y verificar el grado de aceptación o rechazo de las mismas.

3. Objetivo

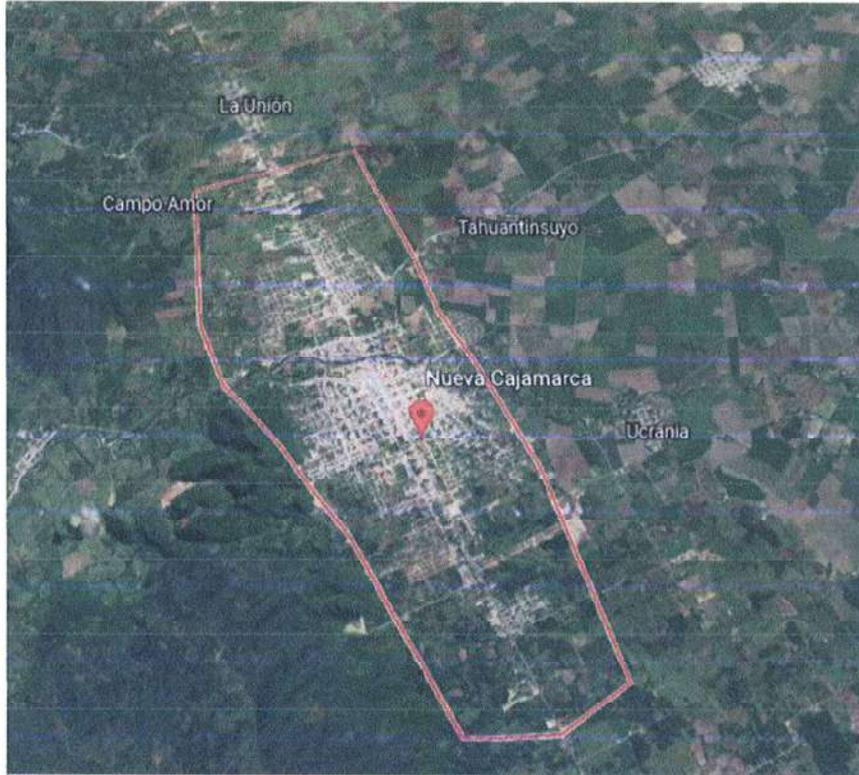
- Diseñar y validar un cuestionario para medir la percepción o conocimiento que tiene la población sobre las variables, diseño de bloques y poliestireno expandido



Cristina Espinoza
DISEÑO CIVIL

4. Ubicación del área de trabajo

El presente cuestionario está ubicado en el área de estudio del proyecto de investigación en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja – San Martín.



Fuente: Elaboración propia extraído del Google Earth

5. Procedimiento

Se redactaron las preguntas para los indicadores que se encuentran en la operacionalización de variables del proyecto de investigación, planteando una cantidad de 40 preguntas, distribuidas para la variable 1 diseño de bloques con cinco indicadores 25 cuestionarios y variable 2 poliestireno expandido con cuatro indicadores una cantidad de 15.

A continuación se presenta el listado de preguntas a realizar:

Tabla 1. Cuestionario de preguntas dicotómicas variable 1

Nº	CUESTIONARIO DE PREGUNTAS	SI	NO
	RESISTENCIA		
1	¿Conoce la resistencia mínima de los bloques de albañilería no estructural?		


Christian Edward Rios Paredes
ING. CIVIL
CIP: 185396

2	¿Conoce la definición de resistencia?		
3	¿Usted cree que la resistencia es fundamental en la construcción?		
4	¿Conoce las clases de resistencia que se aplican a los bloques?		
5	¿Conoces sobre la resistencia de alguna vivienda, aplicando bloques?		
DURABILIDAD			
6	¿Conoce la durabilidad de los bloques de concreto?		
7	¿Sabe qué tiempo dura el material mezclado para los bloques de concreto?		
8	¿Conoce el concepto de durabilidad?		
9	¿Le gustaría que su casa durara más tiempo?		
ABSORCIÓN			
10	¿Tiene conocimiento sobre el ensayo de absorción de los bloques?		
11	¿Conoce la definición de absorción?		
12	¿Sabe cómo es la fórmula para calcular la absorción?		
13	¿Conoce cuáles son las normativas a utilizar en este ensayo?		
14	¿Conoce que cantidad de agua absorbe un bloque de concreto?		
ECONÓMICO			
15	¿Tiene conocimiento sobre el precio de los bloques de concreto?		
16	¿Conoce el costo de las manos de obra en la elaboración de bloques?		
17	¿Conoce el costo del agregado fino?		
18	¿Conoce el costo del poliestireno expandido?		
19	¿Conoce el costo por m2 de muro aplicando bloques de concreto?		
LIVIANO			
20	¿Conoce el peso propio que tienen los bloques de concreto?		
21	¿Conoce usted el peso del agregado fino en un bloque de concreto?		
22	¿Sabe usted el peso del poliestireno expandido en un bloque de concreto?		
23	¿Conoce usted el concepto de liviano?		
24	¿Le gustaría que su casa fuera tuviera un peso más liviano?		
25	¿Está de acuerdo en construir con concreto liviano? ¿Recomendaría la aplicación del concreto liviano?		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Cuestionario de preguntas dicotómicas variable 2

Nº	CUESTIONARIO DE PREGUNTAS	SI	NO
RESISTENCIA			
1	¿Conoce la definición de resistencia?		
2	¿Usted cree que la resistencia es fundamental en la construcción?		
3	¿Conoce la resistencia del poliestireno expandido?		
DENSIDAD			
4	¿Sabe usted sus densidades que tiene el poliestireno expandido?		


 Christian Edward Ríos Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 145386

5	¿Conoce la definición de densidad?		
6	¿Sabe usted porque el poliestireno expandido tiene densidad baja?		
7	¿Conoce la densidad de los bloques con poliestireno expandido?		
ACÚSTICO			
8	¿Conoce usted el concepto de acústico?		
9	¿Sabe usted porque el poliestireno expandido es acústico?		
10	¿Le gustaría que su casa fuera acústico?		
11	¿Sabe usted si los bloques son acústicos?		
ADHERENCIA			
12	¿Sabe usted la adherencia que tiene el poliestireno expandido en los bloques?		
13	¿Sabe usted la definición de adherencia?		
14	¿Conoce usted la adherencia que tiene los agregados?		
15	¿Sabía usted que el agua es importante para que se adhieran los agregados?		

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo se tiene una tabla resumen de las variables con sus respectivos indicadores, tomando solamente las respuestas que si tenían conocimiento:

<u>Diseño de bloques</u>	<u>Poliestireno expandido</u>
I1: Resistencia	I1: Resistencia
I2: Durabilidad	I2: Densidad
I3: Absorción	I3: Acústico
I4: Económico	I4: Adherencia
I5: Liviano	

Las interrogantes han sido planteadas a una cantidad de 50 personas del distrito de nueva Cajamarca.

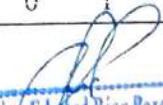
Tabla 3. Respuestas de los cuestionarios con el "SI" conocen

Nº personas	<i>Diseño de bloques</i>					<i>Poliestireno expandido</i>			
	I1	I2	I3	I4	I5	I1	I2	I3	I4
1	2	2	0	3	3	2	0	1	1
2	1	1	1	1	3	1	0	2	1
3	1	1	0	1	2	1	0	1	1
4	2	2	0	0	3	2	0	1	1
5	1	1	0	1	3	1	0	2	1
6	2	1	0	1	2	2	0	1	1
7	2	2	0	1	3	2	0	1	1
8	2	2	0	2	3	2	2	2	1
9	3	3	1	3	3	2	2	2	3


Christian Edward Rios Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP 145396

10	1	2	0	0	3	1	0	1	0
11	2	2	0	1	3	2	0	1	2
12	3	1	0	2	3	2	0	1	1
13	2	1	0	1	3	2	0	1	1
14	1	2	0	0	2	1	0	1	1
15	3	3	1	3	3	2	0	2	3
16	2	2	0	1	2	2	0	1	1
17	1	2	0	1	3	1	0	1	1
18	1	2	0	0	2	1	0	1	1
19	2	3	0	0	3	2	0	1	1
20	3	2	0	2	3	2	0	1	1
21	1	2	0	2	3	1	2	1	1
22	2	1	0	1	3	2	0	2	1
23	1	2	0	1	2	1	0	1	1
24	2	1	0	1	3	2	0	2	1
25	1	2	0	1	3	1	0	1	1
26	3	3	1	1	3	2	0	3	1
27	2	2	0	1	3	2	0	1	1
28	2	2	0	1	3	2	0	1	1
29	2	2	1	1	3	2	1	2	1
30	2	1	0	0	3	2	0	1	0
31	3	2	0	0	3	2	0	2	1
32	1	1	0	1	3	1	0	2	1
33	2	1	0	1	1	2	0	1	1
34	2	2	0	1	3	2	0	1	1
35	2	2	0	3	3	2	2	2	1
36	4	3	1	4	4	2	2	2	4
37	1	1	0	0	3	1	0	1	0
38	2	2	0	1	3	2	0	1	2
39	2	1	0	2	3	1	0	1	1
40	1	1	0	1	3	1	0	1	1
41	1	3	0	2	3	1	0	1	1
42	4	4	2	2	3	2	1	2	3
43	1	2	0	0	3	1	0	1	1
44	2	1	0	0	2	2	0	1	1
45	1	2	0	1	2	1	0	1	1
46	2	3	0	0	3	2	0	1	1
47	2	2	0	1	3	2	0	1	1
48	1	2	0	3	3	1	1	1	1
49	1	1	1	1	3	1	0	2	1
50	1	1	0	1	2	1	0	1	1

Fuente: Elaboración propia


Christian Edward Rios Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP 165336

Diseño de bloques

I1: Resistencia

I2: Durabilidad

I3: Absorción

I4: Económico

I5: Liviano

Poliestireno expandido

I1: Resistencia

I2: Densidad

I3: Acústico

I4: Adherencia

Finalmente se tiene la cantidad deseada se procede a realizar la aplicación estadística y verificar que cantidad de personas conocen sobre las dos variables mencionadas.

Tabla 4. Tabla resumen de la variables 1

Indicadores	Sumatoria	Promedio	Total	Conocen	No conocen
Resistencia	91	18	50	36%	64%
Durabilidad	92	23	50	46%	54%
Absorción	9	2	50	4%	96%
Económico	59	12	50	24%	76%
Liviano	140	23	50	47%	53%
Promedio	78	16	50	31%	69%

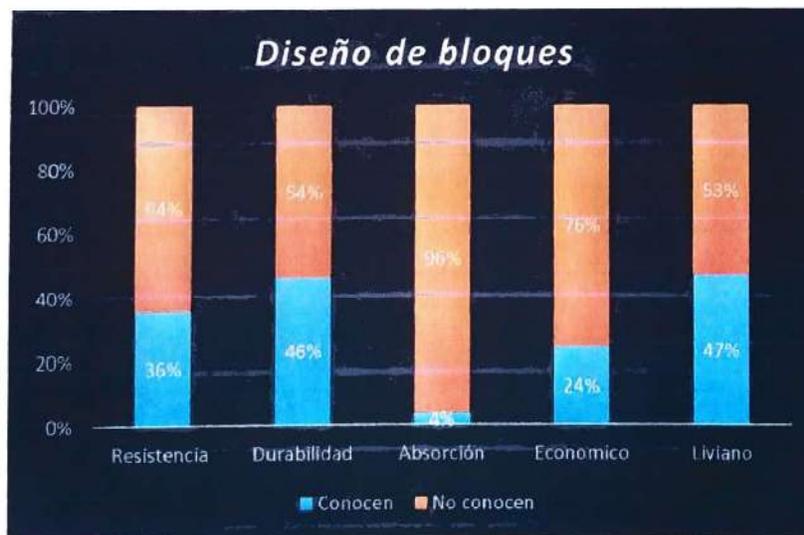


Figura 1. Porcentajes de las personas que conocen y no conocen sobre los indicadores del variable diseño de bloques

Se puede apreciar en la tabla 3 y figura 1, donde el 36% conocen a cerca de las preguntas planteadas y el 64% no conocen de dichas preguntas del indicador resistencia, en

Christian Evario Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP: 188768

durabilidad el 46% conocen y 54% no conocen, en absorción solo el 4% conocen y 96% no conocen, en la parte económica el 24% conocen sobre las preguntas y 76% no conocen, además en el indicador liviano el 47% conocen y 53% no conocen sobre las interrogantes dicotómicas.

Tabla 5. Tabla resumen de la variable 2

Indicadores	Sumatoria	Promedio	Total	Conocen	No conocen
Resistencia	80	27	50	53%	47%
Densidad	13	3	50	6.5%	93.5%
Acústico	66	17	50	33%	67%
Adherencia	58	15	50	29%	71%
Promedio	54	15	50	30%	70%



Figura 2. Porcentajes de las personas que conocen y no conocen sobre los indicadores de la variable poliestireno expandido

Se puede apreciar en la tabla 4 y figura 2, donde el 57% conocen a cerca de las preguntas planteadas y el 43% no conocen de dichas preguntas del indicador resistencia, en densidad el 6.5% conocen y 93.5% no conocen, en la parte acústico el 33% conocen sobre las preguntas y 67% no conocen, además en el indicador adherencia el 29% conocen y 71% no conocen sobre las interrogantes dicotómicas.

Christian Edward Rios Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 148396

Aplicamos la estadística del χ^2 , del variable dependiente diseño de bloques y variables independiente poliestireno expandido.

Tabla 6. Cálculo del χ^2 de la variable diseño de bloques

Indicadores	Observado	Esperado	O-E	(O-E) ²	(O-E) ² /E
Resistencia	18	15.63	2.57	6.62	0.42
Durabilidad	23	15.63	7.37	54.37	3.48
Absorción	2	15.63	-13.83	191.18	12.23
Económico	12	15.63	-3.83	14.64	0.94
Liviano	23	15.63	7.71	59.39	3.80
Fuente: Elaboración propia					$\chi^2 = 20.87$

Calculamos los grados de libertad obtenidos en la variable diseño de bloques.

$$n = (\text{número de filas} - 1)$$

$$n = (5 - 1)$$

$$n = 4$$

Tabla 7. Cálculo del χ^2 de la variable poliestireno expandido

Indicadores	Observado	Esperado	O-E	(O-E) ²	(O-E) ² /E
Resistencia	27	15.23	11.44	130.82	8.59
Densidad	3	15.23	-11.98	143.50	9.42
Acústico	17	15.23	1.27	1.62	0.11
Adherencia	15	15.23	-0.73	0.53	0.03
Fuente: Elaboración propia					$\chi^2 = 18.15$

Calculamos los grados de libertad de la variable impediante, diseño de bloques:

$$n = (\text{número de filas} - 1)$$

$$n = (4 - 1)$$

$$n = 3$$

Obtenido de esta manera 4 grados de libertad con respecto a la variable diseño de bloques y 3 grados de libertad con respecto a la variable poliestiereno expandido.

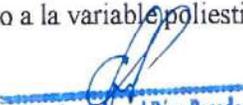

Christian Edward Rios Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 165396

Tabla 8. Ji cuadrado por tablas con grados de libertad

Grados libertad	Probabilidad de un valor superior - Alfa (α)				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59

De esta manera se obtiene la ji cuadrado tabulado para la variable diseño de bloques con 4 grados de libertad $\chi^2=9.49$, y la variable poliestireno expandido con 3 grados de libertad $\chi^2=7.81$.


Christian Edward Rios Paredes
 INGENIERO
 CIP 16.111

6. Conclusiones

Se logró plantear una cantidad de 40 preguntas que se dividen 25 para la variable dependiente que es diseño de bloques con cinco indicadores, 15 interrogantes para la variable independiente poliestireno expandido con cuatro indicadores. Además se se tiene la validación de dichas preguntas por tres ingenieros colegiados.

Se logró identificar el porcentaje de preguntas que han sido conocidas por la población. Con respecto a la variable N° 1, se puede decir que de las 50 personas encuestadas solo conoce el 31% de las preguntas planteadas para los indicadores de resistencia, durabilidad, absorción, económico y liviano y de las 50 personas no conocen el restando de las preguntas es decir el 69%, con respecto a la variable N° 2, se puede decir que de las 50 personas encuestadas solo conoce el 30% de las preguntas planteadas para los indicadores de resistencia, densidad, acústico y adherencia, entonces se puede decir de las 50 personas no conocen el restante de las preguntas es decir el 69%.

Se pude concluir que las personas no tienen mucho conocimiento sobre los materiales que son utilizados en el proceso constructivo, es decir que especificaciones deben tener dichos materiales para ser utilizados. Además las personas que han planteado las interrogantes si están dispuestos a utilizar un material ligero, económico y resistente para sus construcciones, pudiéndose apreciar en los formatos llenados sobre las preguntas de la misma índole.

La variable diseño de bloques aplicando estadística ji cuadrado calculado se tiene $X^2=20.87$ y el ji cuadrado tabulado $X^2=9.49$ ($X^2_{calculado} > X^2_{tabulado}$) concluimos que la población no tiene conocimiento a los cuestionarios planteados de cada uno de los indicadores.

La variable poliestireno expandido aplicando estadística ji cuadrado calculado se tiene $X^2=18.15$ y el ji cuadrado tabulado $X^2=7.81$ ($X^2_{calculado} > X^2_{tabulado}$) concluimos que la población no tiene conocimiento a los cuestionarios planteados de cada uno de los indicadores de la variable.


Christian Edward Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP- 185386

(Formatos llenados - cuestionarios)

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

VARIABLE 1: DISEÑO DE BLOQUES

DISEÑO DE BLOQUES DE ALBAÑILERÍA NO ESTRUCTURAL APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO
COMO NUEVO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN, NUEVA CAJAMARCA - 2019

Nº	CUESTIONARIO DE PREGUNTAS	SI	NO
	RESISTENCIA		
1	¿Conoce la resistencia mínima de los bloques de albañilería no estructural?		
2	¿Conoce la definición de resistencia?		
3	¿Usted cree que la resistencia es fundamental en la construcción?		
4	¿Conoce las clases de resistencia que se aplican a los bloques?		
5	¿Conoces sobre la resistencia de alguna vivienda, aplicando bloques?		
	DURABILIDAD		
6	¿Conoce la durabilidad de los bloques de concreto?		
7	¿Sabe qué tiempo dura el material mezclado para los bloques de concreto?		
8	¿Conoce el concepto de durabilidad?		
9	¿Le gustaría que su casa durara más tiempo?		
	ABSORCIÓN		
10	¿Tiene conocimiento sobre el ensayo de absorción de los bloques?		
11	¿Conoce la definición de absorción?		
12	¿Sabe cómo es la fórmula para calcular la absorción?		
13	¿Conoce cuáles son las normativas a utilizar en este ensayo?		
14	¿Conoce que cantidad de agua absorbe un bloque de concreto?		
	ECONÓMICO		
15	¿Tiene conocimiento sobre el precio de los bloques de concreto?		
16	¿Conoce el costo de las manos de obra en la elaboración de bloques?		
17	¿Conoce el costo del agregado fino?		
18	¿Conoce el costo del poliestireno expandido?		
19	¿Conoce el costo por m2 de muro aplicando bloques de concreto?		
	LIVIANO		
20	¿Conoce el peso propio que tienen los bloques de concreto?		
21	¿Conoce usted el peso del agregado fino en un bloque de concreto?		
22	¿Sabe usted el peso del poliestireno expandido en un bloque de concreto?		
23	¿Conoce usted el concepto de liviano?		
24	¿Le gustaría que su casa fuera tuviera un peso más liviano?		
25	¿Está de acuerdo en construir con concreto liviano? ¿Recomendaría la aplicación del concreto liviano?		


Christian Edward Rios Paredes
 INGENIERO CIVIL
 CIP-185306

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
VARIABLE 2. POLIESTIRENO EXPANDIDO

DISEÑO DE BLOQUES DE ALBAÑILERÍA NO ESTRUCTURAL APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO
COMO NUEVO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN, NUEVA CAJAMARCA - 2019

Nº	CUESTIONARIO DE PREGUNTAS	SI	NO
	RESISTENCIA		
1	¿Conoce la definición de resistencia?		
2	¿Usted cree que la resistencia es fundamental en la construcción?		
3	¿Conoce la resistencia del poliestireno expandido?		
	DENSIDAD		
4	¿Sabe usted sus densidades que tiene el poliestireno expandido?		
5	¿Conoce la definición de densidad?		
6	¿Sabe usted porque el poliestireno expandido tiene densidad baja?		
7	¿Conoce la densidad de los bloques con poliestireno expandido?		
	ACÚSTICO		
8	¿Conoce usted el concepto de acústico?		
9	¿Sabe usted porque el poliestireno expandido es acústico?		
10	¿Le gustaria que su casa fuera acústico?		
11	¿Sabe usted si los bloques son acústicos?		
	ADHERENCIA		
12	¿Sabe usted la adherencia que tiene el poliestireno expandido en los bloques?		
13	¿Sabe usted la definición de adherencia?		
14	¿Conoce usted la adherencia que tiene los agregados?		
15	¿Sabia usted que el agua es importante para que se adhieran los agregados?		


Christian Edward Rios Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP 145326

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
VARIABLE 1: DISEÑO DE BLOQUES

DISEÑO DE BLOQUES DE ALBAÑILERÍA NO ESTRUCTURAL APLICANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO
COMO NUEVO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN, NUEVA CAJAMARCA - 2019

Nº	CUESTIONARIO DE PREGUNTAS	SI	NO
	RESISTENCIA		
1	¿Conoce la resistencia mínima de los bloques de albañilería no estructural?		X
2	¿Conoce la definición de resistencia?		X
3	¿Usted cree que la resistencia es fundamental en la construcción?	X	
4	¿Conoce las clases de resistencia que se aplican a los bloques?		X
5	¿Conoces sobre la resistencia de alguna vivienda, aplicando bloques con poliestireno?		X
6	¿Conoce la resistencia del poliextireno expandido?		X
	DURABILIDAD		
7	¿Conoce la durabilidad de los bloques de concreto?	X	
8	¿Sabe qué tiempo dura el material mezclado para los bloques de concreto?		X
9	¿Conoce el concepto de durabilidad?		X
10	¿Le gustaría que su casa durara más tiempo?	X	
11	¿Conoce usted la durabilidad que tiene el poliestireno expandido?		X
	ABSORCIÓN		
12	¿Tiene conocimiento sobre el ensayo de absorción de los bloques?		X
13	¿Conoce la definición de absorción?		X
14	¿Sabe cómo es la fórmula para calcular la absorción?		X
15	¿Conoce cuáles son las normativas a utilizar en este ensayo?		X
16	¿Conoce que cantidad de agua absorbe un bloque de concreto?		X
	ECONÓMICO		
17	¿Tiene conocimiento sobre el precio de los bloques de concreto?	X	
18	¿Conoce el costo de las manos de obra en la elaboración de bloques?	X	
19	¿Conoce el costo del agregado fino?	X	
20	¿Tiene conocimiento del precio de los bloques aplicando poliestireno expandido?		X
21	¿Conoce el costo del poliestireno expandido?	X	
22	¿Conoce el costo por m2 de muro aplicando bloques de concreto?		X
	LIVIANO		
23	¿Conoce el peso propio que tienen los bloques de concreto?		X
24	¿Conoce usted el peso de los agregados en un bloque de concreto de 12x19x39 cm?		X
25	¿Sabe usted el peso del poliestireno expandido en un bloque de concreto?		X
26	¿Conoce usted el concepto de liviano?	X	
27	¿Le gustaría que su casa tuviera un peso más liviano o ligero?	X	
28	¿Está de acuerdo en construir con concreto liviano? ¿Recomendaría la aplicación del concreto liviano?	X	
	DENSIDAD		
29	¿Sabe usted sus densidades que tiene el poliestireno expandido?		X
30	¿Conoce la definición de densidad?		X
31	¿Sabe usted porque el poliestireno expandido tiene densidad baja?		X
32	¿Conoce la densidad de los bloques con poliestireno expandido?		X
	ACÚSTICO		
33	¿Conoce usted el concepto de acústico?		X
34	¿Sabe usted porque el poliestireno expandido es acústico?		X
35	¿Le gustaría que su casa fuera acústico?	X	
36	¿Sabe usted si los bloques son acústicos?		X
	ADHERENCIA		
37	¿Sabe usted la adherencia que tiene el poliestireno expandido en los bloques?		X
38	¿Sabe usted la definición de adherencia?		X
39	¿Conoce usted la adherencia que tiene los agregados?		X
40	¿Sabía usted que el agua es importante para que se adhieran los agregados?	X	

Christian E. Paredes
INCL
CIP 100119