

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO
SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO
GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: Bach. CHRISTIAN YHERSON LUCANO CÓNDOR
Bach. MICHAEL DENNIS NÚÑEZ VÁSQUEZ

Asesor: Mg. Ing. JOSÉ LUIS SILVA TARRILLO

CHOTA – PERÚ

2023

**ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO
SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO
GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-
2022**

POR:

CHRISTIAN YHERSON LUCANO CÓNDOR Y MICHAEL DENNIS NÚÑEZ
VÁSQUEZ

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de
la Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar
el título de
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR




Dante Hartman Cieza León
Ingeniero Civil
CIP 181947

Mg. Ing. Dante Hartman Cieza León

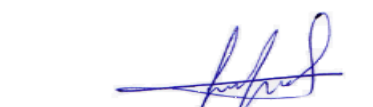
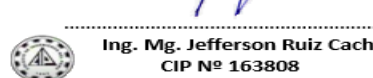
PRESIDENTE




Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
CIP. 157782

Mg. Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo

SECRETARIO

Ing. Mg. Jefferson Ruiz Cachi
CIP N° 163808

Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi

VOCAL

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a mis familiares y amigos. Especialmente a mi padre por su total apoyo durante todo el proceso. A mi madre, quien, aunque no esté presente físicamente, sus enseñanzas siguen guiándome día a día. Te extraño profundamente y esta dedicatoria es mi pequeña forma de decirte que nunca te olvidaré. A todos aquellos que de una u otra forma ayudaron en el desarrollo de esta tesis.

Christian Yherson Lucano Cóndor

A mis padres y familiares quienes me apoyaron todo el tiempo, alentándome a seguir adelante, en los momentos más difíciles, es a ellos que dedico la presente por su ayuda desinteresada, generosa e incondicional. A todos los que ayudaron para finalizar esta tesis.

Michael Dennis Núñez Vásquez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, el agradecimiento a nuestra alma máter la Universidad Nacional Autónoma de Chota por habernos acogido durante el período de nuestra formación profesional. Así mismo a su plana docente quienes aportaron con sus conocimientos para la formación de cada uno.

También a nuestros padres por el sustento que nos brindaron a lo largo de nuestra formación académica, porque gracias a ellos estamos logrando nuestros objetivos. A nuestros familiares más cercanos por su ayuda incondicional y desinteresada a lo largo de todo el camino.

Asimismo, a nuestro asesor el Mg. Ing. José Luis Silva Tarrillo, por su tiempo, paciencia y aporte de conocimiento en el desarrollo de la presente.

A todos aquellos que colaboraron con la ejecución del estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	XIX
ABSTRACT	XX
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.1.1. Internacionales	6
2.1.2. Nacionales.....	7
2.1.3. Regionales.....	8
2.2. Bases teórico – científicas.....	9
2.2.1. Adherencia del caucho en el concreto: Características, tratamiento y su influencia en la resistencia del bloque	9
2.2.2. Comportamiento de la porosidad frente a la resistencia a la compresión de un concreto	10
2.2.3. Influencia de la cohesión frente a las propiedades de un concreto	10
2.2.4. Tecnologías de reciclaje de neumáticos: Un análisis del reciclaje de NFU, sus beneficios y aplicaciones	11
2.2.5. Tecnologías de reciclaje de neumáticos: Obtención del caucho granulado y sus aplicaciones en variedad de productos	12
2.2.6. Exploración del caucho granulado en sus distintas aplicaciones en el rubro de la construcción.....	14
2.2.7. Comportamiento del concreto al sustituir agregado fino por caucho granulado	16

2.2.8. Propiedades de la albañilería en bloques de concreto y criterios de falla.....	17
2.3. Marco conceptual	23
2.3.1. Neumático.....	23
2.3.2. El caucho.....	24
2.3.3. Agregados	25
2.3.4. Cemento.....	27
2.3.5. Agua.....	27
2.3.6. Bloques de concreto.....	28
2.3.7. Requisitos de Albañilería.....	33
2.3.8. Ensayos para determinar de las propiedades físicas del bloque	34
2.3.9. Ensayos para determinar de las propiedades mecánicas del bloque	38
2.4. Hipótesis	43
2.5. Operacionalización de variables.....	43
2.5.1. Variable independiente	43
2.5.2. Variable dependiente	43
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	45
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	45
3.2. Diseño de investigación	46
3.3. Métodos de investigación	46
3.4. Población, muestra y muestreo.....	48
3.4.1. Población	48
3.4.2. Muestra	48
3.4.3. Muestreo	49
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	50
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	50
3.5.2. Instrumentos para la recolección de datos	51
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	52
3.6.1. Procedimiento de producción de datos	52

3.6.2. Procesamiento de información.....	95
3.6.3. Análisis de información.....	95
3.7. Aspectos éticos.....	96
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	97
4.1. Descripción de resultados	97
4.1.1. Propiedades físicas de los agregados.....	97
4.1.2. Propiedades físicas de los bloques con sustitución de arena por diferentes porcentajes de caucho granulado.....	107
4.1.3. Propiedades mecánicas de los bloques con sustitución de arena por diferentes porcentajes de caucho granulado.....	118
4.1.4. Propiedades físicas de los bloques con sustitución de arena por el porcentaje óptimo de caucho granulado.....	124
4.1.5. Propiedades mecánicas de los bloques con sustitución de arena por el porcentaje óptimo de caucho granulado.....	131
4.2. Contrastación de hipótesis	142
4.3. Discusión de resultados	166
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	173
5.1. Conclusiones.....	173
5.2. Recomendaciones y/o sugerencias.....	176
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	177
CAPÍTULO VII. ANEXOS	183
Anexo A. Matriz de consistencia metodológica.....	183
Anexo B. Panel fotográfico	184
Anexo C. Ensayos de diferentes dosificaciones en volumen para la elaboración de bloques de concreto.....	196
Anexo C.1. Diseño de Concreto	201
Anexo D. Resultados de los ensayos de laboratorio.....	206
Anexo E. Certificados de elaboración de equipos, laboratorio GSE.....	261

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rasgos Químico Físicos del Caucho Granulado	25
Tabla 2 Densidades de Bloques de Concreto Producidos con Diferentes Agregados..	28
Tabla 3 Granulometría de los Agregados Para Bloques.....	29
Tabla 4 Propiedades de las Unidades de Albañilería	31
Tabla 5 Requisitos de la Unidad de Albañilería para Estructuras	32
Tabla 6 Resistencias Requeridas en Albañilería	33
Tabla 7 Factor de Corrección de la Esbeltez (C).....	33
Tabla 8 Incremento de f_m y v_m por Edad	40
Tabla 9 Matriz de Operacionalización de Variables.....	44
Tabla 10 Criterios para Tipificar la Investigación.....	45
Tabla 11 Número de Bloques por Prueba	49
Tabla 12 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos.....	52
Tabla 13 Resistencia Dosificación 1:6 con 4 de Arena y 2 de Confitillo	64
Tabla 14 Resistencia Dosificación 1:7 con 5 de Arena Gruesa y 2 de Confitillo	65
Tabla 15 Resistencia Dosificación 1:8 con 5 de Arena Gruesa y 3 de Confitillo	65
Tabla 16 Propor. de Materiales con Dosificación 1:6 (4 de Arena y 2 de Confitillo)..	66
Tabla 17 Propor. de Materiales con Dosificación 1:6 (4 de Arena y 2 de Confitillo)..	80
Tabla 18 Análisis Granulométrico por Tamizado de la Arena.....	97
Tabla 19 Análisis Granulométrico por Tamizado del Confitillo	99
Tabla 20 Análisis Granulométrico del Caucho Granulado.....	100
Tabla 21 Resultados de Peso Unitario y % de Vacíos de los Agregados.....	103
Tabla 22 Relaciones Peso/Volumen de los Agregados.....	104
Tabla 23 Resultados del Peso Específico de los Agregados.....	106
Tabla 24 Variación Dimensional de Bloques Portantes.....	108

Tabla 25 <i>Alabeo de Bloques Portantes</i>	110
Tabla 26 <i>Vacios de Bloques Portantes</i>	116
Tabla 27 <i>Resistencia a Compresión Simple</i>	118
Tabla 28 <i>Resistencia a Compresión En pilas</i>	121
Tabla 29 <i>Resistencia al Corte Diagonal en Muretes</i>	122
Tabla 30 <i>Dimensión Promedio con el Porcentaje Óptimo de Sustitución</i>	124
Tabla 31 <i>Variación Dim. del Bloque de Concreto con el Porcentaje Óptimo de Sustitución</i>	124
Tabla 32 <i>Alabeo del Bloque de Concreto con el Porcentaje Óptimo de Reemplazo</i>	126
Tabla 33 <i>Porcentaje de vacíos del Bloque con el Porcentaje Óptimo de Sustitución</i> .	130
Tabla 34 <i>Resistencia a Compresión a una Semana</i>	131
Tabla 35 <i>Resistencia a la Compresión a las Dos Semanas</i>	132
Tabla 36 <i>Resistencia a Compresión a los 28 Días</i>	133
Tabla 37 <i>Resistencia a Compresión En pilas</i>	136
Tabla 38 <i>Resistencia al Corte Diagonal en Muretes</i>	139
Tabla 39 <i>Datos de Variación Dimensional en Longitud según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	143
Tabla 40 <i>Análisis t-student para Variación Dimensional en Longitud según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU</i>	143
Tabla 41 <i>Datos de Variación Dimensional en Altura según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	144
Tabla 42 <i>Análisis t-student para Variación Dimensional en Altura según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU</i>	144
Tabla 43 <i>Datos de Variación Dimensional en Ancho según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	145

Tabla 44 <i>Análisis t-student para Variación Dimensional en Ancho según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU</i>	146
Tabla 45 <i>Datos de Alabeo en Convexidad en Cara Superior según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	147
Tabla 46 <i>Análisis t-student para Alabeo (Convexidad) Cara Superior, según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU</i>	147
Tabla 47 <i>Datos de Alabeo en Concavidad en Cara Superior según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	148
Tabla 48 <i>Análisis t-student para Alabeo (Concavidad) Cara Superior, Según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	148
Tabla 49 <i>Datos Alabeo en Convexidad en Cara Inferior según Porcentajes de Caucho Granulado</i>	149
Tabla 50 <i>Análisis t-student para Alabeo (Convexidad) Cara Inferior, según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	149
Tabla 51 <i>Datos de Alabeo en Concavidad en Cara Inferior según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	149
Tabla 52 <i>Análisis t-student para Alabeo (Concavidad) Cara Inferior, según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU</i>	150
Tabla 53 <i>Datos de Absorción según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	151
Tabla 54 <i>Análisis t-student para Absorción según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU</i>	151
Tabla 55 <i>Datos de Resistencia a la Compresión según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	154

Tabla 56 <i>Análisis t-student para Resistencia a Compresión según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU</i>	154
Tabla 57 <i>Datos Estadísticos para Resistencia a la Compresión según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	161
Tabla 58 <i>Análisis t-student para Resistencia en Pilas según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU</i>	161
Tabla 59 <i>Datos Estadísticos para Resistencia en Muretes según Porcentajes de Caucho granulado de Neumáticos Reciclados</i>	164
Tabla 60 <i>Análisis t-student para Resistencia en Muretes según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados</i>	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Agrietamientos de un Muro Sometidos a Carga de Compresión Axial</i>	18
Figura 2 <i>Aproximación de Falla del (a) Ensayo de Corte y en (b) un Sismo</i>	19
Figura 3 <i>Muretes Para el Ensayo de Corte: a) Testigo Pequeño Alrededor de 60 X 60 cm; b) Testigo Estándar Alrededor de 120 X 120 cm. c) Formas de Falla</i>	20
Figura 4 <i>Ensayo de Corte. a) Unidades Sólidas: Falla en Tracción Diagonal. b) Unidades Huecas: Falla por Compresión Diagonal</i>	21
Figura 5 <i>Estructura del Concreto en los Bloques</i>	29
Figura 6 <i>Fabricación de Bloques de Concreto</i>	30
Figura 7 <i>Variación de las Alturas de las Unidades</i>	34
Figura 8 <i>Cuña Para Alabeo</i>	35
Figura 9 <i>Prisma de Unidad Hueca Formado por dos Unidades</i>	39
Figura 10 <i>Prismas Estándar</i>	40
Figura 11 <i>Murete de Ensayo de Bloque de Concreto</i>	42
Figura 12 <i>Esquematzación del Diseño de Investigación</i>	47
Figura 13 <i>Dimensiones de los Bloques de Concreto</i>	48
Figura 14 <i>Extracción de la Arena</i>	53
Figura 15 <i>Extracción del Confitillo</i>	53
Figura 16 <i>Reciclaje de Neumáticos</i>	54
Figura 17 <i>Reciclaje de Neumáticos</i>	54
Figura 18 <i>Tamizado del Caucho Granulado</i>	56
Figura 19 <i>Tratamiento del Caucho Granulado con Metanol (CH₄O)</i>	56
Figura 20 <i>Ensayo de Granulometría</i>	58
Figura 21 <i>Peso del Agregado Retenido por Tamiz</i>	58
Figura 22 <i>Peso de las Muestras más el Peso de las Taras</i>	59

Figura 23 <i>Enrasado del Agregado</i>	60
Figura 24 <i>Prueba del Molde Cónico Para Encontrar la condición de SSS</i>	61
Figura 25 <i>Ensayo Para Encontrar el Peso Específico de la Arena</i>	62
Figura 26 <i>Ensayo Para Encontrar el Peso Específico del Confitillo</i>	62
Figura 27 <i>Molde Utilizado Para la Producción de Bloques</i>	67
Figura 28 <i>Mesa Vibradora Donde se Realizarán los Bloques de Concreto</i>	67
Figura 29 <i>Cantidad de Agregados para una Dosificación del 25%</i>	68
Figura 30 <i>Procedimiento de Vibrado Para Elaborar el Bloque de Concreto</i>	69
Figura 31 <i>Bloques con Diferentes Dosificaciones de Caucho Granulado</i>	69
Figura 32 <i>Curado del Bloque</i>	70
Figura 33 <i>Bloques Elaborados con Diferentes Dosificaciones de Caucho Granulado</i>	70
Figura 34 <i>Medición de las Dimensiones del Bloque</i>	71
Figura 35 <i>Ensayo de Alabeo con Ayuda de una Cuña</i>	72
Figura 36 <i>Ensayo de Alabeo con Ayuda de un Cuña</i>	73
Figura 37 <i>Bloques Sumergidas en Agua por 24 Horas</i>	74
Figura 38 <i>Peso del Bloque de Concreto en Condición de Saturado</i>	74
Figura 39 <i>Peso Sumergido de las Muestras Ensayadas</i>	75
Figura 40 <i>Medición del Área Vacía de la Unidad Ensayada</i>	76
Figura 41 <i>Ensayo de Succión</i>	77
Figura 42 <i>Ensayo de Resistencia a la Compresión</i>	78
Figura 43 <i>Ensayo de Resistencia a Compresión</i>	79
Figura 44 <i>Unidades Después de ser Ensayadas</i>	79
Figura 45 <i>Porcentaje Óptimo de Caucho Granulado</i>	81
Figura 46 <i>Mezcla de Cemento + Arena + Confitillo + Caucho Granulado</i>	81
Figura 47 <i>Procedimiento de Vibrado Para Elaborar el Bloque de Concreto</i>	82

Figura 48 <i>Bloques con el Porcentaje Óptimo de Caucho Granulado</i>	83
Figura 49 <i>Bloques con el Porcentaje Óptimo de Caucho Granulado</i>	84
Figura 50 <i>Curado del Bloque de Concreto</i>	84
Figura 51 <i>Medición de la Medida del Bloque de Concreto</i>	85
Figura 52 <i>Ensayo de Alabeo con Ayuda de una Cuña</i>	86
Figura 53 <i>Peso Sumergido de las Muestras Ensayadas</i>	88
Figura 54 <i>Medición del Área Vacía de la Unidad Ensayada</i>	89
Figura 55 <i>Ensayo de Succión</i>	90
Figura 56 <i>Ensayo de Resistencia a la Compresión a la Semana (7 días)</i>	91
Figura 57 <i>Ensayo de Resistencia a la Compresión a las dos Semanas (14 días)</i>	91
Figura 58 <i>Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días</i>	92
Figura 59 <i>Pilas de Bloques</i>	92
Figura 60 <i>Muretes de Bloques Primera Hilada</i>	93
Figura 61 <i>Ensayo a la Compresión en Pilas</i>	94
Figura 62 <i>Prueba a Corte Diagonal en Muretes</i>	95
Figura 63 <i>Granulometría de la Arena</i>	98
Figura 64 <i>Granulometría del Confitillo</i>	99
Figura 65 <i>Granulometría del Caucho Granulado</i>	101
Figura 66 <i>Humedad de la Arena</i>	102
Figura 67 <i>Contenido de Humedad del Confitillo</i>	103
Figura 68 <i>Resultados de Peso Unitario de los Agregados</i>	104
Figura 69 <i>Vacíos de los Agregados</i>	105
Figura 70 <i>Peso Específico de los Agregados</i>	106
Figura 71 <i>Peso Específico de los Agregados</i>	107
Figura 72 <i>Medidas del Bloque de Concreto</i>	109

Figura 73 <i>Muestras de Alabeo Cara Superior</i>	111
Figura 74 <i>Muestras de Alabeo Cara Inferior</i>	111
Figura 75 <i>Absorción del Bloque</i>	112
Figura 76 <i>Humedad del Bloque de Concreto</i>	113
Figura 77 <i>Porosidad del Bloque de Concreto</i>	114
Figura 78 <i>Densidad del Bloque de Concreto</i>	115
Figura 79 <i>Succión del Bloque de Concreto</i>	117
Figura 80 <i>Resistencia a Compresión con Diferente Porcentajes de Sustitución de Arena por Caucho Granulado</i>	119
Figura 81 <i>Resistencia a la Compresión</i>	120
Figura 82 <i>Resistencia a la Compresión en Pilas</i>	122
Figura 83 <i>Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes</i>	123
Figura 84 <i>Medidas del Bloque con el Porcentaje Óptimo de Sustitución</i>	125
Figura 85 <i>Alabeo de Bloques con el Porcentaje Adecuado de Sustitución</i>	126
Figura 86 <i>Absorción del Bloque con el Porcentaje Óptimo de Sustitución</i>	127
Figura 87 <i>Contenido de Humedad del Bloque con el Porcentaje Óptimo</i>	128
Figura 88 <i>Porosidad del Bloque con el Porcentaje Óptimo de Sustitución</i>	129
Figura 89 <i>Densidad del Bloque con el Porcentaje Óptimo de Sustitución</i>	129
Figura 90 <i>Succión del Bloque de Concreto</i>	130
Figura 91 <i>Resistencia a la Compresión a una Semana</i>	132
Figura 92 <i>Resistencia a la Compresión a las Dos Semanas</i>	133
Figura 93 <i>Resistencia a la Compresión a los 28 Días</i>	134
Figura 94 <i>Acrecentamiento de la Resistencia a la Compresión Respecto al Tiempo</i> .	134
Figura 95 <i>Resistencia a Compresión en Pilas</i>	137
Figura 96 <i>Resistencia a Compresión en Pilas</i>	137

Figura 97 <i>Resistencia a Compresión en Pilas</i>	138
Figura 98 <i>Resistencia al Corte Diagonal en Muretes</i>	139
Figura 99 <i>Resistencia al Corte Diagonal en Muretes</i>	140
Figura 100 <i>Resistencia al Corte en Muretes</i>	141
Figura 101 <i>Relación entre el Porcentaje de Caucho Granulado de NFU y la Absorción de los Bloques Portantes</i>	152
Figura 102 <i>Variación de la Absorción según Porcentaje de Caucho Granulado</i>	152
Figura 103 <i>Gráfica de Residuos para Absorción.</i>	153
Figura 104 <i>Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (0 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)</i>	155
Figura 105 <i>Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (5 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)</i>	156
Figura 106 <i>Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (10 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)</i>	156
Figura 107 <i>Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (13 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)</i>	157
Figura 108 <i>Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (15 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)</i>	157
Figura 109 <i>Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (20 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)</i>	158
Figura 110 <i>Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (25 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)</i>	158
Figura 111 <i>Relación entre el Porcentaje de Caucho Granulado de NFU y la Resistencia a Compresión de los Bloques portantes</i>	159

Figura 112 <i>Variación de la Resistencia a Compresión según Porcentaje de Caucho Granulado</i>	159
Figura 113 <i>Gráfica de Residuos para Resistencia a Compresión</i>	160
Figura 114 <i>Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia en Pilas (0 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)</i>	162
Figura 115 <i>Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia en Pilas (13 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)</i>	162
Figura 116 <i>Variación de la Resistencia en Pilas según % de Caucho Granulado</i>	163
Figura 117 <i>Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes (0 % de Sustitución de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)</i>	165
Figura 118 <i>Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia en Muretes (13 % de Sustitución de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)</i>	165
Figura 119 <i>Variación de la Resistencia al Corte Diagonal en Muretes según Porcentaje de Caucho Granulado</i>	166

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1 <i>Para calcular la tracción</i>	22
Fórmula 2 <i>Para calcular la compresión</i>	22
Fórmula 3 <i>Para calcular el corte</i>	22
Fórmula 4 <i>Para calcular el esfuerzo x</i>	22
Fórmula 5 <i>Para calcular el esfuerzo y</i>	22
Fórmula 6 <i>Para calcular esfuerzo máximo</i>	22
Fórmula 7 <i>Para calcular ϕ</i>	22
Fórmula 8 <i>Para calcular el esfuerzo σ_I</i>	22
Fórmula 9 <i>Para calcular el esfuerzo σ_{II}</i>	22
Fórmula 10 <i>Para calcular la variación dimensional</i>	35
Fórmula 11 <i>Para calcular la absorción</i>	37
Fórmula 12 <i>Para calcular la succión</i>	38
Fórmula 13 <i>Para calcular la resistencia a la compresión</i>	39

RESUMEN

El objetivo fue “Determinar el porcentaje óptimo al sustituir agregado fino por caucho granulado de neumáticos reciclados en la elaboración de un bloque portante de concreto, con la finalidad de cumplir con los requisitos establecidos en la norma de albañilería E.070”. Para ello, se comprobaron las características del árido de Lascan – Conchán y del confitillo de la cantera Reyes de San Juan del Suro – Cuyumalca, produciendo 261 bloques de concreto con dosificación 1: 6 cemento: agregados, con 4 de arena y 2 de confitillo, en relación agua cemento de 1:1, modificándola con 0%, 5%, 10%, 13%, 15%, 20% y 25% de caucho granulado en sustitución de volumen de agregado fino. Determinando que, la absorción de los bloques aumenta conforme se incrementa el porcentaje de sustitución del árido por caucho granulado, en cambio, la resistencia en unidad disminuye, por lo que, los bloques con 15%, 20% y 25% de caucho granular no superan la resistencia mínima de 50 kg/cm^2 (norma E.070). La albañilería construida de bloques con 0% y 13% de caucho granulado, supera la resistencia mínima de 74 kg/cm^2 y 8.6 kg/cm^2 para pilas y muretes. Por tanto, se concluye que, el caucho granulado en la producción de bloques portantes disminuye sus propiedades mecánicas, pero se puede usar hasta 13%, como porcentaje adecuado u óptimo de reemplazo de la arena, ya que, tiene el mayor reaprovechamiento de este material, y a la vez cumple con la norma E.070 (MVC, 2006).

Palabras claves: *caucho granulado, bloque de concreto, resistencia, pilas, muretes*

ABSTRACT

The objective of the research was "To determine the optimum percentage when substituting fine aggregate for granulated rubber from recycled tires in the production of a concrete bearing block, in order to comply with the requirements established in the Peruvian technical masonry standard E.070". For this purpose, the properties of the aggregate from the Lascan - Conchán quarry and the confetti from the Reyes de San Juan del Suro - Cuyumalca quarry were determined, producing 261 concrete blocks with the dosage 1: 6 cement: aggregates, with 4 of coarse sand and 2 of confetti, water cement ratio 1, modifying it with 0%, 5% , 10% , 13% , 15% , 20% and 25% of granulated rubber in substitution of the volume of fine aggregate. Determining that the absorption of the blocks increases as the percentage of aggregate substitution by granular rubber increases, on the other hand, the resistance in unit decreases, therefore, the blocks with 15%, 20% and 25% of granular rubber do not exceed the minimum resistance of 50 kg/cm² (norm E.070). The masonry constructed of concrete blocks with 0% and 13% granular rubber exceeds the minimum resistance of 74 kg/cm² for piles and 8.6 kg/cm² for walls. Therefore, it is concluded that the use of granulated rubber in the production of load-bearing blocks decreases their mechanical properties, but it can be used up to 13%, being the optimum percentage for replacing fine aggregate, since it has the highest reuse of this material, and at the same time complies with standard E.070 (MVC, 2006).

Key words: granulated rubber, concrete block, strength, piles, walls, walls

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El caucho residual afecta el entorno ambiental y la salud humana. En el mundo se generan anualmente mil millones de neumáticos y existen 4 mil millones en vertederos, de acuerdo con (El Economista, 2018). Debido a la cúspide automotriz a nivel mundial, se refleja mayor cantidad de Neumáticos Fuera de Uso (NFU), pero el acopio de dichos residuos en los botaderos causa serios daños ambientales (Eco Green, 2018).

Según el Diario Semana (2022) señala que, en Colombia, anualmente 950 000 NFU se depositan en sus calles y basura; también el Diario La Verdad (2018) señala que, en Ecuador por año se eliminan más de 2 400 000 llantas en descampados, cursos de agua o en los bordes de carreteras. Por ello, su legislación ambiental ha dado nuevos lineamientos de disposición final para fabricantes, comercializadores y usuarios de residuos de caucho con la finalidad de reaprovecharlos (Peláez et al, 2017).

Por otra parte, en todo el mundo, los bloques de concreto se destacan como el material de construcción más ampliamente empleado, utilizándose en gran escala en edificios, viviendas y otras estructuras. Esta preferencia se debe a sus numerosas propiedades que lo hacen apto y lo convierten en la opción más idónea para la construcción. La resistencia de los bloques de concreto proviene de su capacidad para soportar tanto altas tensiones de compresión como de tracción. Además, son resistentes a la oxidación, al fuego, las reacciones químicas, la erosión y la abrasión, lo cual no solo aumenta su vida útil, sino que también los hace aptos para su uso en cualquier parte del mundo. A su vez, requieren de un menor mantenimiento (Poyatos ,2022).

Es así, que conscientes de la problemática ambiental que acarrea los neumáticos fuera de uso y de la empleabilidad a gran escala de los bloques de concreto, diferentes

autores han alentado el desarrollo de investigaciones orientadas a buscar opciones de reutilización de los residuos de caucho en bloques de concreto. Es así que, en Venezuela se estudió el efecto del caucho en los bloques de concreto (Lara et al, 2020), en Ecuador se realizó una investigación respecto al uso de fibras de caucho de NFU para producir bloques portantes ecológicos (Almeida, 2011), así mismo (Zambrano, 2014) realizó un estudio de las propiedades de bloques con caucho para muros. De acuerdo a estas investigaciones el caucho reciclado puede ser usado como árido para el concreto (Farfán & Leonardo, 2018).

A nivel nacional, en el Perú los NFU inciden directa e indirectamente, en la producción de residuos sólidos a pesar de su alta posibilidad de valorización. En el 2014, se importaron 55 673 ton de neumáticos, acrecentándose en el 2018 a 92 659 ton, las cuales después de su usanza pasan a ser neumáticos fuera de uso, convirtiéndose así en residuos sólidos (Ministerio del Ambiente, 2021).

También en el Perú se puede deducir que el uso de bloques de concreto se está volviendo más popular ya que reduce la mano de obra, costo de transporte y polvo de la maquinaria pesada. Asimismo, se tiene la capacidad de utilizar una amplia variedad de residuos industriales en combinación con el concreto, tales como vidrio granulado, cenizas volantes, escoria y neumáticos de vehículos triturados. Esto implica que la producción de concreto puede contribuir significativamente a la reducción de residuos y en consecuencia, generar un impacto positivo en el medio ambiente. (Poyatos ,2022).

Dentro de este ámbito en el Perú se realizó diferentes trabajos de investigación donde se utiliza al caucho reciclado como agregado para el bloque de concreto, como Paiva (2019) que, en Chulucanas realizó bloques para albañilería no portantes; Vilca (2018) en el Cuzco reemplazó el árido por caucho granulado, para producir bloques huecos de concreto; también en Cusco se llevó a cabo otro estudio en bloques de concreto con

caucho reciclado para muros (Suárez & Mujica, 2016).

A nivel local, la disposición de basura en la ciudad de Chota es deficiente siendo arrojada en botaderos informales por lo que, genera un impacto negativo al entorno ambiental (Diaz et al, 2016). Por otra parte, resulta innegable el creciente uso de bloques de concreto a nivel local, en el ámbito de la construcción. Sin embargo, a pesar de esta tendencia y considerando los antecedentes a nivel regional, es evidente la falta de investigaciones realizadas específicamente en el campo de los bloques de concreto. Por lo tanto, resulta imperativo impulsar y promover la investigación en esta área para llenar este vacío de conocimiento y potenciar su desarrollo.

Por lo expuesto, se ve necesario la creación de un proyecto de investigación que acompañe a resolver la realidad problemática existente, por lo que se propone determinar el porcentaje óptimo al sustituir el agregado fino por caucho granulado de neumáticos reciclados en la elaboración de un bloque portante de concreto, con el fin de crear un nuevo material ecológico, tecnológico e innovador satisfaciendo las necesidades tanto socio-ambientales como técnicas para ser utilizado en el mundo de la construcción. Además de servir como un antecedente o referencia para futuras investigaciones relacionadas a esta área.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el porcentaje óptimo al sustituir agregado fino por caucho granulado de neumáticos reciclados en la elaboración de un bloque portante de concreto?

1.3. Justificación

Se busca la innovación tecnológica en la industria, con el fin de generar edificaciones más eficientes y amigables con el medio ambiente. Con este mismo objeto de estudio, muchos autores realizaron investigaciones en este campo, como Paiva (2019) que realizó en Chulucanas bloques con caucho sintético para muros no portantes; Vilca (2018) que, en Cusco reemplazó el árido por caucho granulado para bloques huecos; y también en Cusco, otro estudio utilizó caucho reciclado para producir bloques de concreto para muros (Suárez & Mujica, 2016), en estos estudios se ha verificado que si se puede usar caucho granular como sustituto del árido en concreto.

Por este motivo para la presente indagación está apostando por la usanza de caucho granulado de NFU en la producción de bloques portantes. Con este trabajo se brindará un gran aporte al conocimiento, dando a conocer de qué manera influirá el caucho granulado en el comportamiento del bloque portante, además de verificar la dosificación óptima de sustitución del árido por caucho granulado para la producción de bloques.

Este proyecto permitirá ampliar, mejorar o reformular el conocimiento existente en esta área de investigación y además impulsará a investigadores a indagar en este ámbito de la construcción que es de gran importancia no solo para la ciencia sino también para la sociedad. La investigación se justifica económicamente, ya que contamos con la capacidad de financiarla con recursos propios, a la vez serviría como base científica para futuros proyectos industriales, por otra parte, en la realización del estudio no se estará afectando en nada al medio ambiente, sino todo lo contrario ya que se utilizará uno de los materiales que contamina en gran escala al planeta como es el caucho de neumáticos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el porcentaje óptimo al sustituir agregado fino por caucho granulado de neumáticos reciclados en la elaboración de un bloque portante de concreto, con la finalidad de cumplir con los requisitos de la norma técnica peruana de albañilería E.070.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas de los agregados a usar en un bloque portante de concreto, tales como: Granulometría, módulo de finura, peso específico, absorción, humedad, peso unitario y porcentaje de vacíos.
- Determinar las propiedades físicas del bloque portante de concreto al sustituir 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados.
- Determinar las propiedades mecánicas del bloque portante de concreto al sustituir 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados.
- Determinar las propiedades físico-mecánicas del bloque portante de concreto al sustituir el porcentaje óptimo de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Lara, et al (2020), realizaron el estudio “Influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques de concreto”, donde su fin fue realizar el bloque con caucho, como remplazo del árido, que tenga características del bloque B. Realizaron en volumen el remplazo de (0%, 10%, 15% y 20%) de árido por caucho producto de la trituración de neumático. Al realizar su ensayos y discusión de sus resultados lograron concluir que, el bloque alcanzaba resistencias respectivas de 5.84, 5.17; 5,06 y 3.71 MPa, siendo el óptimo adecuado 20%.

Zambrano (2014), en su estudio “Análisis de las características de bloques fabricados con caucho triturado para usarlos en mampostería”, donde su principal fin fue comparar los bloques fabricados con caucho triturado respecto a los bloques a condiciones normales. Se hicieron diversas pruebas a los bloques y se obtuvo que: el peso de los bloques con 0%, 5% y 10% fue 15.8, 14.3, 12.55 kg, y la resistencia a compresión fue 3.28, 3.04, 1.27 Mpa.

Almeida (2011), en su estudio “Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el Cantón Ambato”, donde el principal objetivo de su trabajo fue demostrar una nueva alternativa para mitigación ambiental de los NFU de los ambateños, utilizando fibras de caucho provenientes de llantas usadas para crear bloques que igualen la resistencia requerida para su uso. Para producir sus bloques utilizo dos tamaños de fibra de caucho la fibra tipo 1 que tiene un diámetro de 0.11cm y un largo de 0.57cm y la fibra tipo 2 de 0.14 cm espesor y 1.92 cm longitud. Luego de 28 días de haber elaborado los bloques se

determinó la resistencia máxima que contiene el bloque a condiciones normales (0% de incorporación de caucho). Al realizar sus ensayos llegó a concluir que los bloques adicionados con fibra tipo 1 disminuyeron la resistencia; lo que no sucede con los ensayos del bloque adicionado con fibra tipo 2 al 5% y 10% de caucho donde se acrecienta la resistencia en especial con 5% (21.78 kg/cm²) que, en contraste con el bloque normal (12.14 kg/cm²), haya acrecentamiento de 9.64 kg/cm² (79.41%). Cuando se determinó que los bloques con fibras Tipo 2 daban mejores resultados, se comenzó a analizar el “peso” y se comparó con bloques normales, validando el diseño con 5% de caucho en lugar de árido, debido a que, el peso se reduce en 1.76 %, es decir, el peso del bloque de análisis es de 5.57 kg haciendo que este sea más ligero.

2.1.2. Nacionales

Paiva (2019), en su estudio titulado “Diseño de bloques de concreto utilizando el caucho sintético en muros de albañilería no portantes en el distrito de Chulucanas- 2019”, donde su principal fin fue el de elaborar bloques adicionando caucho sintético al 10, 15 y 20%, obteniendo resistencias a los 14, 21 y 28 días de 49, 54 y 96 kg/cm². Concluyendo en que los bloques adicionados con 20 % de caucho sintético obtuvieron los mejores resultados. El antecedente realizado en el distrito de Chulucanas es de gran importancia para nuestro proyecto ya que nos proporciona los resultados a diferentes porcentajes de sustitución de caucho sintético en la producción de bloques determinado que la adición al 20 % es la más óptima.

Así mismo Vilca (2018), en su tesis titulada “Análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas de los bloques huecos de concreto al sustituir el agregado fino por caucho granulado, Cusco”, donde su principal objetivo fue aminorar los residuos de neumáticos en olvido agregándolos a elementos constructivos como los bloques huecos y examinar el remplazo parcial del árido por caucho, en la producción de bloques

huecos de concreto. Utilizaron cemento IP Yura, árido de Cunyac (60%) y Sencca (40%), grava con TMN 3/8” de Sencca y caucho granulado reciclado; para producir bloques con 1:5:2 en volumen (cemento: árido: grava), usando una maquina vibro compactadora. Al realizar los diversos ensayos y analizar los resultados, concluyó que al remplazo del árido por caucho al 5%, 10% y 20%, lograron resistencias mayores a la mínima (20 kg/cm²), a excepción del concreto sustituido al 30%.

Suárez y Mujica (2016), en su estudio “Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación”, donde su principal objetivo fue analizar el impacto del caucho granular, procedente de neumáticos de desecho, como árido en bloques huecos. Elaboraron 12 bloques de diseño con porcentajes de caucho granular de 0%, 15% y 20%, y realizaron ensayos mecánicos. Después de discutir los datos obtenidos, concluyeron que la resistencia media de los bloques huecos de concreto correspondió a 46.47, 40.33 y 33.79 kg/cm². Se puede señalar que, las unidades que cumplen con la resistencia mínima (40 kg/cm²) determinada para el diseño son los correspondientes al diseño 0% caucho, superando a los diseños con 16.18% y 15%. El bloque patrón supera la resistencia diseño en un 0.8%, mientras que el diseño con un contenido de caucho del 20% reduce la resistencia en un 15.53%. Concluyó que, los bloques al 15% de caucho granulado podrían ser usados para la construcción.

2.1.3. Regionales

Hasta la fecha no cuenta con antecedentes a nivel regional.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. Adherencia del caucho en el concreto: Características, tratamiento y su influencia en la resistencia del bloque

Los autores Segre y Joekes et al (2000) determinaron la adherencia entre caucho y cemento Portland, llegando a la conclusión que, el caucho tenía poca adherencia cuando se mezclaba con el cemento (Serra, 2013).

Por ello, Serra (2013) concluye que, debía buscarse una solución, para mejorar su adherencia, con algún tratamiento químico, siendo así, menciona los siguiente:

Tratamiento de metanol (CH_4O): la goma se sumerge en metanol al 25% en agua y se mantiene sumergida durante 3 días, luego se filtra la mezcla, se lava la goma con agua y se seca a temperatura ambiente.

Tratamiento con silano: Rocíe la goma con la solución de silano-tolueno 1:1 en un mezclador rotatorio por media hora, para asegurar uniformidad en la goma. Secar a 40 °C por 1 día.

Tratamiento con acetona ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$): La goma se sumerge en acetona al 25% en agua y se mantiene sumergida durante 3 días, luego se filtra la mezcla, se lava la goma con agua y se seca en atmósfera ambiente a temperatura ambiente.

Por otra parte el caucho granulado es una opción buena para deshacerse de NFU que contaminan el entorno. Sin embargo cuando se estudian las propiedades del concreto con caucho triturado como árido, está claro que, reduce la resistencia pero a dosis extremas, por ello es de vital importancia determinar la dosis óptima para lograr el uso correcto de este nuevo material, a fin de dar al caucho un nuevo uso sostenible (García et al, 2011, p. 27).

2.2.2. Comportamiento de la porosidad frente a la resistencia a la compresión de un concreto

El grupo de investigación en Desarrollo y Tecnología de Nuevos Materiales (GIMAT), decidió realizar un estudio con el fin de evaluar la relación existente entre la resistencia a la compresión y la porosidad en muestras de concreto empleando medidas de velocidad de pulso ultrasónico (VPU), el cual no afecta a los elementos muestreados, se realizaron varios diseños de mezclas con diferentes relaciones de agua/ cemento (a/c) y curadas durante 28 días de edad en condiciones ambientales bajo techo. Finalmente se ensayaron los materiales y se apreció que las características de resistencia a la compresión se vieron afectadas y disminuyeron debido al aumento de porosidad en el concreto, esto se debe a que el incremento en la relación a/c da lugar a una mayor formación de canales capilares como resultado de la evaporación de agua durante el proceso de fraguado y curado, concluyendo en que el aumento de porosidad debido la adición o sustitución de cualquier material en la elaboración de un concreto disminuirá la resistencia a la compresión con un comportamiento lineal. (Quintero et al ,2011, p.69-76).

La investigación coincide con los proyectos citados, puesto a que al sustituir o adicionar caucho granulado en la elaboración de un bloque de concreto, aumenta la porosidad del elemento y por ello la resistencia a la compresión decrementa, debido a los vacíos generados.

2.2.3. Influencia de la cohesión frente a las propiedades de un concreto

Según Paredes (2021), indica que el caucho presenta baja cohesión con el concreto (grado de unión entre las partículas que componen la superficie de colocación, y es evaluada mediante la resistencia a la tracción o al arrancamiento), esto se debe por su textura lisa, y esto afecta diversas propiedades físicas e incluso la resistencia a la compresión.

Por ello es de vital importancia aumentar la adherencia y cohesión del caucho frente al concreto, por ello se propone realizar un tratamiento con metanol, el cual nos permitirá evitar afectar tanto las características físicas y mecánicas al elaborar un bloque de concreto.

2.2.4. Tecnologías de reciclaje de neumáticos: Un análisis del reciclaje de NFU, sus beneficios y aplicaciones

El Sistema Integrado de Gestión de Neumáticos Usados (SIGNUS) realiza la tarea de reciclar neumáticos, convirtiéndolos en un recurso valioso con diversas aplicaciones. Esto ofrece una serie de beneficios, como la utilización de neumáticos reciclados en césped artificial, calzado o carreteras. El propósito de SIGNUS es retirar los NFU, procesarlos y obtener materiales reciclados con un valor adicional (Moncada, 2018).

El valor añadido se logra al adoptar un modelo de producción y consumo que promueve la reutilización de materiales, prolongando la vida útil de los productos. Esto a su vez conlleva a la reducción de residuos que se acumulan en la naturaleza. Este enfoque de reciclaje y reutilización, que contrasta con el modelo tradicional de "usar y tirar". En el caso de los neumáticos usados, el reciclaje evita el impacto ambiental al obtener nuevos recursos con diversas aplicaciones en lugar de desecharlos (Moncada, 2018).

El proyecto SMART (Sustainable Moulding of Articles from Recycled Tyres), financiado por la Unión Europea, se dedicó al desarrollo de productos de caucho de alta calidad mediante el reciclaje de neumáticos usados. El equipo del proyecto diseñó un método para triturar los neumáticos con el objetivo de fabricar productos destinados a los sectores deportivo, de transporte e industrial (Cordis, 2018).

Con el fin de alcanzar sus metas, se desarrolló una máquina y un proceso de

moldeo especiales para la producción de diversos productos destinados a los sectores mencionados. Las baldosas de caucho utilizadas en el ámbito deportivo, las cuales se fabrican en forma de puzle mediante corte con chorro de agua. También se crearon baldosas antivibración con bordes encajables para su uso en la industria, así como material para la construcción de aceras (Cordis, 2018).

Las baldosas producidas demostraron ser superiores en términos de costos y consumo de energía. Además, se pudo comprobar que las baldosas pueden ser fabricadas tanto mediante moldeo como mediante corte por chorro de agua, lo que aumenta su funcionalidad. Esta característica permite la creación de piezas que se pueden encajar entre sí, lo que amplía aún más sus posibilidades de uso (Cordis, 2018).

2.2.5. Tecnologías de reciclaje de neumáticos: Obtención del caucho granulado y sus aplicaciones en variedad de productos

Dado el elevado porcentaje de caucho que componen los neumáticos, SIGNUS trabaja en la actualidad para lograr que el neumático y el caucho reciclado sea considerado materia prima secundaria, ya que en la actualidad figura como residuo (Moncada, 2018).

- a) El ciclo de valor añadido comienza en los talleres, donde el mantenimiento de los vehículos genera neumáticos que aún son útiles de diversas formas.
- b) A continuación, los neumáticos en mal estado que no pueden ser puestos nuevamente en circulación se clasifican como NFU y se trasladan a los centros de transformación para su valorización y reciclaje.
- c) Al final de su vida útil, los NFU se convierten en materiales reciclados con distintas aplicaciones: reciclaje, obra civil y valorización energética.

d) Los neumáticos se someten a un proceso de triturado en las plantas de transformación para fabricar un producto útil para obra civil o como combustible de sustitución.

Por otra parte “de forma paralela, se lleva a cabo un proceso de granulado en el que los materiales que forman los NFU se separan en caucho, acero y fibras con múltiples aplicaciones” (Moncada, 2018, p. 5).

Según Moncada (2018) ofrece una gran variedad de productos y elementos útiles como resultado del proceso de transformación de estos materiales.

- Mezclas bituminosas para carreteras

El polvo de neumático se revela como un material muy eficiente para la reducción del agrietamiento de las carreteras y el alargamiento de su vida útil, entre otras mejoras en materia de seguridad, como propiedades relacionadas con un mejor drenaje del agua.

- Suelas para calzado

El caucho reciclado resulta útil para la fabricación de suela de calzado, pero debido al característico color negro del carbono presente en esta materia prima, por el momento solo es posible obtener zapatos de color negro.

- Rellenos de césped artificial

Los campos de fútbol de césped artificial son de color verde, pero si nos acercamos un poco, veremos miles de gránulos de caucho cuya finalidad es dotar a las instalaciones de mayor confort y seguridad.

- Revalorización energética

El alto poder calorífico del neumático triturado lo convierte en un buen combustible de sustitución para instalaciones industriales.

2.2.6. Exploración del caucho granulado en sus distintas aplicaciones en el rubro de la construcción

Según Venegas (2016) la utilización puede ser gránular o polvo para producir productos eficientes. La permeabilidad del concreto con granos de caucho de llantas recicladas no presentan cambio frente al convencional. “Los gránulos del caucho reciclado de NFU tienen diferentes aplicaciones como: Sellador de concreto, barreras acústicas, betún con caucho, pasos de nivel, estabilización del suelo, asilamiento sonoro, material para cimientos, entre otros” (Velásquez et al, 2017, p.35).

Estudios anteriores de Eldin y Fedroff investigaron el uso de caucho en la firmeza del concreto. Schimizza et al. realizaron un estudio usando caucho triturado en superficies de carreteras ligeras y rígidas. Con cemento especial se puede aumentar la fuerza de unión entre partículas (García et al, 2011, p. 27).

En pavimentos asfálticos, el uso de caucho inicio hace 17 décadas, y el caucho natural se probó experimentalmente con asfalto en 1840 para hacer que el caucho fuera compatible con superficies de pavimentación más duraderas (Presti., 2013, p. 867). Al incorporar 1% de caucho en una mezcla asfáltica, mejoran las propiedades mecánicas, acrecienta su estabilidad y mantienen el flujo y vacíos (Burgos & Rodríguez, 2022).

En el estudio llevado a cabo por Tapia (2022), se investigó el uso de caucho reciclado para crear una carpeta asfáltica sustentable en una vía de tercer orden. Los resultados revelaron que este proyecto tiene un impacto claro en la reducción de la contaminación ambiental causada por los gases de efecto invernadero generados a partir de la quema indiscriminada de este desecho. Además, se determinó que la incorporación de caucho reciclado en porcentajes mínimos es totalmente factible para el proyecto.

En resumen, el estudio demuestra que el uso de caucho reciclado en la carpeta

asfáltica es una solución viable que contribuye de manera significativa a la reducción de la contaminación ambiental y los efectos negativos asociados a la quema de caucho.

Según la investigación realizada por Quiroga y Maquera (2019) sobre el desempeño térmico, se examinó el uso de caucho y poliestireno como materiales alternativos en acabados y juntas de muros de albañilería. Los resultados revelaron que al utilizar grandes cantidades, como el treinta por ciento de caucho en el mortero para tarrajeo, se obtiene un buen desempeño térmico y aislante acústico, lo que hace recomendable su uso en esta aplicación.

Sin embargo, no se recomienda utilizar el caucho en cantidades significativas en las juntas de los muros, ya que esto puede reducir la resistencia axial en comparación con el uso de mortero tradicional. Por lo tanto, es importante tener en cuenta esta limitación al considerar la cantidad de caucho a emplear en las juntas de los muros de albañilería.

En un estudio realizado por Pacheco (2021) con el objetivo de establecer una planta de producción de tejados de caucho, se llegó a la conclusión de que el proyecto sería altamente rentable. Esto se debe a la larga durabilidad del material de caucho y su fácil instalación en comparación con las tejas tradicionales, las cuales requieren una gran cantidad de accesorios adicionales. La instalación de tejados de caucho resulta más económica en comparación con las tejas convencionales.

Además, se llevó a cabo un estudio social en el cual la población mostró una aceptación total de esta iniciativa y brindó su apoyo a la idea debido a la contribución que supone para el medio ambiente.

Aun falta bastante para aprovechar todos los residuos del sector, siendo estos fuente de energía aprovechable (Steve, 2012). Finalmente, según el American Concrete Institute (ACI, 2016) muchos trabajos de estudio han estado conexos con el uso del caucho

reciclado como remplazo de los agregados del concreto.

2.2.7. Comportamiento del concreto al sustituir agregado fino por caucho granulado

Según Velásquez (2022), se llevaron a cabo cuatro diferentes composiciones de mezclas para un pavimento rígido de concreto convencional, sin la adición de caucho granulado reciclado, y tres proporciones distintas, que consistían en un 3%, 6% y 9% de caucho reciclado en relación al volumen del agregado fino. Los resultados indicaron que, después de 28 días, la mejor opción fue la incorporación de un 3% de caucho reciclado, en comparación con las demás composiciones. En este caso, se observó un aumento del 4.29% en la resistencia a la compresión y un incremento del 9.28% en la resistencia a la flexión. Además, se determinó que es viable utilizar un 3% de caucho granulado, ya que no afecta negativamente las características del concreto y contribuye a reducir el impacto ambiental causado por estos materiales.

Peñaloza y Moreno (2015) realizaron pruebas comparativas entre dos tipos de mezclas de concreto: una que sustituyó el 10% de arena por caucho granulado y otra que sustituyó el 30%. El objetivo fue evaluar su comportamiento mecánico. Los resultados mostraron que la mezcla que sustituyó el 10% de agregado fino alcanzó una resistencia de diseño de 21 MPa a los 28 días, con una diferencia de resistencia inferior al 3% en comparación con el concreto convencional. Por lo tanto, el uso de caucho granulado en mezclas de concreto con un volumen de sustitución del 10% es factible. Sin embargo, se necesitan estudios adicionales para evaluar su comportamiento en términos de tracción y flexión.

En contraste, la mezcla que sustituyó el 30% de agregado fino con caucho granulado no cumplió con los requisitos de resistencia a la compresión establecidos. Por lo tanto, no se recomienda realizar sustituciones iguales o superiores al 30% de caucho granulado en la mezcla.

2.2.8. *Propiedades de la albañilería en bloques de concreto y criterios de falla*

Debido a la naturaleza de la albañilería, las teorías de falla hechas para materiales isotrópicos no son aplicables, ya que se derivan del supuesto de un estado de tensión constante. En estructuras reales, la condición de carga crítica suele corresponder a la fuerza resultante (Gallegos & Casabonne, 2005).

Este contexto lleva a derivar el modo de falla a partir del análisis de todos los probables modos de falla, seleccionando el modo que ofrece la menor firmeza como modo crítico (Gallegos & Casabonne, 2005).

Para derivar estas disímiles fallas y sus resistencias, los criterios usados deben estar respaldados por las teorías de falla existente, especialmente aquellas relevantes para los materiales compuestos (Gallegos & Casabonne, 2005).

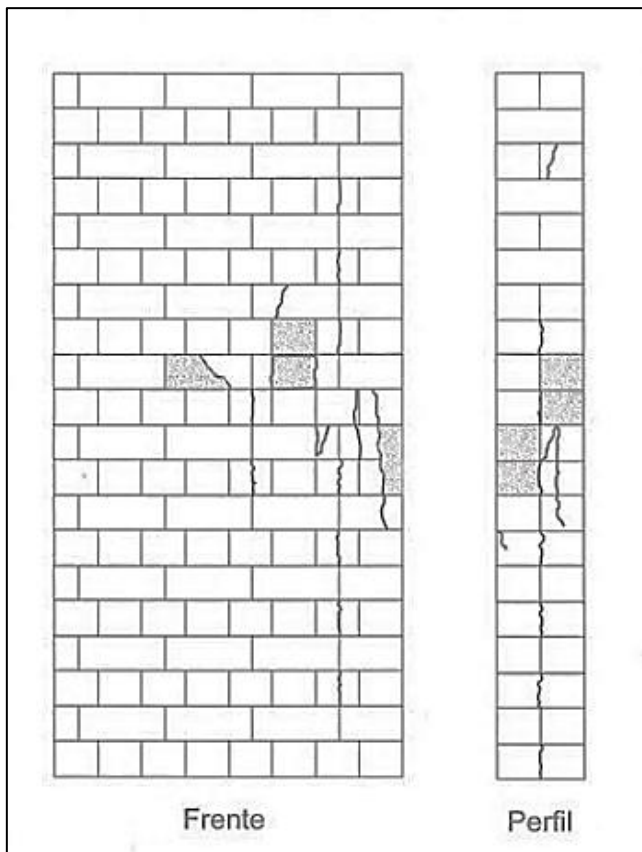
El desarrollo de criterios de falla realistas, especialmente para cargas coplanares, debe considerar posibles modos de falla en tensión y cortante a lo largo de las juntas verticales horizontales. Además, también se debe considerar la influencia de la fuerza de tracción lateral producida por la discrepancia en las propiedades elásticas de los materiales componentes. En general, la representación cuantitativa de la falla en mampostería no puede basarse en un solo criterio general, sino en las diversas formas en que se presenta en los materiales compuestos (Gallegos & Casabonne, 2005).

2.2.8.1. *Correlación entre prismas y muros reales elaborados con el mismo material*

En una pared real, las unidades se colocan con amarre. Mucha mayor altura y esbeltez que, los prismas. No obstante, si no ha ocurrido una falla previa, el modo de falla del muro es similar al de un prisma (ver Figura 1) debido a inestabilidad elástica o excentricidad de carga (Gallegos & Casabonne, 2005).

Figura 1

Agrietamientos de un Muro Sometidos a Carga de Compresión Axial



Nota: (Gallegos & Casabonne, 2005)

Según Gallegos & Casabonne (2005) esto significa que se producen grietas transversales de tracción en la pared. Los ensayos sobre un muro a escala real demostraron que, debido a la ausencia de reposacabezas y sujeción, la resistencia del muro equivalía al 70% de la de un prisma del mismo material.

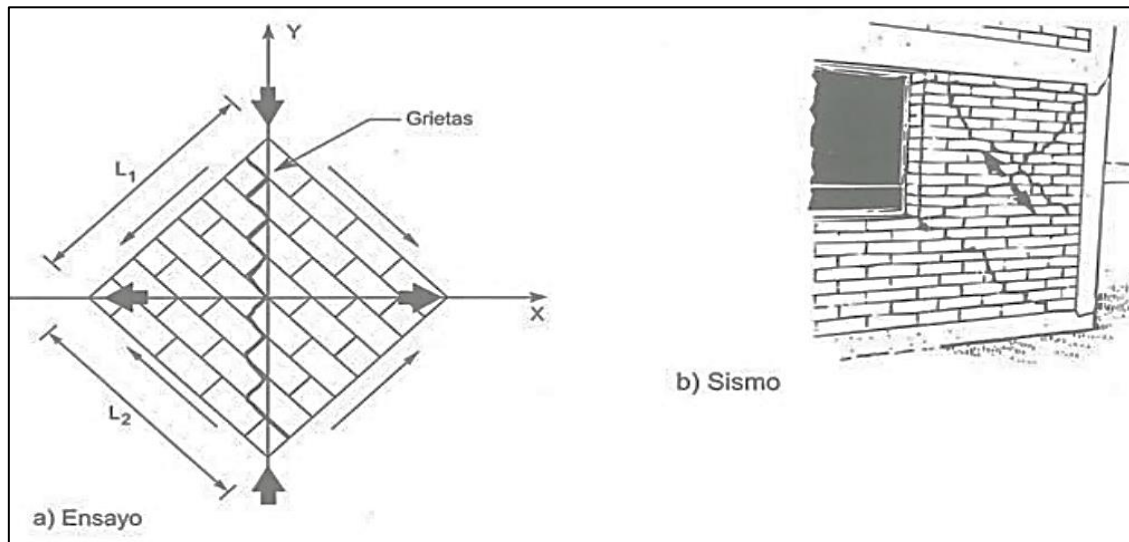
2.2.8.2. Ensayo de corte (tracción diagonal) en muretes

Según Gallegos & Casabonne (2005) probablemente la prueba más utilizada para conocer la resistencia al corte diagonal. Por supuesto, debido a que el modo de falla de la prueba es similar al modo de falla de algunos muros de edificios bajo la acción de un terremoto (ver Figura 2), muchos investigadores piensan que es una prueba representativa ideal, pero de hecho la condición marginal lo es, porque el general Para mí, hay una

diferencia completa entre el ensayo y la realidad. El valor de esta prueba es una forma simple y práctica de evaluar la resistencia al corte y la resistencia diagonal de disímiles mamposterías.

Figura 2

Aproximación de Falla del (a) Ensayo de Corte y en (b) un Sismo



Nota: (Gallegos & Casabonne, 2005)

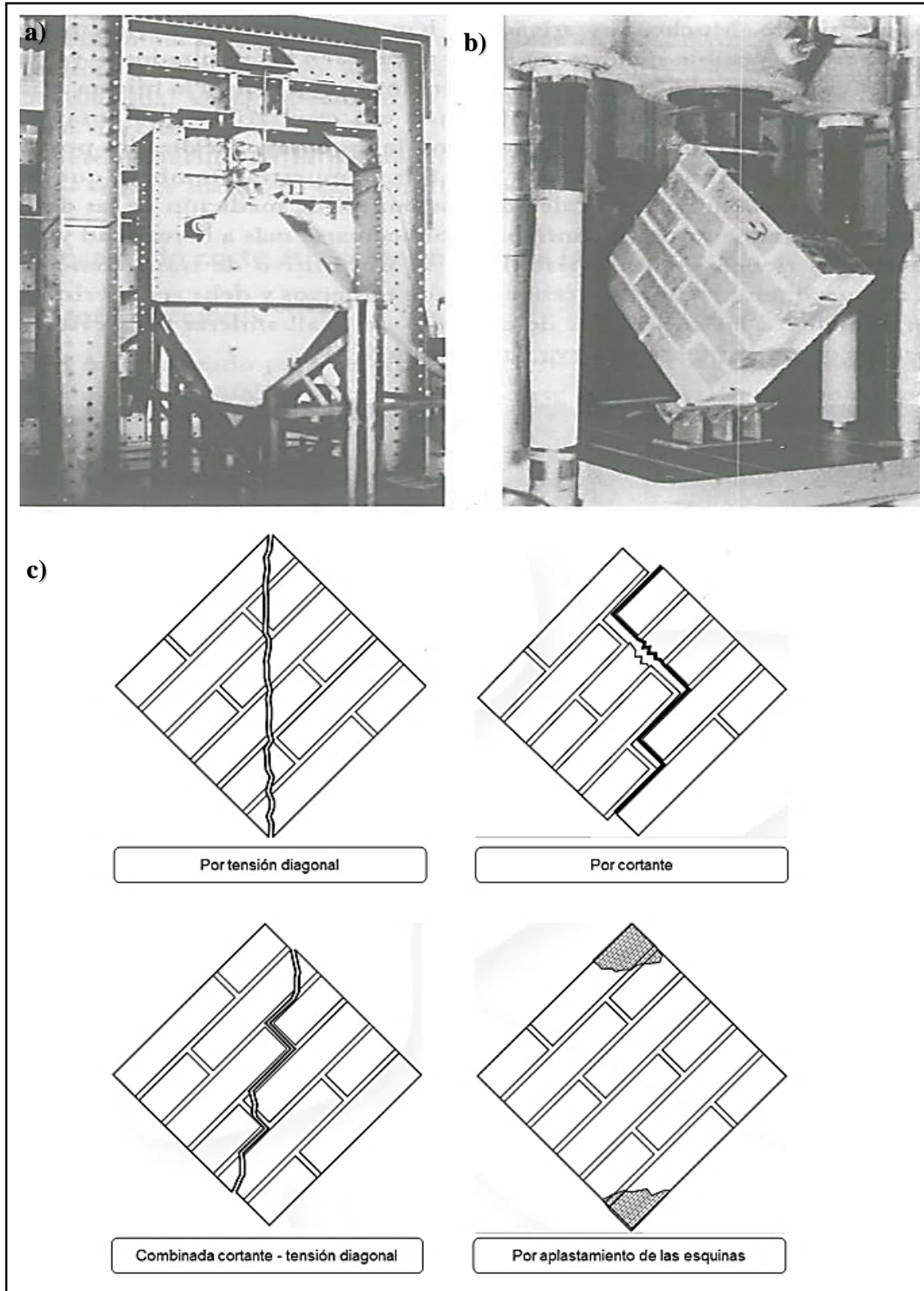
2.2.8.3. Formas de falla producidas por corte (tracción diagonal) en muretes

Cuando la presión no se aplica perpendicularmente a la junta, la prueba se realiza aplicando la carga de compresión al muro (ver Figura 3), aumentando a un ritmo controlado hasta la falla.

Figura 3

Muretes Para el Ensayo de Corte: a) Testigo Pequeño Alrededor de 60 X 60 cm; b)

Testigo Estándar Alrededor de 120 X 120 cm. c) Formas de Falla



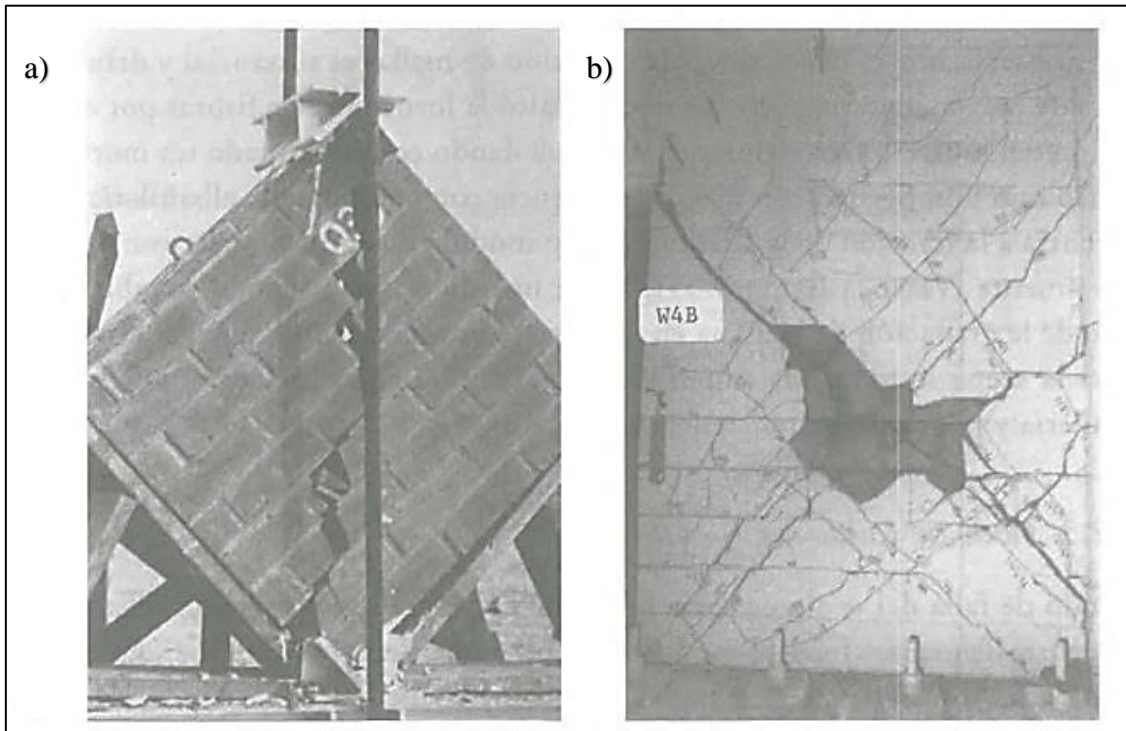
Nota: (Gallegos & Casabonne, 2005)

2.2.8.4. Características del modo de falla presente en muretes

En general, cuando no hay o hay poca precarga, la falla ocurre después de las juntas verticales horizontales (ver Figura 4), en un ángulo de aproximadamente 45° con respecto al curso. Cuando se aplica precompresión, las grietas atraviesan el elemento y ángulo de falla depende de su tamaño. Lo que, conducen a un fallo determinado, que se produce cuando la tracción es máxima (Gallegos & Casabonne, 2005).

Figura 4

Ensayo de Corte. a) Unidades Sólidas: Falla en Tracción Diagonal. b) Unidades Huecas: Falla por Compresión Diagonal



Nota: (Gallegos & Casabonne, 2005)

2.2.8.5. Teoría de falla en muretes elaborados con bloques de concreto

La predicción de la resistencia al corte de especímenes sometidos a corte diagonal depende de la solución del problema elástico bidimensional para materiales heterogéneos. No obstante, si se reconocen las restricciones de las teorías de falla adaptables a materiales

isotrópicos, cuando las muestras fallan en las juntas, estas teorías convencionales se pueden usar para una evaluación cualitativa y comparativa. Blume confía en el supuesto que el material es homogéneo (Gallegos & Casabonne, 2005).

Blume argumenta que, para la (Figura 2), la del inicio que muestra falla y en muro por sismo real, sin presiones normales a la junta, se dan en el centro del panel, y son:

$$\text{Tracción} \quad \sigma_1 = \sigma_2 = 0.519 P/bL \quad (1)$$

$$\text{Compresión} \quad \sigma_{II} = \sigma_y = 1.683 P/bL \quad (2)$$

$$\text{Corte} \quad \tau_{max} = 1.101 P/bL \quad (3)$$

Al aplicar fuerzas de compresión de borde (ver Figura 4) los esfuerzos en el centro del panel, para un módulo de Poisson cero, son:

$$\sigma_x = 0.519 PbL - \sigma_c/2 \quad (4)$$

$$\sigma_y = 1.683 PbL - \sigma_c/2 \quad (5)$$

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{1}{2} \sqrt{[4,849(P/bL)^2 + \sigma_c^2]} \quad (6)$$

Los esfuerzos de las fórmulas antecesoras no son los primordiales. Estos ocurren a un ángulo N con relación al eje X dado por la fórmula:

$$\emptyset = \frac{1}{2} \arctan \left(\frac{\sigma_c}{2,202 P} \right) \quad (7)$$

y los esfuerzos principales son:

$$\sigma_I = -0.582 \frac{P}{bL} - \frac{\sigma_c}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{[4.849(P/bL)^2 + \sigma_c^2]} \quad (8)$$

$$\sigma_{II} = -0.582 \frac{P}{bL} - \frac{\sigma_c}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{[4.849(P/bL)^2 + \sigma_c^2]} \quad (9)$$

Blume investigó el módulo de Poisson de la albañilería (0.10 y 0.25), verificando que, su efecto era < 1 % por lo que, puede ser ignorado (Gallegos & Casabonne, 2005).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Neumático

Compuesto principalmente de caucho de copolímero de estireno-butadieno (SBR) con 25 % de estireno en peso, o una mezcla de caucho natural y SBR. El negro de humo se produce por partículas de carbono muy pequeñas, que aumentan la tenacidad y firmeza a tracción, torsión y la abrasión. Del mismo modo, las fibras de refuerzo, generalmente en hilos, para dar resistencia a los neumáticos: algodón, nailon y poliéster. Pero, el contenido de acero y fibras de refuerzo en los neumáticos cambia según el fabricante (Almeida, 2011).

Reciclaje de neumático

Para Piñheiro (2015) reciclar los NFU es necesario y primordial para evitar el deterioro del entorno (p. 58). La producción masiva de neumáticos y la dificultad de su desaparición una vez utilizados constituyen últimamente una contrariedad ambiental a nivel mundial. Como resultado, cada vez es más común encontrar llantas de desecho en varios vertederos. El depósito en vertedero provoca problemas de estabilidad debido a que los NFU sufren degradación parcial con el tiempo causando problemas (Steve, 2012).

Proceso de reciclaje de neumáticos

Según Steve (2012) el correcto proceso de reciclaje de llantas se realiza de la siguiente manera:

Cortado: Los neumáticos de vehículos automotores se trituran a tamaños aceptables en el área de trituración principal.

Zona de trituración primaria: Las virutas de neumáticos se desmenuzan. Esta máquina única convierte las virutas en una variedad de polvos finos y gránulos de forma económica y sin dañar el medio ambiente.

Granulación: Las partículas gruesas de caucho se introducen en el granulador.

Trituración secundaria: La prensa funciona a velocidades más altas, lo que reduce en gran medida la medida del caucho flexible. En la parte, todas las fibras restantes se separan.

Cribado y limpieza: A lo largo del proceso, los gránulos de caucho se zarandean y catalogan en disímiles medidas, listos para la operación de manufactura o almacenados en silos. Esto avala un producto final de alta calidad.

2.3.2. *El caucho*

2.3.2.1. Definición

Según Botasso et al (2008) definen al caucho como material natural sintético producto de reacciones químicas, fabricado por el hombre, con particularidades, como la elasticidad (tiene un elastómero), impermeabilidad, y resistencia eléctrica.

Actualmente, el caucho se utiliza para desarrollar cientos de productos como neumáticos, impermeabilizantes, juntas, aislantes y más. El manejo de este material es muy importante debido a sus excelentes cualidades como elasticidad, durabilidad y resistencia a sustancias ácidas y alcalinas (Enfedaque, 2008).

2.3.2.2. Caucho granulado

Conocido como caucho desmenuzado, finito asfáltico, se encuentra en neumáticos reciclados de vehículos de motor. Durante el reciclaje de neumáticos, se eliminan todos los materiales que no son de goma, como hebras. El caucho residual restante se merma a dimensiones manipulables, generalmente utilizando una trituradora mecánica (Flexicon, 2015).

Propiedades del caucho granulado

Según Magallanes y Guillen (2014) se determinó las siguientes de la tabla 1:

Tabla 1

Rasgos Químico Físicos del Caucho Granulado

Características		Caucho Granulado				
Forma, color, olor		Granular o polvo (0.2 a 0.6 mm), negro, caucho				
Densidad / Peso específico (gr/cm ³)		0.40 – 0.50/ 1.15 – 1.27				
Humedad (%)		<0.75				
Punto de combustión (°C)		300 – 450				
Extracto cetónico (%)	cenizas (%)	Polímeros (%)	Negro de Humo (%)	Caucho natural (%)	Hidrocarburo de caucho (%)	Azufre (%)
5-22	7-11	70/30-60/40	26-38	10-35	57-58	1-7

Nota: Magallanes y Guillen (2014)

2.3.3. Agregados

2.3.3.1. Definición

Según la NTP 339.128, el agregado es “un conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial, cuyo tamaño está dentro de los límites de la NTP 400.011”.

Toda la materia prima que, por su firmeza, no perturba ni afecta desfavorablemente a la mezcla de concreto (Rivera, 2016).

2.3.3.2. Clasificación de los agregados según Rivva:

a) Por su origen

Naturales: están formados por procesos geológicos, selectos y procesados para optimar su uso en el concreto.

Artificiales: proceden de la transformación de materias naturales, proporcionando materiales secundarios que, pueden utilizarse para producir hormigón después de un procesamiento adicional.

b) Clasificación Por Su Tamaño

Fino: Es aquel que, no supera el tamiz N° 200 pero pasa el tamiz N° 4 en hasta el 95%.

Grueso: Material retenido en la malla N° 4.

2.3.3.3. Propiedades físicas de los agregados

a) Granulometría

Diámetro de partícula del agregado determinado por tamizado (NTP 400.012)

b) Curva Granulométrica

Representación en escala logarítmica (gráfica) de las partículas que, componen un agregado (Pasquel, 1998, p. 75)

c) Módulo de Finura

Este es un factor que determina la finura o espesor del agregado. Se define como la centésima parte de la suma de los porcentajes de retención acumulados del tamiz 100 al 8 (Pasquel, 1998, p. 76).

d) Densidad

En la masa del agregado, se distinguen los poros permeables saturables o insaturados y los vacíos; según ello hay, densidad: (Pasquel, 1998)

Real: La masa media por unidad de volumen de partículas de agregado, sin sus poros saturados e insaturados, permeables o impermeables.

Nominal: La masa media de partículas de agregado por unidad de volumen, excluyendo solo poros saturables o permeables.

Aparente: La masa media del volumen del agregado, incluidos los poros saturados o no saturados permeables e impermeables (volumen absoluto o aparente).

e) Absorción y humedad

La capacidad del agregado para cubrir los vacíos internos de una partícula con agua; este fenómeno se produce por acción capilar e indica que los poros no están

completamente llenos porque siempre hay aire atrapado; mientras que, la humedad es el volumen de agua del agregado, expresado en peso seco.

2.3.4. Cemento

2.3.4.1. Definición

Material aglomerante adhesivo y cohesivo que permite compactar todo con suficiente resistencia y durabilidad. Tiene la característica de fraguar y endurecerse con el agua porque sufre una reacción química con el agua llamada hidratación (Pasquel, 1998).

2.3.4.2. Tipos de cemento según ASTM

- Tipo I. Para cualquier uso que, no requiera propiedades especiales.
- Tipo I A. Para los mismos usos que, el tipo I, pero con aire incorporado.
- Tipo II. Para construcciones que, requieren resistencia moderada a sulfatos.
- Tipo III. Para alta firmeza anticipada.
- Tipo III A. Para resistencia moderada a sulfatos, con incorporación de aire.
- Tipo IV. Para usar cuando se desea un bajo calor de hidratación.
- Tipo V. Para usar cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

2.3.5. Agua

El agua permite que, la mezcla sea trabajable. La cuantía de agua requerida por el cemento es del orden del 25% al 30% de la masa del cemento, pero si se llega a esta cantidad no se puede controlar la mezcla, para que la mezcla sea trabajable, la cantidad mínima de agua requerida es del 40% de la masa del cemento, por lo que, según las reglas prácticas anteriores, se debe agregar una cantidad mínima de agua a la mezcla, pero tenga en cuenta que el mortero u hormigón queden trabajables (Rivera, 2016).

2.3.6. Bloques de concreto

2.3.6.1. Definición

Los bloques se conocen como unidades que requieren dos manos para ser manejados debido a su tamaño y peso. Según la norma peruana de albañilería E.070, un bloque de hormigón es una unidad de mampostería cuya sección transversal presenta una superficie de asiento inferior al 70% del área total en el mismo plano (MVCS, 2006).

2.3.6.2. Generalidades

Están disponibles en huecos y sólidos. El encofrado de los bloques del hormigón se realiza íntegramente mediante encofrado asistido por presión o vibración; de color gris. La particularidad de la producción de bloques de hormigón es que la mezcla se puede escalar para aumentar la resistencia (Gallegos & Casabonne, 2005).

2.3.6.3. Materia prima

Bloques y ladrillos de hormigón están fabricados casi en su totalidad con cemento Portland, áridos clasificados y agua. Según los requerimientos, la mezcla también puede contener otros ingredientes. Se fabrican en pesos normales y livianos, dependiendo de la densidad del agregado utilizado en la fabricación. La Tabla 2 muestra los agregados y el rango de densidades de los bloques producidos a partir de ellos. Todo esto se consigue con la correcta granulometría del árido, pero para que, el bloque resista se debe controlar también, la densidad y compactación (ver Figura 5).

Tabla 2

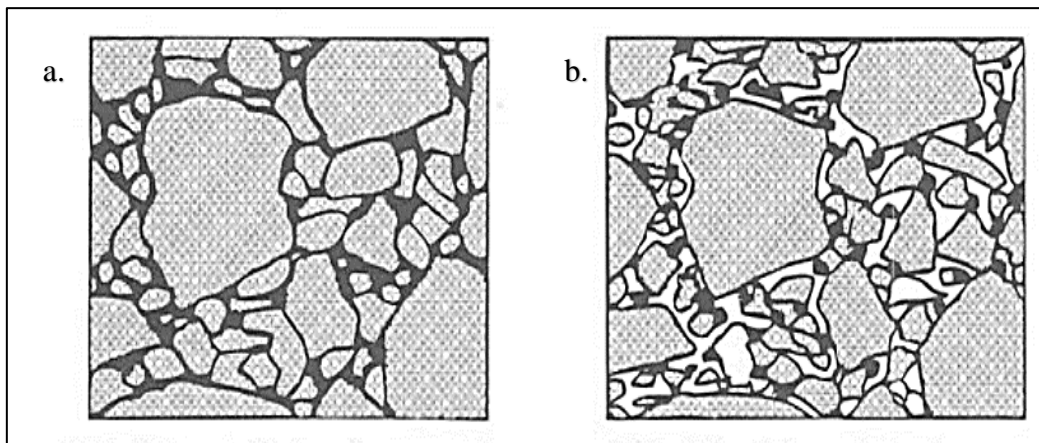
Densidades de Bloques de Concreto Producidos con Diferentes Agregados

Agregado	Arena y piedra	Escorias	Arcilla expandidas	Piedra pómez	Concreto celular
Densidad (kg/m ³)	2000-2350	1600-2200	1200-1500	950-1300	400-700

Nota: (Gallegos & Casabonne, 2005).

Figura 5

Estructura del Concreto en los Bloques



Nota: a) Ideal, b) Deficiente (Gallegos & Casabonne, 2005).

La Tabla 3 provee tamaños de partículas adecuados para los agregados. La textura abierta del agregado debidamente preparado es mayor a las texturas del agregado para concreto convencional porque proporciona una mayor adherencia del mortero y porque tiene menor capilaridad, evitando la humedad (Gallegos & Casabonne, 2005).

Tabla 3

Granulometría de los Agregados Para Bloques

Textura	% que pasa por cada Tamiz (N°)						
	3/8	4	8	16	30	50	100
Fina	100	79	64	49	34	18	6
Media	100	75	60	45	30	15	5
Gruesa	100	70	50	33	19	9	2

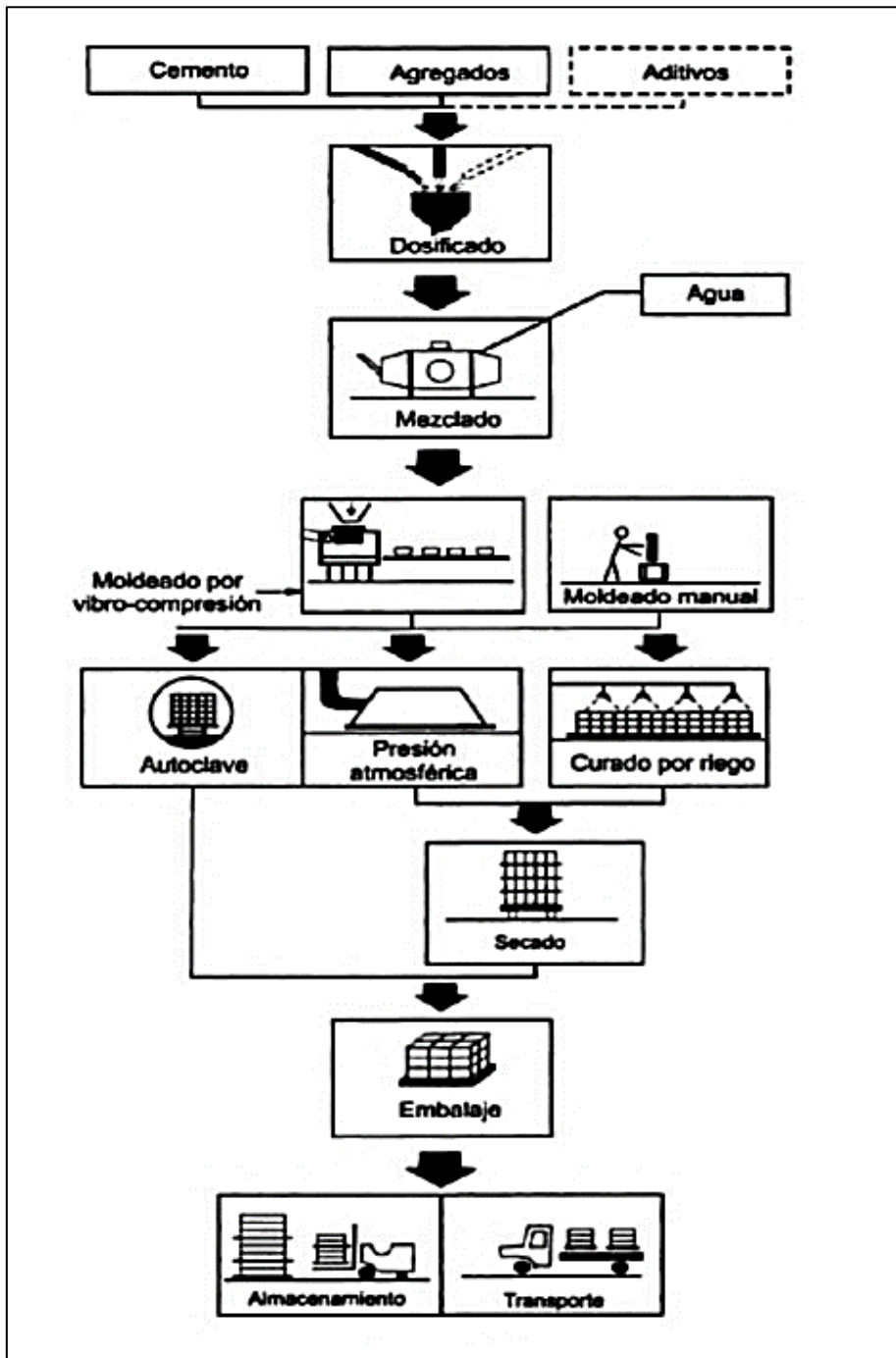
Nota: (Gallegos & Casabonne, 2005).

2.3.6.4. Fabricación

En la figura 6 se puede observar, gráficamente, el proceso de producción de bloques.

Figura 6

Fabricación de Bloques de Concreto



Nota: (Gallegos & Casabonne, 2005).

2.3.6.5. Propiedades generales de las unidades de albañilería

En la tabla 4 se muestran las características de la unidad en cuanto a materia prima y proceso de producción.

Tabla 4

Propiedades de las Unidades de Albañilería

Propiedad	Arcilla		Sílice-cal	Concreto	
	1	2		1*	2**
Resistencia (MPa)	2 - 6	6 - 100	14 - 30	2 - 6	6 - 28
Estabilidad volumétrica (%)	Expansión 0.00 – 0.015	Expansión 0.00 – 0.015	Contracción 0.01- 0.035	Contracción severa 0.05- 0.10	Contracción 0.02- 0.05
Densidad (kg/m³)	1400 - 1700	1600-1900	1700-2000	1600-1800	500-2300
Variabilidad dimensional (+-%)	Grande 5- 8	Media Reducida 1- 3	Media Reducida 1 - 3	Grande 5 - 8	Media reducida 3 - 5
Succión (gramos)	Muy Elevada + 60	Elevada a Correcta 5 - 40	Correcta 10 - 30	Correcta 10 - 30	Correcta 10 -30
Características para asentado	Mala	Buena	Buena	Mala	Buena
Absorción máxima (%)	Alta 15 - 30	Media a reducida 1 -20	Media 7 - 16	Mala 10 - 18	Media 8 - 12
Riesgo de eflorescencia	Grande	Grande	Nulo	Escaso	Escaso
Durabilidad	Mala	Buena a excelente	Muy buena	Mala	Buena a Muy buena
Resistencia al fuego	Moderada	Muy buena	Buena	Moderada	Buena
Expansión Térmica (x 10⁻⁶/°C)	5 - 8	4 - 6	8 - 14	10 - 12	10

* artesanales

** industriales

Nota: (Gallegos & Casabonne, 2005).

2.3.6.6. Clasificación para fines estructurales

Para el uso de unidades con fin estructural deben cumplir con la tabla 5 (MVCS, 2006).

Tabla 5

Requisitos de la Unidad de Albañilería para Estructuras

Clase	Variación de dimensiones (hasta)			Alabeo (máx. en mm)	Resistencia a compresión f' b mín. en Mpa (Kg/cm ²)	
	(máximo %) ±					
	100 mm	150 mm	150 mm			
Ladrillo	I	8	6	4	10	4.9 (50)
	II	7	6	4	8	6.9 (70)
	III	5	4	3	6	9.3 (95)
	IV	4	3	2	4	12.7 (130)
	V	3	2	1	2	17.6 (180)
Bloque	P (1)	4	3	2	4	4.9 (50)
	NP (2)	7	6	4	8	2.0 (20)

(1) Para muros portantes

(2) Para muros no portantes

Nota: Norma Técnica Peruana E. 070 (MVCS, 2006)

2.3.6.7. Aceptación de la unidad

Para aceptar una unidad de acuerdo con la norma E.070, se considerarán los factores:

- Si una muestra presenta una desviación en los resultados (coeficiente de variación) de más del 20% y 40% para unidades industriales o manuales, se debe ensayar otra muestra (MVCS, 2006).
- La absorción de los bloques clase P no deben exceder el 12% (MVCS, 2006).
- El espesor mínimo de los laterales a las superficies de asiento es de 25 y 12 mm para clase P y NP (MVCS, 2006).
- Las unidades deben estar libres de materias extrañas sobre o dentro de ellas.
- Las unidades estarán libres de grietas, roturas, fisuras, u otros defectos que reduzcan su durabilidad (MVCS, 2006).
- Unidades sin manchas blancas ni textura de sal u otras fuentes (MVCS, 2006).

2.3.7. Requisitos de Albañilería

Para albañilería se debe cumplir con los datos de la Tabla 6 (MVCS, 2006).

Tabla 6

Resistencias Requeridas en Albañilería

Material	Designación	Mpa (kg/cm ²)	
		Pilas f _m	Muretes v _m
Arcilla	K.K. Artesanal	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	K.K. Industrial	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Sílice - cal	K.K. Normal	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano (*)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto	Bloque Tipo P	7.3 (74)	0.8 (8.6)
		8.3 (85)	0.9 (9.2)
		9.3 (95)	1.0 (9.7)
		11.8 (120)	1.1 (10.9)

Nota: Norma Técnica Peruana E. 070 (MVCS, 2006)

La esbeltez y elevación de los prismas depende de si la mampostería es de ladrillo o block. En el caso de prismas de bloque, la delgadez larga estará entre 1.3 y 5, y la altura no deberá ser inferior a 30 cm. En ambos casos, debe haber al menos una unión además de la limitación de la cabeza del probador. Los investigadores recomiendan una esbeltez de 4 para mermar las incidencias de las restricciones finales. El factor de corrección delgado es diferente del factor de corrección estándar, generalmente 2, y algunos estándares 5. Generalmente se realiza a los 28 días (Gallegos & Casabonne, 2005).

Tabla 7

Factor de Corrección de la Esbeltez (C)

Prisma h/b	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor de corrección C según UBC 1997	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	-	1.22
Factor de corrección C según Norma Peruana NTE-070			0.73	0.80	0.91	0.85	0.98	1.00

Nota: (Gallegos & Casabonne, 2005)

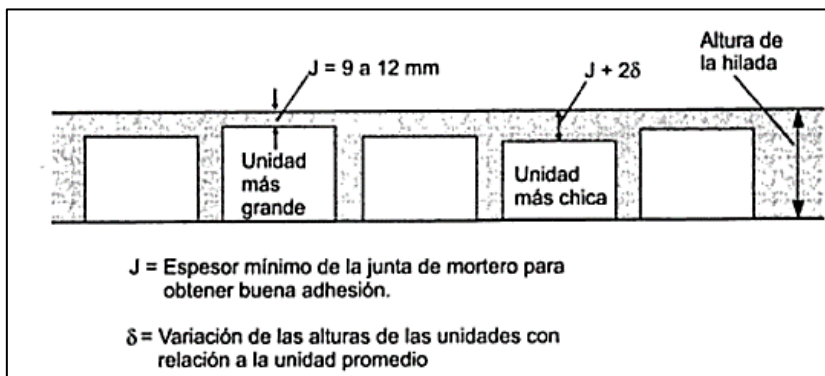
2.3.8. Ensayos para determinar de las propiedades físicas del bloque

2.3.8.1. Variación dimensional

Según Gallegos & Casabonne (2005) representa el cambio entre las dimensiones dadas por el fabricante y de la unidad generalmente siendo el estándar la medida en altura más del necesario para la unión (ver Figura 7), es decir, de 9 a 12 mm, lo que resulta en una reducción de la firmeza a compresión.

Figura 7

Variación de las Alturas de las Unidades



Nota: (Gallegos & Casabonne, 2005)

Ensayo

- **Aparatos:**

Regla con graduaciones de 1.0 mm. Vernier (calibradores) con una escala de 0.4 mm y mordazas (NTP. 399.604, 2002).

- **Especímenes:**

El ancho, alto, largo y espesor mínimo se medirán en tres unidades totales (NTP. 399.604, 2002).

- **Procedimiento:**

Se mide el ancho, elevación y la longitud media de cada cara de la unidad. Deben medirse en la parte más delgada sobre el nivel del lecho de mortero y en la división más

cercana de una regla o calibre. Cuando los espesores de las partes más delgadas de las paredes laterales opuestas difieren en al menos 3.0 mm, sus medidas se promedian. No se tienen en cuenta las ranuras de la correa, las juntas ciegas y detalles de medición similares (NTP. 399.604, 2002).

- **Expresión de resultados:**

Según la NTP.399.604.2002 la variabilidad dimensional se calcula por:

$$\%V = \frac{DN-PP}{DN} X 100 \quad (10)$$

Donde: % V: Variación dimensional en porcentaje, **DN:** Extensión nominal, **PP:** Extensión media.

2.3.8.2. Alabeo:

El efecto es similar a lo explicado en la variación dimensional, se miden la concavidad y convexidad.

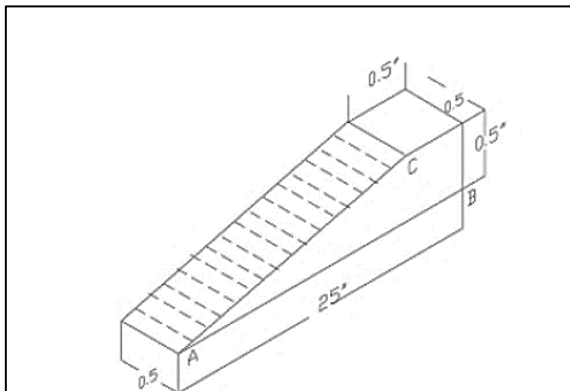
Ensayo

- **Aparatos:**

Cuña, ver figura 8.

Figura 8

Cuña Para Alabeo



Nota: NTP. 399.613, 2005

- **Especímenes:**

Se usa 10 bloques como muestra. Las muestras se ensayarán al recibirlas, sólo se eliminará con un cepillo el polvo (NTP. 399.613, 2005).

- **Procedimiento: (NTP. 399.613, 2005)**

Superficies cóncavas: medir, quitando la posición de desviación con respecto a la línea recta. Mida esta distancia con una precisión de 1 mm usando una regla o cuña de acero y regístrela.

Bordes cóncavos: Si la distorsión a medir es unilateral y cóncava, coloque la varilla del lado recto entre el lado cóncavo a medir. Mida esta distancia con una precisión de 1 mm y regístrela.

Superficies convexas: Cuando se coloca la muestra, la superficie convexa está en empalme con el plano y la distancia entre la esquina y la superficie plana es aproximadamente igual. Con una cuña, mida cada una de las 4 esquinas hasta 1 mm del plano.

Bordes convexos: Cuando la deformación a medir sea una deformación moleteada, coloque la varilla de borde recto entre los dos extremos del borde moleteado. Seleccione la distancia máxima desde el borde de la muestra hasta la barra. Mida esta distancia con una precisión de 1 mm y regístrela (NTP. 399.613, 2005).

2.3.8.3. Absorción

Cuantía de agua que, puede acumular una unidad seca al ser mojada (Gallegos & Casabonne, 2005).

Ensayo

- **Aparatos:**

La báscula tiene una capacidad no inferior a 2 kg. Recipiente de agua que puede sumergir completamente la muestra (NTP. 399.604, 2002).

- **Especímenes:**

Los ensayos se efectuarán en bloques enteros (NTP. 399.604, 2002).

- **Procedimiento:**

Prueba de sumersión de 5 h y 1 día: Secar y ventilar los bloques y pesarlos.

Saturación: Sumergir en parte la muestra en agua limpia a 15.5 - 30 °C durante 1 día. Saque la muestra, limpie la humedad de la superficie con un paño y pese la muestra. Todas las muestras se pesaron dentro de los cinco minutos posteriores a su extracción del agua (NTP. 399.604, 2002).

- **Expresión de resultados:**

$$\text{Absorción}\% = 100 \times (W - W_d) / W_d \quad (11)$$

Donde: Wd: Peso seco del bloque, W: Peso del bloque saturado.

2.3.8.4. Succión

Según Gallegos & Casabonne (2005) la succión medida de la hidrofilia en la superficie de asiento. Define la relación mortero-elemento en la interfaz de contacto, es una de las características fundamentales de la resistencia a la tracción de la mampostería.

Ensayo

- **Aparatos:**

Balanza. Recipiente que, contenga parcialmente los bloques sumergidos (NTP. 399.604, 2002).

- **Especímenes:**

El ensayo se efectuará en bloques enteros (NTP. 399.604, 2002).

- **Procedimiento:**

Se utilizan bloques secados al horno. Después de pesar, coloque el bloque en el

soporte durante un minuto, luego retírela, seque la superficie con un paño y pese (NTP. 399.604, 2002).

- **Expresión de resultados:**

$$Succión = (P_m - P_s) X 200 / A \quad (12)$$

Donde: P_m: Peso del bloque, P_s: Peso seco del bloque.

2.3.9. Ensayos para determinar de las propiedades mecánicas del bloque

2.3.9.1. Resistencia a compresión en unidades

Las propiedades compresivas de los bloques se calculan según la NTP.399.604.2002, siendo la cualidad más utilizada para albañilería. Se calcula sometiendo a la unidad a una fuerza de compresión en la dirección en la que está trabajando en la pared. Durante la prueba, como medida de precaución, la superficie en contacto con el cabezal de la prensa debe nivelarse para garantizar la uniformidad de la fuerza (NTP. 399.604, 2002).

Ensayo

- **Aparatos:**

Máquina de ensayo (NTP. 399.604, 2002).

- **Especímenes de prueba**

De las seis unidades muestreadas, tres se someten a compresión. Después de llegar al laboratorio, almacenar al aire a 24 ± 8 °C (sin apilar y con una distancia no inferior a 13 mm en todos los lados) durante no menos de 2 días (NTP. 399.604, 2002).

Cuando toda la unidad para la prueba de compresión es demasiado grande para el bloque del probador o excede la capacidad de carga del probador, la unidad se corta para adaptarse a la capacidad del probador (NTP. 399.604, 2002).

- **Refrentado de bloques**

Recubrimiento de cemento yeso: Aplicar uniformemente a las superficies de recubrimiento no absorbentes recubiertas con aceite, lechada de cemento - yeso y agua.

- **Procedimiento**

Colocar los bloques con el centroide alineado verticalmente al centro de empuje de la rótula de la máquina de prueba (NTP. 399.604, 2002).

- **Esfuerzo de compresión**

$$\text{Esfuerzo a compresión, } MPa = P_{max} / A_n \quad (13)$$

Donde: P máx = carga máxima, An = área neta del bloque, mm²

2.3.9.2. Resistencia a compresión en prismas

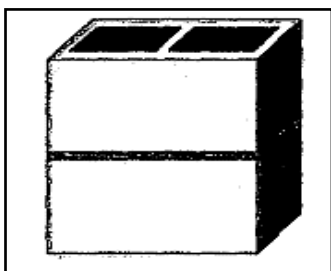
De acuerdo a la NTP.399.605.2003 se establecen procesos para la producción y prueba de mampostería, y se utilizan cálculos para verificar que cumpla con la firmeza a compresión de mampostería, f'm.

- **Construcción de prismas:**

Se construyen los prismas con capas de mortero y unidades representativas de al menos dos unidades de altura con analogía altura/espesor de 1.3 a 1.5 hp/tp (Figuras 9 y 10).

Figura 9

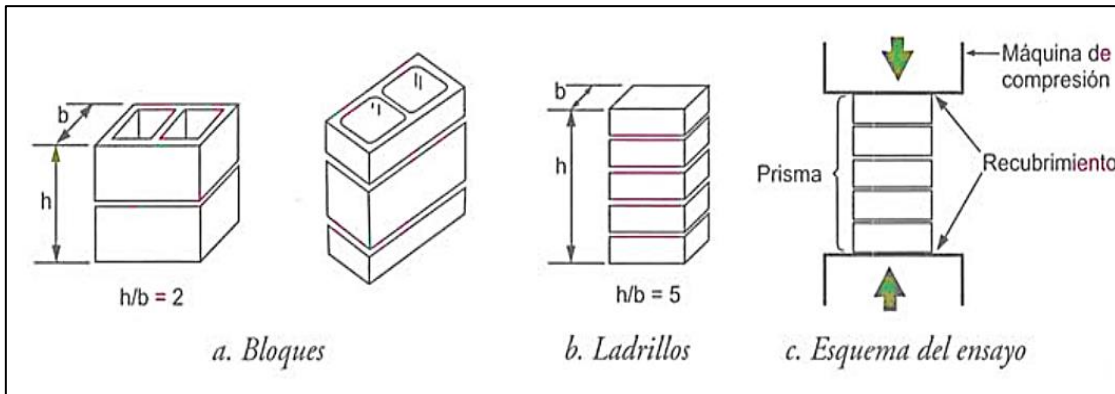
Prisma de Unidad Hueca Formado por dos Unidades



Nota: NTP. 399.605, 2003

Figura 10

Prismas Estándar



Nota: (Gallegos & Casabonne, 2005)

- **Curado:**

Las pilas se almacenan cubiertas por polietileno por 14 días, los siguientes 14 días se mantienen a temperatura ambiente.

- **Transporte:**

Antes de enviar los prismas, cada prisma se sujetará o amarrará para evitar daños durante la manipulación y el envío.

- **Edad de ensayo:**

Los prismas deben almacenarse a no menos de 10°C por 28 días, no obstante, pueden ensayarse a los 14 días, pero no menos; aplicando el factor que se muestra en la Tabla 8 para estimar la resistencia (NTP.399.605, 2003).

Tabla 8

Incremento de f'_m y v_m por Edad

Edad (días)		14	21
Bloques de concreto	Muretes	1.25	1.05
	Pilas	1.10	1.10

Nota: Norma Técnica Peruana E. 070 (MVCS, 2006)

2.3.9.3. Resistencia al corte diagonal en muretes de bloques

Según la NTP.399.621.2004 la resistencia diagonal (cortante) se determina en muros de mampostería de 60 cm x 60 cm.

- **Construcción de muretes:**

Ser construyen muros cuadrados bajos con unidades representativas, con un tamaño mínimo de 60 cm x 60 cm, que contengan al menos dos bloques completos de mampostería por nivel. Las pruebas se realizarán en al menos tres paredes idénticas construidas con la misma mampostería (NTP.399.621.2004).

Mortero: Se deben formar tres cubos de 5 cm × 5 cm. Los cubos se almacenarán en las mismas condiciones que sus parapetos asociados. Serán ensayados según los procedimientos establecidos en la NTP 334.051, mientras que los muros según la NTP.399.621.

- **Curado:**

No se mueven al menos por 7 días, y se almacenan al aire por no menos de 28 días.

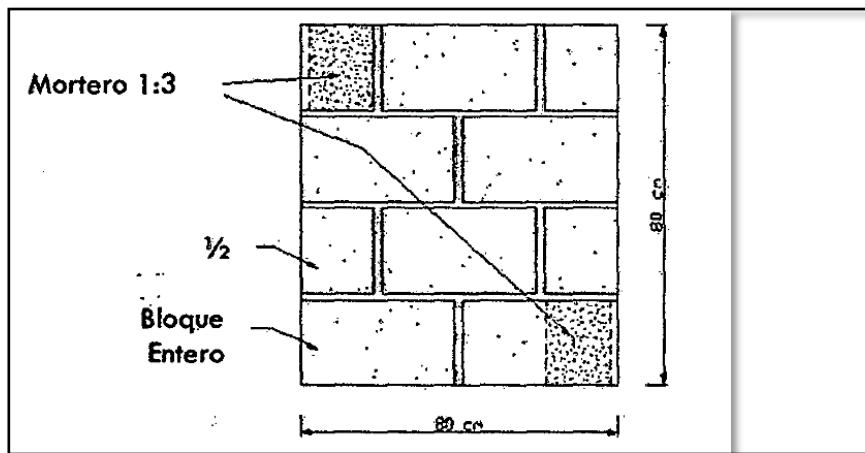
- **Procedimiento:**

Colocación del espécimen:

Coloque la muestra en una posición vertical central sobre el lecho de material de cubierta de yeso, descansando sobre el cuadrado inferior de la carga. En el estudio los muros se construyeron con perforaciones que debían ser rellenadas con mortero de cemento 1:3 y los bloques estaban en contacto con los soportes de carga. El relleno del mortero se efectúa tal como en la Figura 11 (NTP.399.621.2004).

Figura 11

Murete de Ensayo de Bloque de Concreto



Nota: NTP. 399.621, 2004

Colocación del espécimen:

Cuando sea necesario, mida: Usando el compresómetro y el extensómetro, registre la longitud medida; o a través de un sensor de deformación unitario de tipo resistivo (galga extensométrica) de 150 mm, colocado en la orientación de las dos transversales, lo más cerca posible de su confluencia.

Aplicación de carga:

Para pruebas que utilizan instrumentos de deformación, aplique la carga en incrementos apropiados para proporcionar una velocidad compatible (1 ton/min), seleccionando acrecentamientos de modo que se logren al menos 10 lecturas de deformación para formar la curva de tensión-deformación. Las lecturas deben tomarse para una carga lo más cercana posible a la carga última (NTP.399.621.2004).

2.4. Hipótesis

H1: La sustitución óptima de agregado fino por caucho granulado de neumático reciclados en bloques portantes de concreto cumple con los requisitos establecidos en la norma técnica peruana de albañilería E.070.

H0: La sustitución óptima de agregado fino por caucho granulado de neumático reciclados en bloques portantes de concreto no cumple con los requisitos establecidos en la norma técnica peruana de albañilería E.070.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente

Caucho granulado de neumáticos reciclados

Definición conceptual

También conocido como caucho triturado, caucho limitado o caucho para asfalto, se desvía de los neumáticos reciclados de vehículos motorizados (Flexicon, 2015).

Definición operacional

Porcentaje de sustitución (0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%) de árido por caucho granulado de neumáticos reciclados.

2.5.2. Variable dependiente

Bloque Portante de concreto.

Definición conceptual : Unidad que por sus medidas y peso necesitan de las dos manos para su manejo (MVCS, 2006).

Definición operacional

Representa las propiedades que presenta el bloque con sustitución (0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%) de arena por caucho granulado, tanto propiedades físicas, así como propiedades mecánicas: resistencia a la compresión en unidad, en pilas y muretes.

Tabla 9

Matriz de Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Definición operacional	
			Indicadores	Ítem
VI: Caucho granulado de neumáticos reciclados	También conocido como caucho machacado o limitado, procede de los NFU de vehículos motorizados. (Flexicon, 2015)	Porcentaje de remplazo de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados	5%	
			10%	
			15%	%
			20%	
			25%	
VD: Bloque Portante de concreto	Un bloque se llama una unidad de este tipo, debido a su dimensión y peso, se requieren dos manos para manejarlo. (MVCS, 2006)	Propiedades físicas de los agregados	Granulometría	mm
			Módulo de finura	%
			Peso específico	mm
			Absorción	Kg
			Humedad	cm ³
			Peso unitario	%
		Propiedades físico mecánicas del bloque portante	Variación dimensional	mm
			Alabeo	mm
			Absorción	%
			Cont. de humedad	%
			Densidad	gr/cm ³
			Porcentaje de vacíos	%
			Succión	gr/200 cm ² -min
			Resistencia a la compresión simple	Kg/cm ²
			Resistencia en pilas	Kg/cm ²
Resistencia en muretes	Kg/cm ²			

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El tipo es **aplicativo** porque busca conocer y/o solucionar una problemática práctica (Borja, 2016), tal es el caso, en el que, se están elaborando bloques portantes con caucho granulado de NFU.

El enfoque metodológico del estudio es **cuantitativo** en el sentido de que presenta un enfoque sólido para vislumbrar la realidad del estudio por medio de un proceso ordenado que, a menudo utiliza estadística numérica para con precisión establecer el desempeño de la población (Borja, 2016).

Su objetivo es **descriptivo correlacional**, porque el remplazo de la arena por caucho en la elaboración de bloques, se relacionará con la variación de características de las unidades, con el fin de establecer una dosificación adecuada de remplazo. Los medios de obtención de datos son **primarios**, ya que se utilizaron herramientas bibliográficas, libros, tesis, manuales, normas técnicas, entre otros. El contexto donde sucede el estudio es en campo y **laboratorio**.

Tabla 10

Criterios para Tipificar la Investigación

Criterio	Tipo de investigación
Enfoque metodológico	Cuantitativa
Finalidad	Aplicativa
Objetivo	Correlacional
Control de diseño de la prueba	No experimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Nota de Datos	Primaria
Contexto	Laboratorio

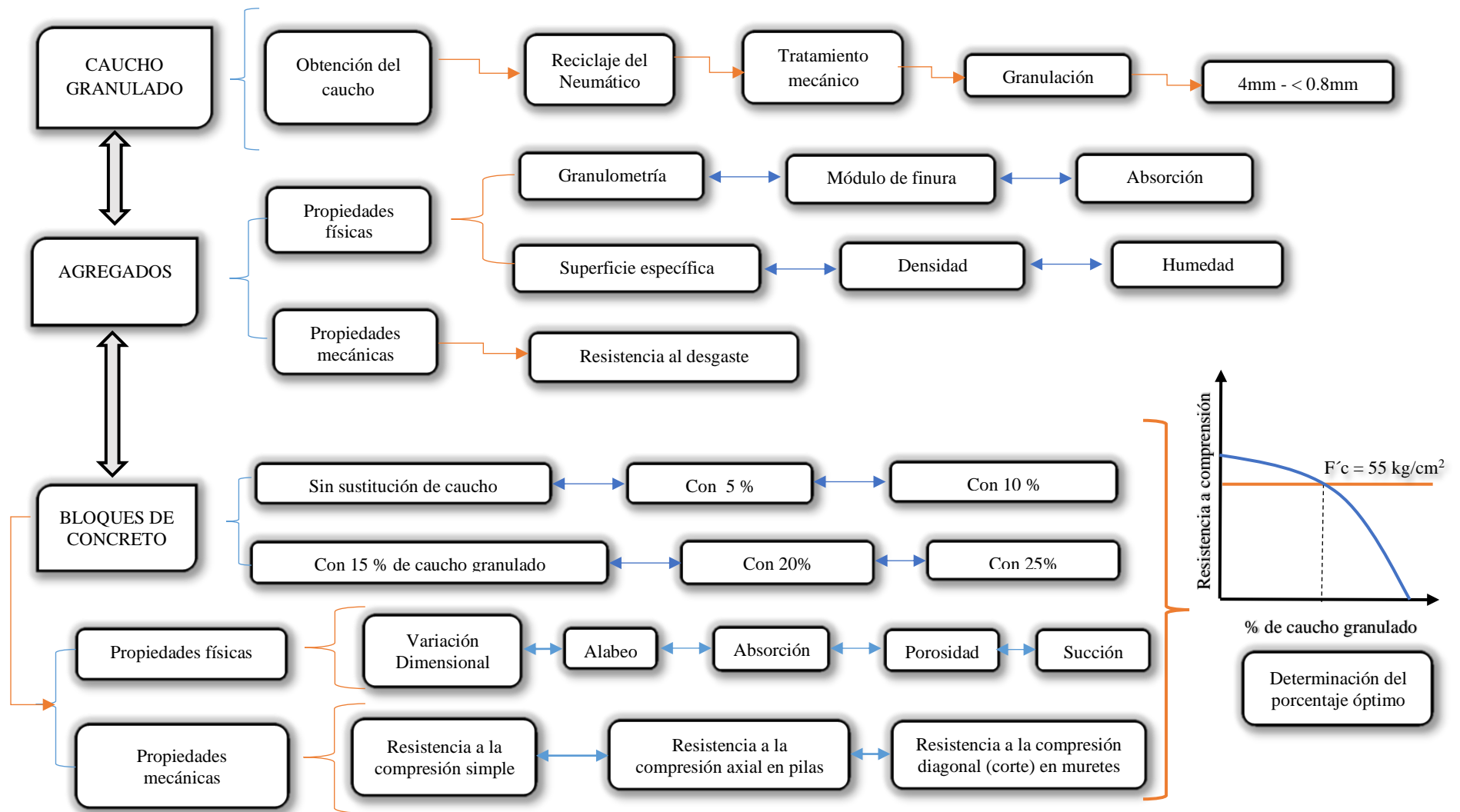
3.2. Diseño de investigación

No experimental, descriptiva causal simple, de corte transversal. Según Arias (2006) reside en exponer a un sujeto a un determinado estímulo y observar el efecto en el sujeto. En este estudio, el objeto de análisis es un bloque de hormigón, modificado mediante la sustitución de arena por caucho granular, para verificar su efecto en las propiedades que presenta. El esquema se muestra en la Figura 12 a continuación.

3.3. Métodos de investigación

Se han usado los métodos de aproximación cuantitativa, en los que se aplicó el procedimiento hipotético deductivo que tiene principio en una hipótesis para extraer deducciones del tema de estudio, en este caso de los datos obtenidos en las pruebas en los bloques portantes sustituyendo árido por caucho granulado de neumáticos reciclados.

Figura 12 Esquematación del Diseño de Investigación



3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Lo conforman los bloques de concreto con agregado fino (arena) de la cantera “Lascan” - Conchan, agregado grueso (confitillo) de la cantera “Reyes” - Cuyumalca, agua y cemento sustituyendo caucho granulado por arena.

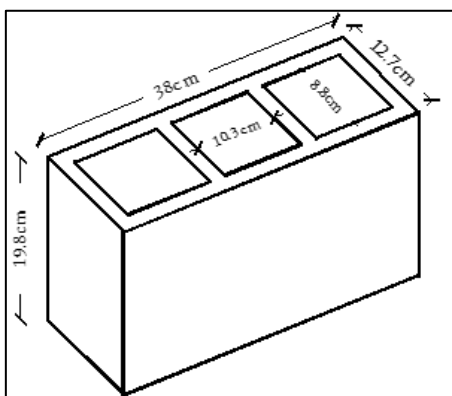
3.4.2. Muestra

La muestra está dada por 186 bloques de concreto, de 380 mm de largo x 127 mm de ancho y 198 mm de alto, producidos con porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15 %, 20% y 25% de sustitución de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados. De los cuales una vez realizado los ensayos en unidad se tomó en cuenta la compresión para definir la dosificación adecuada de sustitución de árido por caucho granulado. Con este porcentaje óptimo de sustitución se elaboró otros 75 bloques de concreto, para ser ensayadas 45 en unidad y 30 en pilas y muretes.

Dando una muestra total de **261 bloques portantes**, en los que, se determinaron sus propiedades, con el fin de comparar los resultados con lo establecido en la norma E.070 (MVCS, 2006) y las NTP descritas en el proyecto.

Figura 13

Dimensiones de los Bloques de Concreto



3.4.3. Muestreo

El muestreo se ha efectuado conforme a la Tabla 11.

Tabla 11

Número de Bloques por Prueba

ENSAYO	Bloques reemplazando parcialmente la arena por caucho granulado de neumáticos reciclados							TOTAL
	0 %	5 %	10 %	13%	15%	20 %	25 %	
1. Variación dimensional	10	10	10	10	10	10	10	70
2. Alabeo	5	5	5	5	5	5	5	35
3. Absorción	5	5	5	5	5	5	5	35
3. Porosidad	3	3	3	5	3	3	3	21
4. Porcentaje de vacíos	3	3	3	5	3	3	3	21
5. Succión	3	3	3	5	3	3	3	21
6. Resistencia a compresión	5	5	5	15	5	5	5	45
7. Resistencia en pilas	6	-	-	6	-	-	-	12
8. Resistencia en muretes	24	-	-	24	-	-	-	48
TOTAL								261

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

a) Observación.

La observación fue sistemática y ordenada regida acorde a las diferentes normativas vigentes. Técnica principal de estudio, que servirá para visualizar el lugar de estudio, las muestras y los procedimientos de laboratorio, a fin de concretar los objetivos propuestos.

b) Revisión Documental.

Radica en agenciarse de referencias o Nota primarias, que tenga una gran familiarización o relación con las variables del ámbito de investigación, a la cuales se tendrá fácil acceso con el fin de seleccionar la información que será utilizada a lo largo del proyecto. Para luego interpretar y analizar la información de referencia con el fin de originar un documento secundario el cual será base de un proyecto de investigación.

c) Experimentación.

Escenario donde se manipularán una o más variables intencionalmente para analizar las pruebas realizadas y así encontrar las propiedades físico - mecánicas del bloque portante sustituyendo caucho granulado de neumáticos el cual será comparado con el bloque patrón.

d) Análisis de agregados.

Son aquellos procesos realizados de forma manual o mecánica para caracterizar a las materias primas en este caso a los agregados.

e) Análisis de bloques de concreto portantes.

Todo proceso manual o mecánico para determinar las propiedades que posean los bloques portantes con y sin sustitución de caucho granulado de neumáticos.

f) Registro de datos.

El registro de datos como técnica representa la forma de recolectar los datos tomados en campo y poder establecerlos en un medio físico o digital a fin de poder transformarlos en resultados por medio de otras técnicas concernientes al estudio.

3.5.2. Instrumentos para la recolección de datos

a) Guía de Observación.

Instrumento de visualización sistemática de los procesos que, son objeto de estudio, en los que, el observador puede recolectar e identificar información de un fenómeno. Para determinar las ventajas o desventajas al momento de realizar un proyecto.

b) Protocolos de Ensayo.

Guías y estándares de cómo realizar las pruebas para estimar las características del caucho granulado de neumáticos, de los agregados y las propiedades físico – mecánicas delimitadas para los bloques no portantes con o sin sustitución de caucho granulado.

c) Informe de laboratorio.

De agregados. Datos de las diversas pruebas en laboratorio para los agregados, tales como gradación, MF, densidad, absorción, humedad, superficie específica y resistencia al desgaste.

De bloques portantes. Datos de las diversas pruebas para los bloques portantes con y sin sustitución de caucho granulado de neumáticos.

d) Cuaderno de Campo.

Instrumento de registro de datos de campo, es una libreta donde se anota lo observado en laboratorio.

Tabla 12*Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos*

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
Variable Independiente	Caucho granulado de neumáticos reciclados	- Observación sistemática.	- Guía de Observación
		- Revisión Documental	- Protocolos de ensayos
		- Experimentación	- Fotografías
		- Análisis de Agregados	- Informe de Estudio de Agregados
		- Registro de Datos	- Cuaderno de Campo
Variable Dependiente	Bloque Portante de concreto	- Observación Sistemática.	- Guía de Observación
		- Revisión Documental.	- Protocolos de ensayos
		- Experimentación	- Fotografías
		- Análisis de Bloques de Concreto- Portantes.	- Informe de Estudio de bloques de Concreto Portantes
		- Registro de Datos	- Cuaderno de Campo

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**3.6.1. Procedimiento de producción de datos****3.6.1.1. Extracción de los agregados**

El agregado fino (arena) se extrajo de la cantera denominada “Lascan” ubicada en el distrito de Conchan en la ruta que articula la capital Chota con la localidad de Tacabamba (UTM: 17 M; Este=760422.12 y Norte=9287843.00).

El agregado grueso (confitillo) se obtuvo de la cantera denominada “Reyes” ubicada en la comunidad de Cuyumalca - Chota (UTM: 17 M; Este=760172.814 y Norte=9273811.991).

Figura 14

Extracción de la Arena



Figura 15

Extracción del Confitillo



3.6.1.2. Extracción del caucho granulado de neumáticos reciclados

El caucho forma parte del agregado, sustituyendo parte de la arena en diferentes porcentajes.

Proceso de reciclaje de neumáticos:

El reciclaje de los NFU se realizó de distintos vertederos de la ciudad de Chota (Figura 18 y 19).

Figura 16

Reciclaje de Neumáticos



Figura 17

Reciclaje de Neumáticos



Granulación del caucho:

Para la granulación del caucho de neumáticos reciclados se utilizó las instalaciones y maquinarias de la planta de reencauche “REENCAUCHADORA RHINO”, ubicada en el jr. Paseo San Mateo N° 678 de la ciudad de Chota, donde se procedió de la siguiente manera:

- **Desmenuzamiento**

Los neumáticos se cortan para que, pueden pasar por el proceso de triturado.

- **Zona de trituración primaria**

Las virutas de neumáticos se desmenuzan. Esta máquina única convierte las virutas en una variedad de polvos finos y gránulos de forma económica y sin dañar el medio ambiente.

- **Granulación**

Las partículas gruesas de caucho se introducen en el granulador.

- **Trituración secundaria**

La prensa funciona a velocidades más altas, lo que reduce en gran medida la medida del caucho flexible. En la parte, todas las fibras restantes se separan.

- **Tamizado y limpieza**

A lo largo del proceso, los gránulos de caucho se zarandean y catalogan en disímiles medidas, listos para la operación de manufactura o almacenados en silos. Esto avala un producto final de alta calidad (ver Figura20).

Para el presente estudio se utilizaron partículas de caucho granulado que pasan el tamiz N° 10 y son retenidas en el tamiz N° 16 esto quiere decir partículas entre 1.19 mm y 2.00 mm de diámetro.

Figura 18

Tamizado del Caucho Granulado



Tratamiento con metanol:

Previo al análisis de tamaño de partícula, se trataron superficialmente con metanol siguiendo el procedimiento y ensayos dados por los autores Segre & Joekes (2000). Para el tratamiento con metanol (CH_4O), la goma se sumergió en metanol al 25% en agua y se mantuvo sumergida durante 72 horas, se lavó y posteriormente se secó (ver Figura 21).

Figura 19

Tratamiento del Caucho Granulado con Metanol (CH_4O)



3.6.1.3. Propiedades físicas de los agregados

Para realizar la identificación de las propiedades físicas de la arena y confitillo, se llevó a cabo las pruebas regidas por las NTP. Las pruebas realizadas son: NTP 400.012 Granulometría; NTP 400.017 peso unitario; NTP 339.185 humedad; NTP 400.022 peso específico y absorción.

Granulometría (NTP 400.012)

Se llevó a cabo la gradación de la arena fina y del confitillo, utilizando un conjunto de tamices (ver Figura 22 y 23), para distribuir las partículas de los áridos por su tamaño, definiendo las curvas granulométricas de estos.

Muestra

- 647.8 gr de arena.
- 1713.4 gr de confitillo.

Procedimiento realizado

- Se seleccionó las muestras mediante el cuarteo.
- Se colocó las muestras por 24 horas a 110 °C en un horno eléctrico.
- Se seleccionó el conjunto de tamices adecuado y ordenaron decrecientemente por la abertura de la malla.
- Se realizó el tamizado.
- Se pesan las masas acumuladas por tamiz.
- Se calcula el módulo de finura y se dibujó la curva de gradación para cada agregado

Figura 20

Ensayo de Granulometría



Figura 21

Peso del Agregado Retenido por Tamiz



Humedad (NTP 339.185)

Muestra

- Se realizó la prueba con 3 muestras de 1000 gr de arena.
- Se realizó el ensayo con 3 muestras 2000.0 gr de confitillo.

Procedimiento realizado

- Se pesó las taras y las muestras más el peso de las taras.
- Se procede a secar las muestras por 1 día a 110 °C en un horno eléctrico.
- Se pesó las muestras secas más las taras.
- Se encontró la diferencia de pesos entre las muestras húmedas y secas, y se procedió a calcular la humedad.

Figura 22

Peso de las Muestras más el Peso de las Taras



Peso unitario y porcentaje de vacíos (NTP 400.017)

Para determinar el peso unitario y los vacíos en los agregados, sueltos, compactados y en condición de saturado con superficie seca (SSS).

Muestra

- Se realizó el ensayo con 3 muestras de 1.6 kg de arena.
- Se realizó la prueba con 3 muestras de 4.7 kg de confitillo.

Procedimiento

- Se eligió muestras por cuarteo y se procedió a secar por 24 horas a 110 °C.
- Se calculó el volumen del recipiente de medida.
- Se colocó el agregado en el depósito desde una altura no mayor a dos pulgadas, luego se emparejó el árido y se procedió a pesar el agregado.
- Para el peso unitario compactado se depositó el agregado en el recipiente en tercios y se procedió a golpear 25 veces con una varilla y finalmente se pesó el agregado.

Figura 23

Enrasado del Agregado



Peso específico y absorción (NTP 400.012)

Muestra

- Se realizó el ensayo con tres muestras de 0.5 kg de arena.
- Se realizó la prueba con tres muestras de 0.5 kg de confitillo.

Procedimiento

- Se seleccionó las muestras mediante el cuarteo.
- Se procede a secar las muestras por 1 día a 110 °C en un horno eléctrico.
- Se sumergió en agua por 24 horas para lograr la condición de saturado.
- Luego se coloca la arena en el molde cónico en tercios y se compactó con 25 golpes.
- Se procedió a realizar la prueba del molde cónico, si la arena desmorona esta presenta la condición de SSS, de no ser el caso se tendrá que repetir este proceso.

Figura 24

Prueba del Molde Cónico Para Encontrar la condición de SSS



- Se procedió a vaciar 500 gramos de cada agregado en el frasco volumétrico.
- Se cubrió el frasco con agua a 23°C hasta alcanzar la marca indicando los 500cm³.

- Se procedió a eliminar todas las burbujas de aire y se pesó el frasco más agregado.
- Finalmente se procedió a expulsar el agregado, para luego secar y pesar la muestra.

Figura 25

Ensayo Para Encontrar el Peso Específico de la Arena

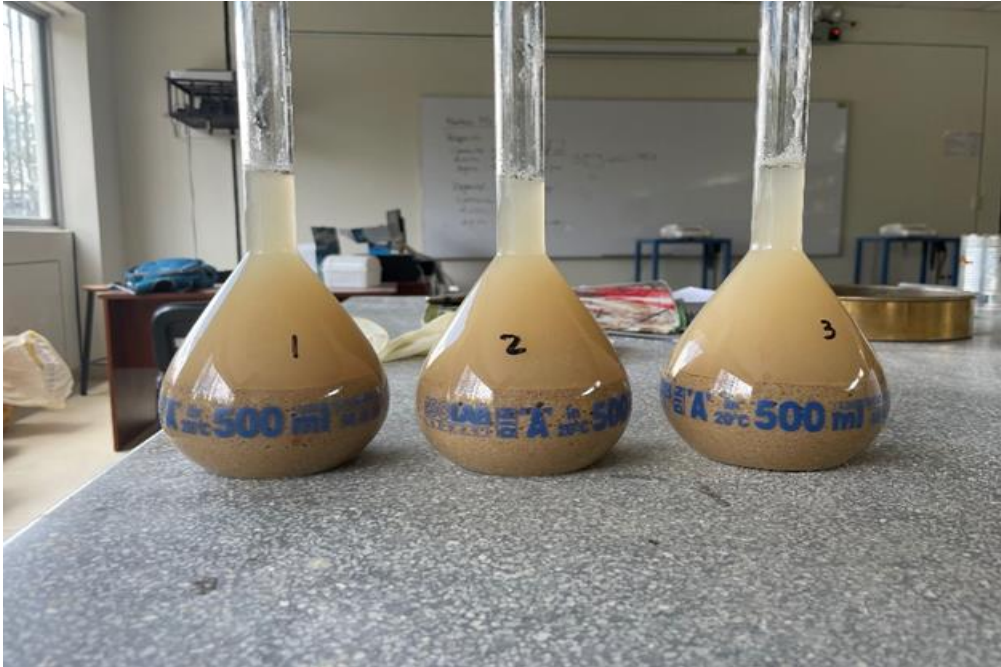


Figura 26

Ensayo Para Encontrar el Peso Específico del Confitillo



3.6.1.4. Elaboración de bloques con sustitución de arena por diferentes porcentajes de caucho granulado

Dosificación:

Proporciones de árido, agua y cemento que componen la mezcla del concreto. Después de evaluar la calidad de los agregados usados, se comenzó a estudiar la dosificación adecuada para fabricar los bloques. Los bloques se fabrican según las siguientes normas: NTP 339.005 y 339.007.

A partir de descripción y experiencias anteriores mostradas en los antecedentes, se realizaron tres dosificaciones en volumen, para $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$, con una relación de:

1:6 (en la dosificación de 4 arena y 2 confitillo),

1:7 (en la dosificación de 5 arena y 2 confitillo),

1:8 (en la dosificación de 5 arena y 3 confitillo).

Para el agua, se usa una relación de volumen de 1:1, agregando más agua hasta obtener una superficie húmeda, ya que, cuando la mezcla se seca no se compacta bien y las piezas son quebradizas, lo que dificulta el proceso de desmoldeo.

Por consiguiente, se muestra los resultados de las pruebas realizadas a las unidades elaboradas con las dosificaciones en volumen ya mencionadas en el párrafo anterior.

Los ensayos se desarrollaron de acuerdo a la NTP 399.604, se ensayaron 5 bloques de concreto con la dosificación en volumen de 1:6 en la dosis de 4 de arena y 2 de confitillo; 5 bloques de concreto con la dosificación en volumen de 1:7 en la dosis de 4 de arena y 3 de confitillo y 5 bloques de concreto con la dosificación en volumen de 1:8 en la dosis de 5 arena y 3 confitillo.

Obteniendo los siguientes resultados: En la dosificación de 1: 6 en la dosis de 4 arena y 2 confitillo se adquirió una firmeza a compresión media de 81.2 kg/cm² con desviación estándar de 1.53 kg/cm² por lo que obtenemos una resistencia característica a la compresión **f[']b de 79.7 kg/cm²** que personifica la resistencia mínima para el 84% de los especímenes (San Bartolomé, 2008, p. 34).

Tabla 13

Resistencia Dosificación 1:6 con 4 de Arena y 2 de Confitillo

N°	Código/ muestra	Peso (g)	Dimensiones promedio (Cm)			Área bruta (Cm ²) (A)	Carga (kn) KN	Carga máx. (kg) W	Resistencia obtenida (kg/cm ²) (C=A/W)	Resistencia obtenida (kpa) Kpa
			Largo	Ancho	Alto					
1	Bloque A	11725	38.0	12.6	19.8	265.82	210.2	21434	80.6	7.91E+03
2	Bloque B	11685	38.1	12.7	19.7	265.84	212.2	21638	81.4	7.98E+03
3	Bloque C	11702	37.2	12.7	19.9	265.87	208.5	21261	80.0	7.84E+03
4	Bloque D	11652	38.1	12.8	19.8	265.80	209.6	21373	80.4	7.89E+03
5	Bloque E	11706	37.9	12.7	19.7	265.81	218.5	22280	83.8	8.22E+03
Promedio									81.2	7.97E+03
Desv. Estándar									1.53	1.50E+02
f[']b									79.7	7.82E+03

En la dosificación de 1: 7 en la dosis de 4 de arena y 2 de confitillo se alcanzó una resistencia a compresión media de 49.6 kg/cm² con una desviación estándar de 0.99 kg/cm² por lo que obtenemos una resistencia característica a la compresión **f[']b de 48.6 kg/cm²** que representa la resistencia mínima para el 84% de los especímenes ensayados (San Bartolomé, 2008, p. 34).

Tabla 14*Resistencia Dosificación 1:7 con 5 de Arena Gruesa y 2 de Confitillo*

N°	Código/ muestra	Peso (g)	Dimensiones promedio (cm)			Área	Carg	Carga	Resistencia	Resistencia
			LARGO	ANCHO	ALTO	bruta	a	máx.	obtenida	obtenida
						(cm ²)	(KN)	(Kg)	(kg/cm ²)	(Kpa)
(A)	KN	W	(C=A/W)	Kpa						
1	Bloque A	11638	38.2	12.7	19.8	265.82	125.3	12777	48.1	4.71E+03
2	Bloque B	11758	38.1	12.7	19.7	265.84	132.3	13491	50.7	4.98E+03
3	Bloque C	11700	37.1	12.6	19.8	265.87	129.5	13205	49.7	4.87E+03
4	Bloque D	11659	38.2	12.7	19.9	265.80	130.5	13307	50.1	4.91E+03
5	Bloque E	11709	38.2	12.8	19.7	265.81	128.6	13113	49.3	4.84E+03
PROMEDIO									49.6	4.86E+03
DESV. ESTANDAR									0.99	9.76E+01
f'b									48.6	4.76E+03

En la dosificación de 1: 8 en la dosis de 5 de arena y 3 de confitillo se alcanzó una resistencia a la compresión media de 39.5 kg/cm² con una desviación estándar de 0.88 kg/cm² por lo que obtenemos una resistencia característica a la compresión **f'b de 38.6 kg/cm²** que representa la resistencia mínima para el 84% de los especímenes ensayados (San Bartolomé, 2008, p. 34).

Tabla 15*Resistencia Dosificación 1:8 con 5 de Arena Gruesa y 3 de Confitillo*

N°	Código/ muestra	Peso (g)	Dimensiones promedio (cm)			Área	Carga	Carga	Resistencia	Resistencia
			Largo	Ancho	Alto	bruta	(KN)	máx.	obtenida	obtenida
						(cm ²)	KN	(Kg)	(kg/cm ²)	(Kpa)
(A)	KN	W	(C=A/W)	Kpa						
1	BLOQUE A	11595	38.2	12.8	19.7	265.82	102.3	10432	39.2	3.85E+03
2	BLOQUE B	11685	38.1	12.7	19.8	265.84	104.3	10625	40.0	3.92E+03
3	BLOQUE C	11702	37.9	12.8	19.8	265.87	102.3	10432	39.2	3.85E+03
4	BLOQUE D	11695	38.1	12.7	19.8	265.80	106.0	10809	40.7	3.99E+03
5	BLOQUE E	11685	38.0	12.8	19.7	265.81	99.9	10187	38.3	3.76E+03
PROMEDIO									39.5	3.87E+03
DESV. ESTANDAR									0.88	8.63E+01
f'b									38.6	3.79E+03

A partir de los resultados obtenidos, se ha utilizado para el presente estudio la dosis 1:6 con 4 de arena y 2 de confitillo, ya que esta es la única dosificación ensayada que cumple con los requisitos mínimos de resistencia a compresión que exige la norma E.070 (MVCS, 2006).

Una vez determinada la dosificación en volumen de concreto se determinó los porcentajes de sustitución de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado.

Se procedió a calcular las proporciones de arena, confitillo, caucho granulado y cantidad de agua a utilizar para una bolsa de cemento, con una dosificación de 1:6 con 4 de arena y 2 de confitillo con Cemento Portland tipo I, arena de la cantera denominada “Lascan”-Conchan, confitillo de la cantera “Reyes”-Cuyumalca y caucho granulado adquirido a partir de la trituración de neumáticos reciclados.

Tabla 16

Propor. de Materiales con Dosificación 1:6 (4 de Arena y 2 de Confitillo)

Porcentajes de sustitución	Proporciones de materiales con dosificación 1:6 (4 de arena y 2 de confitillo)				
	Cemento (bls)	Arena gruesa (m ³)	Confitillo (m ³)	Caucho granulado (m ³)	Agua (l)
0 %	1	0,113	0,057	0	28.32
5%	1	0,108	0,057	0,006	26.90
10 %	1	0,102	0,057	0,011	25.49
15%	1	0,096	0,057	0,017	24.07
20%	1	0,091	0,057	0,023	22.66
25 %	1	0,085	0,057	0,028	21.24

La tabla 16 brinda las proporciones de materiales, en una dosificación de 1:6 (con 4 de arena y 2 de confitillo), para diferentes porcentajes de sustitución de arena por caucho granulado.

Dimensiones:

Se hicieron bloques portantes de concreto con dimensiones comerciales estandarizadas de 12.7 cm ancho (A), 19.8 cm alto (H) y 38 cm largo (L), con dos moldes metálicos y una mesa vibradora con motor eléctrico.

Figura 27

Molde Utilizado Para la Producción de Bloques



Figura 28

Mesa Vibradora Donde se Realizarán los Bloques de Concreto



Mezclado:

Procedimiento:

- De acuerdo a la dosificación seleccionada y al porcentaje de sustitución (0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%) de arena por cucho granulado, se determinó las cantidades necesarias de materias primas para producir los bloques (ver Tabla 17).
- Se procedió a mezclar los materiales necesarios para elaborar el bloque de concreto como la arena, confitillo, agua, caucho granulado y cemento.

Figura 29

Cantidad de Agregados para una Dosificación del 25%



Moldeado y vibrado:

- Utilizando una pala se procede a verter la mezcla de concreto en el molde metálico sobre la mesa vibradora, se enraza en el molde con una regla de madera, luego de unos minutos se lleva el molde metálico hacia un área de desmolde para el retiro del mismo, este proceso se repite las veces que sean necesarias acordes al número de bloques que se quiera fabricar.

Figura 30

Procedimiento de Vibrado Para Elaborar el Bloque de Concreto



Fraguado:

- El desmolde se realiza de forma vertical levantando el molde cuidadosamente.
- Una vez producidos los bloques, se deben colocar en un lugar garantizado protegido del sol para que puedan fraguar sin secarse. El tiempo de fraguado de 4 a 8 h.

Figura 31

Bloques con Diferentes Dosificaciones de Caucho Granulado



Curado y Almacenamiento:

- Implica mantener los bloques humectados. Para curar el bloque, se riega con agua por una semana.
- Moje el bloque al menos tres veces al día. Se pueden cubrir con bolsas de plástico o húmedas para evitar que el agua se evapore fácilmente.

Figura 32

Curado del Bloque



Figura 33

Bloques Elaborados con Diferentes Dosificaciones de Caucho Granulado



3.6.1.5. Propiedades físicas de los bloques con sustitución de arena por diferentes porcentajes de caucho granulado

Variación dimensional:

Se realizó los ensayos según la NTP 399.604 para determinar la variación dimensional de las muestras seleccionadas para este ensayo.

Muestra

- 10 bloques por dosis

Proceso

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- Con ayuda de un Vernier con aproximación de 1mm se midió el ancho (A), altura (H), y longitud (L) en la elevación media de cada cara del bloque.
- Los espesores de las paredes laterales y los tabiques se midieron con calibre Vernier.
- Variación dimensional, primero se determina el promedio de las magnitudes de cada arista para ser restada con las dimensiones estipuladas, dividiendo el resultado entre el promedio de las magnitudes.

Figura 34

Medición de las Dimensiones del Bloque



Alabeo:

Se realizó los ensayos de acuerdo a la NTP 399.613 para determinar si las superficies de las unidades seleccionadas y representativas presentan concavidad o convexidad.

Muestra

- 5 unidades por cada dosificación

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- En las muestras que presentaron superficies cóncavas, se mide el alabeo usando una regla de acero graduada, en la diagonal del bloque para medir la mayor depresión con una cuña graduada, en superficies convexos se colocó la cuña en los extremos.
- Registrar las medidas del alabeo obtenidas con aproximación de 1mm en las dos superficies o caras de la unidad.

Figura 35

Ensayo de Alabeo con Ayuda de una Cuña



Figura 36

Ensayo de Alabeo con Ayuda de un Cuña



Absorción:

Se realizó los ensayos de acuerdo a la NTP 399.604 para determinar un porcentaje absorción promedio para cada muestra.

Muestra

- 3 unidades por cada dosificación

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- Se empapó los bloques en agua por 1 día para lograr la condición de saturado.
- Se procedió a secar los ejemplares con ayuda de trapos absorbentes, tratando de eliminar el agua superficial y se registró el peso saturado.
- Se secó los ejemplares por 24 horas a 110 °C en un horno eléctrico, para registrar su peso seco.

- Se calculó la absorción de los bloques.

Figura 37

Bloques Sumergidas en Agua por 24 Horas



Figura 38

Peso del Bloque de Concreto en Condición de Saturado



Porosidad y Densidad:

Se realizó con la norma ASTM 642-97 para determinar la porosidad y densidad para cada muestra.

Muestra

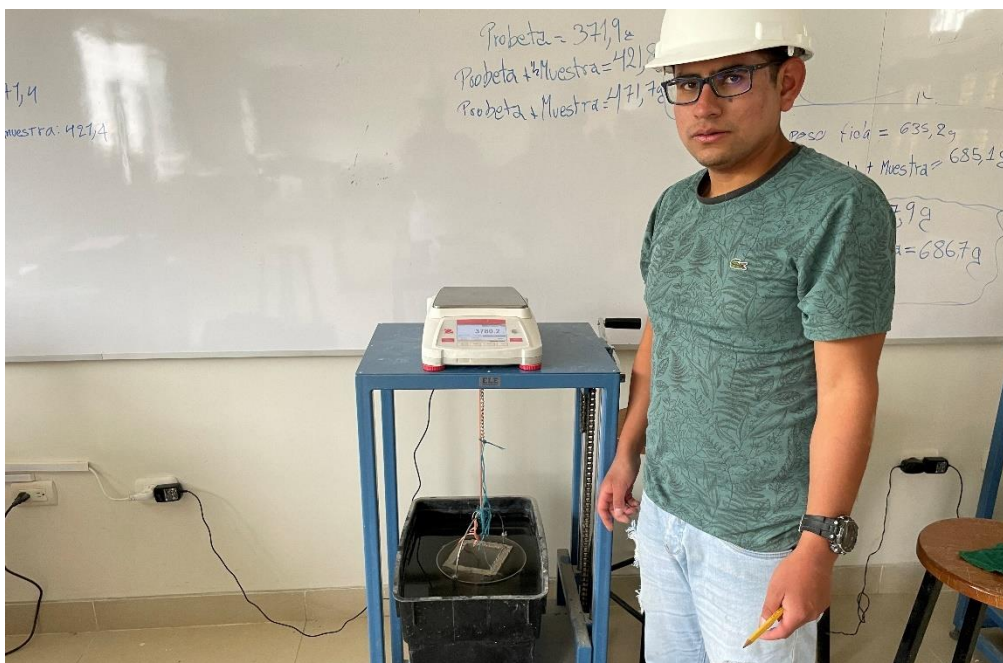
- 3 unidades por cada dosificación

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- Se empapó los bloques en agua por 1 día para lograr la condición de saturado.
- Se procedió a secar los ejemplares con ayuda de trapos absorbentes, tratando de eliminar el agua y se registró el peso saturado.
- Se procedió a calcular la masa aparente en el agua.
- Se secó las unidades por 24 horas a 110 °C en un horno eléctrico para registrar su peso seco.
- Se determinó la porosidad y densidad de los bloques.

Figura 39

Peso Sumergido de las Muestras Ensayadas



Porcentaje de vacíos:

Se realizó los ensayos de acuerdo a la NTP 399.613 para fijar los vacíos de las muestras representativas ensayadas.

Muestra

- 3 unidades por cada dosificación

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- Se procedió a medir con ayuda de un vernier o regla milimétrica, longitud y ancho de cada unidad.
- Con ayuda del vernier se mide las dimensiones vacías de la unidad.
- Se calculó el área de vacíos y el área de bruta de la unidad. Para encontrar el porcentaje de vacíos de las unidades ensayadas.

Figura 40

Medición del Área Vacía de la Unidad Ensayada



Succión:

Se realizó los ensayos de acuerdo a la NTP 399.613 para determinar la succión promedio de los bloques ensayados.

Muestra

- 3 unidades por cada dosificación

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- Se registró el peso de los bloques.
- Se colocó los bloques en un depósito con una cantidad determinada de agua y se depone reposar por un intervalo de 3 minutos.
- Se retiró los bloques del recipiente con agua y se procede a pesar.
- Se determinó el área de contacto del bloque y se estima la succión en $\text{gr}/200 \text{ cm}^2 - \text{min}$

Figura 41

Ensayo de Succión



3.6.1.6. Propiedades mecánicas de los bloques con sustitución de árido por diferentes porcentajes de caucho granulado

Resistencia a la compresión:

Se realizó con la NTP 399.604 para establecer la resistencia a la compresión de bloques representativos y seleccionados para este ensayo.

Muestra: 5 unidades

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas y se registró el peso.
- Con ayuda de una regla de acero graduada, se midió la longitud, la altura y el ancho.
- Se realizó el proceso de refrentado de los bloques
- Se colocó el bloque a ensayar en la máquina universal de compresión.
- Se realizó el ensayo aplicando carga hasta que el bloque no admita más carga.
- Se registró la carga de rotura aplicada, el resultado de la prueba se calcula al fraccionar la carga última y el área neta del bloque.

Figura 42

Ensayo de Resistencia a la Compresión



Figura 43

Ensayo de Resistencia a Compresión



Figura 44

Unidades Después de ser Ensayadas



3.6.1.7. Elaboración de bloques con sustitución de arena por el porcentaje óptimo de caucho granulado

Dosificación:

Se ha generado una ecuación de regresión lineal para definir el porcentaje más óptimo de aprovechamiento de caucho granular, que signifique el mayor volumen posible de adición pero que, cumpla con la norma E.070 (ver Figura 114). Siendo así se calculó las proporciones de cemento, agregados y cantidad de agua a utilizar para una dosificación de 1:6 con 4 de arena y 2 de confitillo

Tabla 17

Propor. de Materiales con Dosificación 1:6 (4 de Arena y 2 de Confitillo)

PORCENTAJE ÓPTIMO	PROPORCIONES DE MATERIALES CON DOSIFICACIÓN 1:6 (4 DE ARENA Y 2 DE CONFITILLO)				
	Cemento (bls)	Arena gruesa (m ³)	Confitillo (m ³)	Caucho granulado (m ³)	Agua (l)
13 % caucho	1 bls	0,099 m ³	0,057 m ³	0.015 m ³	24.64 lts

Dimensiones:

Se obtuvieron bloques portantes con medidas comerciales estandarizadas de 12.7 cm ancho (A), 19.8 cm alto (H) y 38 cm largo (L), con dos moldes metálicos y una mesa vibradora con motor eléctrico.

Mezclado:

Procedimiento

- De acuerdo a la dosificación 1:6 y al porcentaje de sustitución óptimos del 13% de arena por caucho granulado (ver Tabla 17)
- Se procedió a mezclar los materiales necesarios para elaborar el bloque de concreto como la arena, confitillo, agua potable, caucho granulado y cemento.

Figura 45

Porcentaje Óptimo de Caucho Granulado



Figura 46

Mezcla de Cemento + Arena + Confitillo + Caucho Granulado



Moldeado:

- Utilizando una pala se pasa a verter la mezcla de concreto en el molde metálico sobre la mesa vibradora, se enraza en el molde con un listón de madera, se traslada el molde metálico hacia un área de desmolde, este proceso se repite las veces que sean necesarias acordes al número de bloques que se quiera fabricar.

Figura 47

Procedimiento de Vibrado Para Elaborar el Bloque de Concreto



Fraguado:

- El desmolde se realiza de forma vertical levantando el molde cuidadosamente tratando de no deformar el bloque.
- Una vez producidos los bloques, éstos deben estar por 1 día en un lugar que, le cubra del sol, para que, fragüen sin secarse (4 a 8 horas).

Figura 48

Bloques con el Porcentaje Óptimo de Caucho Granulado



Curado y Almacenamiento:

- Se mantienen los bloques húmedos para que, sigan con el proceso químico, y adquieran mayor resistencia.
- Para curar el bloque, se riega con agua por una semana. Moje el bloque al menos tres veces al día.

Figura 49

Bloques con el Porcentaje Óptimo de Caucho Granulado



Figura 50

Curado del Bloque de Concreto



3.6.1.8. Propiedades físicas de los boques con sustitución de árido por el porcentaje óptimo de caucho granulado

Variación dimensional:

Muestra

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- Con ayuda de una regla de acero graduada se midió el ancho, elevación y largo de cada bloque.

Figura 51

Medición de la Mesura del Bloque de Concreto



Alabeo:

Se realizó los ensayos de acuerdo a la NTP 399.613 para determinar si las superficies de las unidades seleccionadas y representativas presentan concavidad o convexidad.

Muestra

- 5 unidades por cada dosificación

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- En las muestras que presentaron superficies cóncavas, se mide el alabeo usando una regla en la diagonal del bloque para medir la mayor depresión con una cuña graduada, en superficies convexas se colocó la cuña en los extremos.
- Registrar las medidas del alabeo obtenidas con aproximación de 1mm en las dos superficies o caras de la unidad.

Figura 52

Ensayo de Alabeo con Ayuda de una Cuña



Absorción:

Se realizó los ensayos de acuerdo a la NTP 399.604 para determinar un porcentaje absorción promedio para cada muestra.

Muestra

- 3 unidades por cada dosificación

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- Se empapó los bloques en agua por 1 día para lograr la condición de saturado.
- Se procedió a secar los ejemplares con ayuda de trapos absorbentes, tratando de eliminar el agua superficial y se registró el peso saturado.
- Se secó los ejemplares por 24 horas a 110 °C en un horno eléctrico, para registrar su peso seco.

Porosidad y Densidad:

Se realizó según la norma ASTM 642-97.

Muestra

- 3 unidades por cada dosificación

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- Se empapó los bloques en agua por 1 día para lograr la condición de saturado.
- Se procedió a secar los ejemplares con ayuda de trapos absorbentes, tratando de eliminar el agua superficial y se registró el peso saturado.
- Se procedió a calcular la masa aparente en el agua.
- Se secó las unidades por 24 horas a 110 °C en un horno eléctrico para registrar su peso seco.
- Se determinó la porosidad y densidad de los bloques.

Figura 53

Peso Sumergido de las Muestras Ensayadas



Porcentaje de vacíos:

Se realizó los ensayos de acuerdo a la NTP 399.613 para estimar los vacíos de las muestras representativas ensayadas.

Muestra

- 3 unidades por cada dosificación

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- Se procedió a medir con ayuda de un vernier o regla milimétrica la longitud y el ancho de cada unidad.
- Con ayuda del vernier se midió las dimensiones vacías de la unidad.
- Se calculó el área de vacíos y el área de bruta de la unidad. Para encontrar el porcentaje de vacíos de las unidades ensayadas.

Figura 54

Medición del Área Vacía de la Unidad Ensayada



Succión:

Se realizó los ensayos de acuerdo a la NTP 399.613 para determinar la succión promedio de los bloques ensayados.

Muestra

- 3 unidades por cada dosificación

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- Se procedió a registrar el peso de los bloques.
- Se colocó los bloques en un depósito con una cantidad determinada de agua y se deja reposar por un intervalo de 3 minutos.
- Se quitó los bloques del recipiente con agua y se procede a pesar.
- Se determinó el área de contacto del bloque y se estima la succión en $\text{gr}/200 \text{ cm}^2 - \text{min}$

Figura 55

Ensayo de Succión



3.6.1.9. Propiedades mecánicas de los bloques con sustitución de árido por el porcentaje óptimo de caucho granulado

Resistencia a la compresión:

Se realizó con la NTP 399.604 para establecer la resistencia a compresión de los bloques representativos y seleccionados para este ensayo.

Muestra

- 5 unidades por cada dosificación dando un total de 45 unidades ensayadas.

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas y se registró el peso.
- Con ayuda de una regla con aproximación de 1mm, se midió la longitud, elevación y ancho de cada muestra.
- Se realizó el proceso de refrentado de los bloques

- Se colocó el bloque a ensayar en la máquina universal de compresión, hasta que el bloque no admita más cargas.
- Se registró la carga de rotura aplicada.

Figura 56

Ensayo de Resistencia a la Compresión a la Semana (7 días)



Figura 57

Ensayo de Resistencia a la Compresión a las dos Semanas (14 días)



Figura 58

Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días



Elaboración de albañilería:

Se elaboró 3 pilas y 3 muretes con bloques con el porcentaje óptimo de sustitución (13%), con mortero utilizado para muros portantes con dosificación de 1:3. La proporción de mezcla del mortero utilizado se puntualiza en el anexo C del proyecto.

Figura 59

Pilas de Bloques



Figura 60

Muretes de Bloques Primera Hilada



Resistencia a compresión en pilas:

Se realizó los ensayos según la norma NTP 399.605.

Muestra

- 3 pilas elaboradas con el porcentaje óptimo de caucho granulado y 3 pilas elaborados con el bloque patrón.

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas y se registró el peso.
- Con ayuda de una cinta métrica se mide el ancho, elevación y longitud del prisma.
- El espesor de las paredes laterales y mamparos se mide con pie de rey (calibre).
- Las pilas se refrento de cemento-yeso para corregir las irregularidades superficiales.
- Las pilas se almacenan durante 14 días a no menos de 10 °C. Para este caso se incrementará la resistencia característica por un factor de 1.10 según norma E.070.
- Se realiza el ensayo hasta que la pila no admita más cargas. Se registra la carga de rotura aplicada.

Figura 61

Ensayo a la Compresión en Pilas



Resistencia al corte en muretes:

Se realizó con la norma NTP 399.621.

Muestra

- 3 muretes elaborados con bloques con sustitución del porcentaje óptimo de caucho granulado y 3 muretes elaborados con el bloque patrón.

Procedimiento

- Se limpió las unidades de polvo e impurezas.
- Con ayuda de una cinta métrica se midió el ancho, altura, la longitud y la diagonal del murete con una aproximación a 1mm.
- Los muretes fueron almacenados a no menos de 10°C durante 14 días. Para este caso, la resistencia se ha obtenido multiplicando por el factor 1.25 según la norma E.070.
- Se colocó los muretes, con mucho cuidado de no causar daños a las muestras, en las escuadras del equipo de corte diagonal, registrando la carga de rotura aplicada.
- La resistencia v_m en muretes es igual a la media menos la desviación estándar.

Figura 62

Prueba a Corte Diagonal en Muretes



3.6.2. *Procesamiento de información*

El procesamiento de datos se realizó mediante:

- **Análisis de Laboratorio:** Se desarrolló una lectura y análisis alcanzado de las diferentes pruebas certeras.
- **Microsoft Excel:** Fue utilizado para hacer cálculos matemáticos usando datos numéricos obtenidos en laboratorio y a la vez nos facilitará en gran medida a simplificar el trabajo realizado mediante herramientas de gráficas y tablas dinámicas.

3.6.3. *Análisis de información*

Se da en relación a cada objetivo realizado:

- **Ensayos físicos y mecánicos de los Agregados**

Técnica de mayor relevancia de los agregados, regidas por las NTP, los ensayos a realizados son:

- Norma NTP 400.012: Gradación de la arena y confitillo, Modulo de Finura.
- Norma NTP 339.185: Humedad de los agregados.
- Norma NTP 400.017: Peso unitario suelto y compactado de los agregados.
- Norma NTP 400.022: Densidad, absorción y porcentaje de vacíos de los agregados.

- **Ensayos físicos y mecánicos de los blocks de concreto de portantes**

Técnica de evaluación de las propiedades de mayor relevancia, regidas por las NTP, los ensayos realizados son:

- NTP 339.613 y 399.604. Variación dimensional de bloques.
- NTP 399.604 y 399.613. Para capacidad de absorción de los bloques.
- NTP 399.613. Para Alabeo.
- NTP 339.613 y 339.604. Para resistencia a la compresión del bloque.
- NTP 399.605 y 399. 621. Compresión axial de pilas y diagonal de muretes.

Se ha realizado el análisis estadístico con el programa Minitab 19, con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis Se acepta cuando el valor p es mayor al nivel de significancia 0.05, para el nivel de confianza de 95%, caso contrario se rechaza.

3.7. Aspectos éticos

Los ensayos de materiales para determinar las propiedades físicas de los bloques portantes: Variación dimensional, absorción, alabeo, humedad, se realizaron en el laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de Chota y los ensayos mecánicos en unidad, pilas y muretes se efectuaron en el laboratorio GSE Chota, con el compromiso de los investigadores de haber respetado la realidad de la información alcanzada.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Propiedades físicas de los agregados

Ante la búsqueda del primer objetivo específico de la investigación denominado “Determinar las propiedades físicas de los agregados a utilizar en la elaboración de un bloque portante de concreto, tales como: Granulometría, módulo de finura, humedad, peso específico, absorción, peso unitario y vacíos.” se realizó diversos ensayos correspondientes según lo especificado en las NTP, detallando a continuación los resultados alcanzados:

4.1.1.1. Granulometría del árido

Esta prueba según la NTP 400.012 se determina pasando una muestra representativa a través de una serie de tamices.

Tabla 18

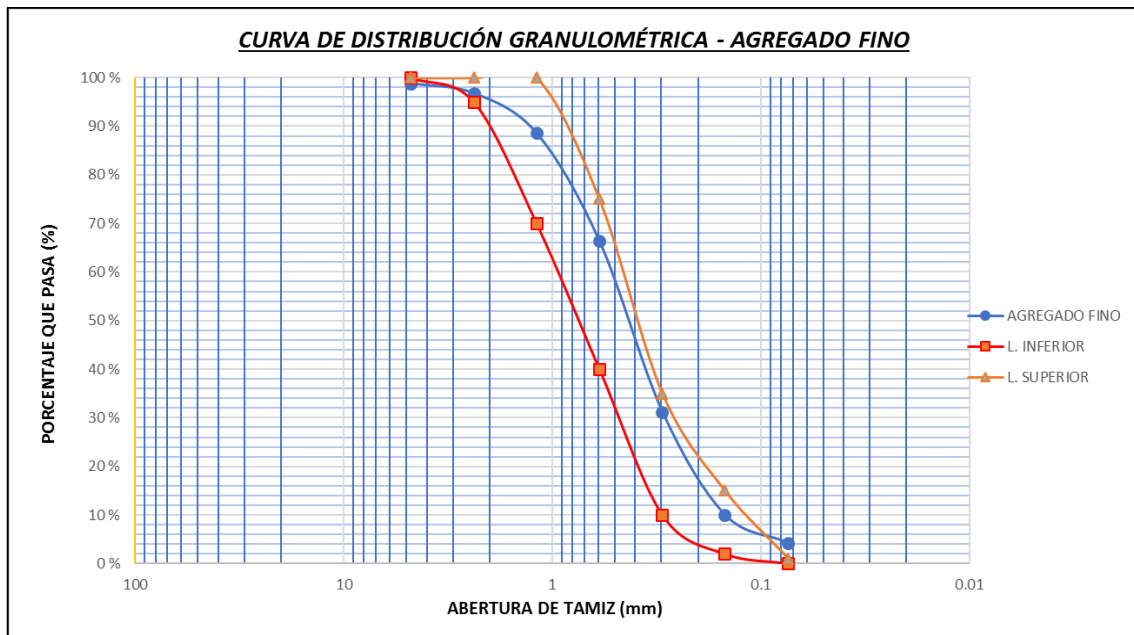
Análisis Granulométrico por Tamizado de la Arena

Tamiz	Abertura (mm)	Límite mínimo (%)	Porcentaje que pasa (%)	Límite máximo (%)
3/8"	9.526	100.00	100.00	100.00
# 4	4.763	100.00	98.82	100.00
# 8	2.381	95.00	96.78	100.00
# 16	1.191	70.00	88.57	100.00
# 30	0.595	40.00	66.33	75.00
# 50	0.297	10.00	31.20	35.00
# 100	0.149	2.00	10.02	15.00
# 200	0.074	0.00	4.23	2.00
CAZUELA	--	--	0	--
TOTAL		Módulo de finura MF=		2.08

El MF de la arena es de 2.08, cuyo valor se halla dentro de los límites ($1.6 < M_f < 2.5$) establecidos en la norma E. 070. Clasificándola como árido de textura fina según Gallegos & Casabonne (2005) (ver Tabla 3). De acuerdo a los resultados, se elaboró la gráfica de curva.

Figura 63

Granulometría de la Arena



La curva de gradación de la arena está parcialmente dentro de los límites recomendados por la NTP.400.012, conservando una curva uniforme. En el tamiz #200 el porcentaje que pasa es de 4.23% cuyo valor debe estar comprendido entre 2% y 4% por lo cual no está dentro de los límites de la granulometría para la arena. Pero el agregado no queda retenido más del 50% entre dos tamices próximas, cumpliendo con la Norma Técnica Peruana E. 070.

4.1.1.2. Granulometría del confitillo

Las pruebas se desarrollaron según la NTP 400.012.

Tabla 19

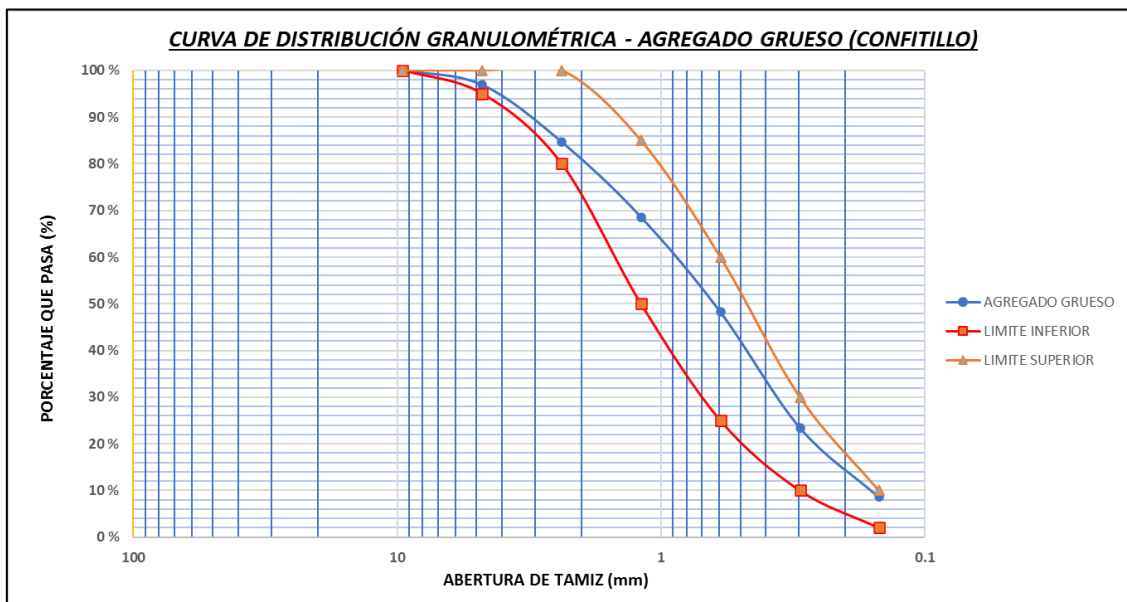
Análisis Granulométrico por Tamizado del Confitillo

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Límite mínimo (%)	Porcentaje que pasa (%)	Límite máximo (%)
3/8"	9.526	85.00	100.00	100.00
# 4	4.763	10.00	93.94	30.00
# 8	2.381	0.00	66.50	10.00
# 16	1.191	0.00	38.65	5.00
# 30	0.595	--	21.19	--
# 50	0.297	--	11.90	--
# 100	0.149	--	6.53	--
# 200	0.074	--	3.71	--
CAZUELA	--	--	0.00	--
TOTAL		Módulo de finura $M_f =$		3.61

El MF del agregado grueso (confitillo) es 3.61. Clasificándola como árido de textura gruesa según Gallegos & Casabonne (2005) (ver Tabla 3). Con un tamaño máximo nominal #4. Se elaboró la gráfica para ver la distribución de partículas.

Figura 64

Granulometría del Confitillo



La curva de distribución granulométrica del confitillo no cumple con los límites recomendados por la norma NTP.400.012. Sin embargo, utilizamos este mismo confitillo ya que la norma también menciona que se podrá utilizar otra granulometría fuera de los

límites establecidos si las unidades proporcionan una resistencia con la norma E. 070 (MVCS, 2006), que es el caso como se puede ver en el ítem 4.1.3.2 y 4.1.3.3. La curva de distribución granulométrica para el agregado grueso se realizó de acuerdo a la norma ASTM C33, con una relación de mezcla 60/40 del agregado fino respecto al agregado grueso (confitillo), satisface con éxito los requisitos de gradación de la ASTM C33 y, del mismo modo, su examen revela que satisfacen los requisitos para todos los tamices.

4.1.1.3. Granulometría del caucho granulado

Los ensayos se desarrollaron de acuerdo a la NTP 400.012.

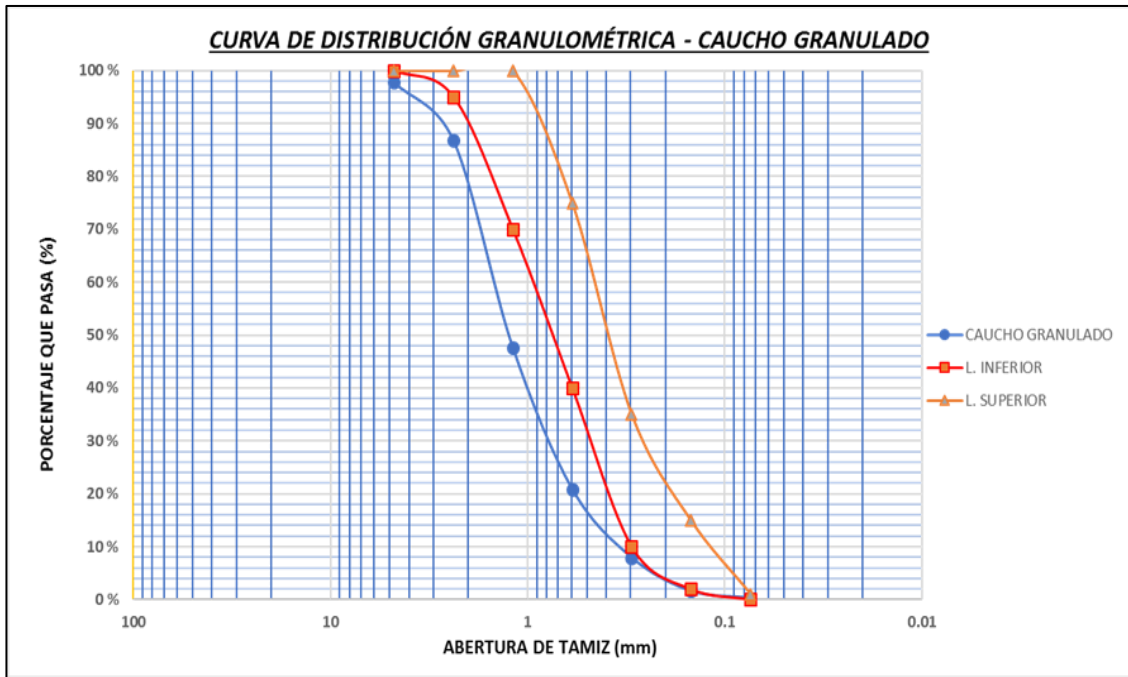
Tabla 20

Análisis Granulométrico del Caucho Granulado

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Límite mínimo (%)	Porcentaje que pasa (%)	Límite máximo (%)
3/8"	9.526	100.00	100.00	100.00
# 4	4.763	100.00	97.76	100.00
# 8	2.381	95.00	86.75	100.00
# 16	1.191	70.00	47.61	100.00
# 30	0.595	40.00	20.88	75.00
# 50	0.297	10.00	7.95	35.00
# 100	0.149	2.00	1.68	15.00
# 200	0.074	0.00	0.32	2.00
CAZUELA	-.-	-.-	0.00	-.-
TOTAL		Módulo de finura Mf=		3.37

Figura 65

Granulometría del Caucho Granulado



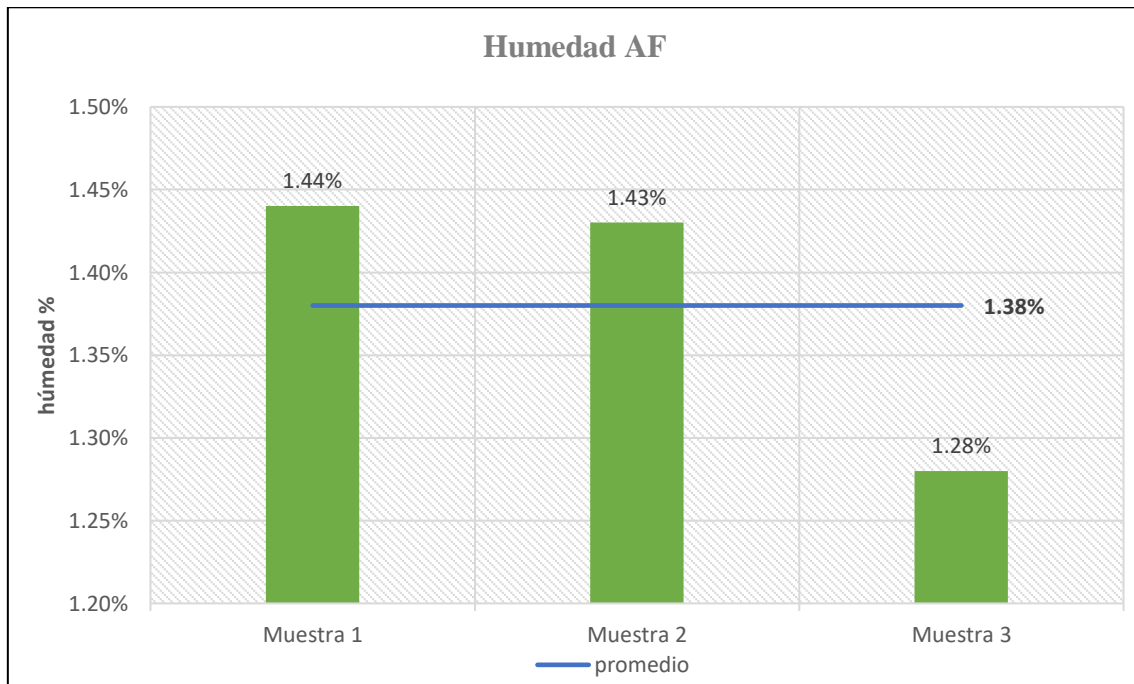
La granulometría alcanzada por el caucho granulado no tiene una granulometría uniforme. La curva de distribución granulométrica del caucho granulado no está dentro de los límites de la NTP.400.012 por ser un material difícil de tamizar.

4.1.1.4. Humedad de la arena

Los ensayos se desarrollaron según la NTP 399.185, se ensayaron 3 muestras representativas, obteniendo los siguientes resultados: 1.44%, 1.43% y 1.28% de contenido de humedad para cada muestra ensayada, obteniéndose humedad media de 1.38%, siendo un valor típico de humedad en arenas finas a gruesas.

Figura 66

Humedad de la Arena

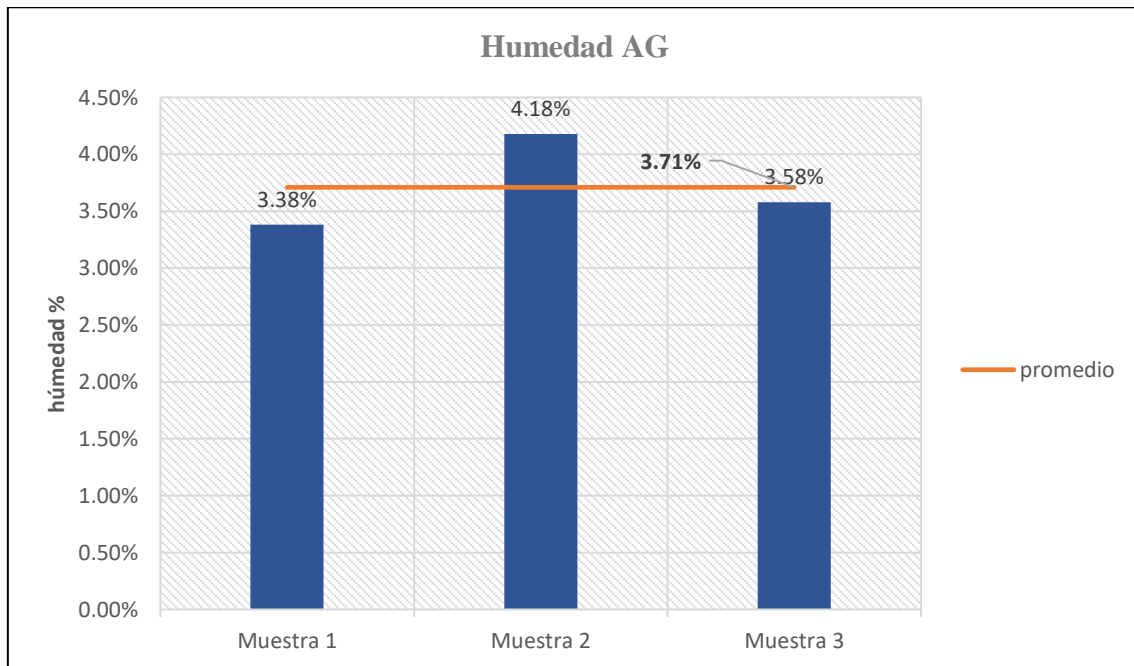


4.1.1.5. Humedad del confitillo

Los ensayos se desarrollaron con la NTP 399.185, se ensayaron 3 muestras representativas, obteniendo los siguientes resultados: porcentajes 3.38 %, 4.18% y 3.58% de contenido de humedad respectivamente para cada muestra ensayada, obteniéndose una humedad promedio de 3.71%.

Figura 67

Contenido de Humedad del Confitillo



4.1.1.6. Peso unitario y porcentaje de vacíos de los agregados

Los ensayos se desarrollaron según la NTP 400.017.

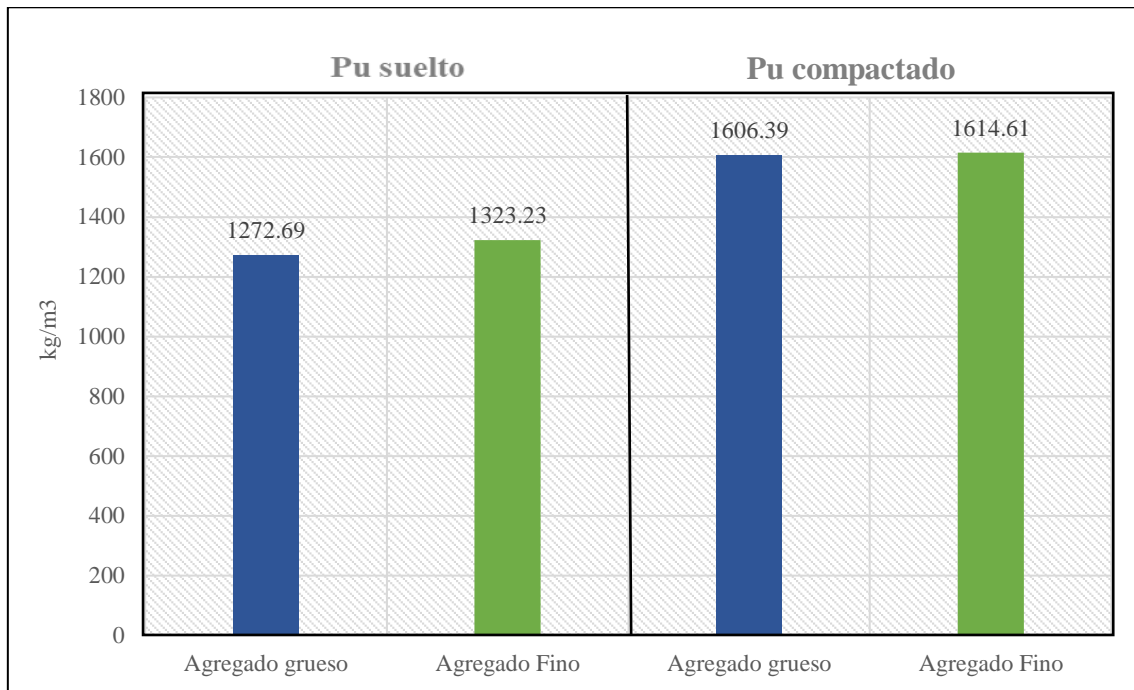
Tabla 21

Resultados de Peso Unitario y % de Vacíos de los Agregados

	Suelto		Compactado	
	Agregado Fino	Agregado grueso	Agregado Fino	Agregado grueso
M (kg/m³)	1323.23	1272.69	1614.61	1606.39
M_{ss} (kg/m³)	1515.22	1407.25	1660.07	1617.64
% vacíos	45.21 %	51.32 %	33.15 %	38.57 %

Figura 68

Resultados de Peso Unitario de los Agregados



La arena tiene un peso unitario suelto de 1323.23 kg/m³ y el agregado grueso un peso unitario suelto de 1272.69 kg/m³, tanto el valor del Pu suelto de la arena como del confitillo no están dentro de los valores usuales de las relaciones Peso/Volumen de los agregados (ver Tabla 22), de este cotejo se puede decir que los agregados estudiados son más livianos de lo que usualmente presentan otros agregados. La arena presenta un % de vacíos de 45.21 %, y confitillo un % de vacíos de 51.32%.

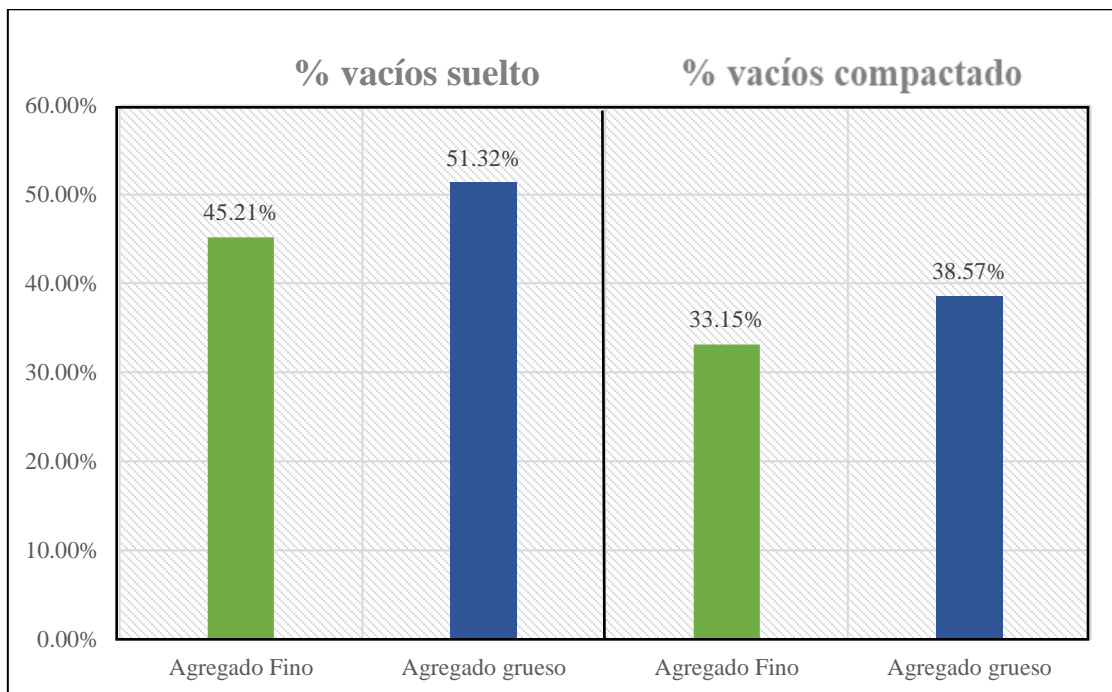
Tabla 22

Relaciones Peso/Volumen de los Agregados

Propiedad	Grueso	Fino
Peso unitario suelto (kg/litro)	1.4 - 1.5	1.5 - 1.6
Peso unitario compactado (kg/litro)	1.5 - 1.7	1.6 - 1.9
Densidad (Peso específico)	2.5 - 2.7	2.5 - 2.7

Figura 69

Vacíos de los Agregados



4.1.1.7. Peso Específico y Absorción de los agregados

Los ensayos se realizaron con la NTP 400.022. Se utilizó las fórmulas:

Ecuaciones para determinar Pe y absorción:

- **PESO ESPECÍFICO DE MASA**

(P_{em})

$$P_{em} = \frac{A}{B + S - C}$$

- **PESO ESPECÍFICO DE LA MASA**

SATURADA CON SUPERFICIE SECA

(P_{eSSS})

$$P_{eSSS} = \frac{S}{B + S - C}$$

- **PESO ESPECÍFICO APARENTE (P_{ea})**

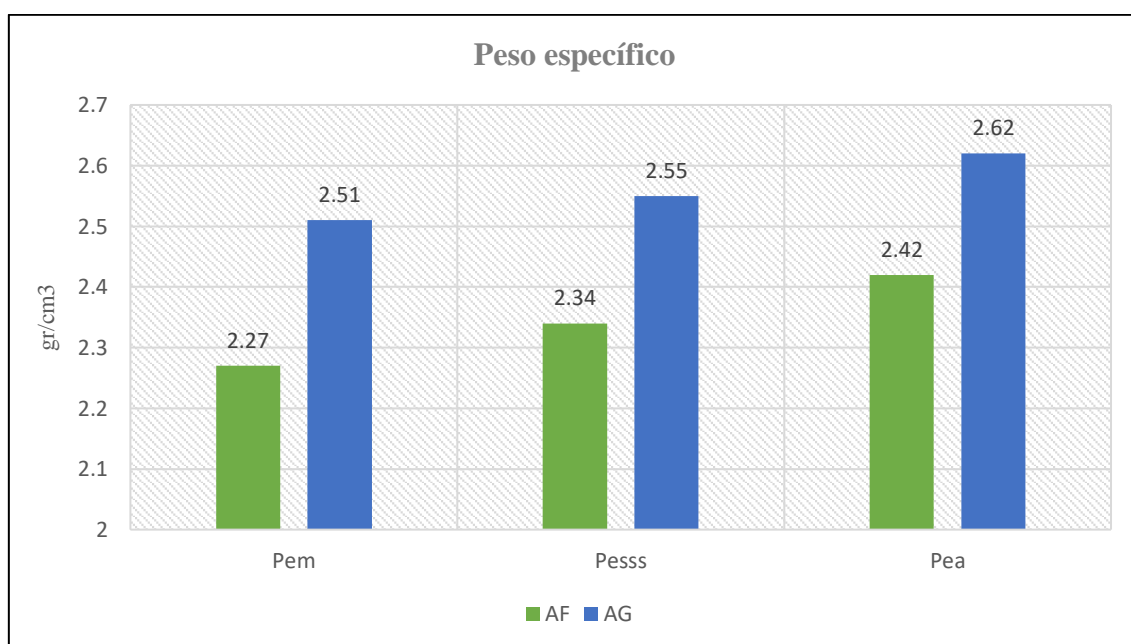
$$P_{ea} = \frac{A}{B + A - C}$$

- **ABSORCIÓN (A_b (%))**

$$A_b(\%) = \frac{S - A}{A} \times 100$$

Tabla 23*Resultados del Peso Específico de los Agregados*

Ensayo	Arena	Confitillo
Pem (gr/cm ³)	2.27	2.51
Pe SSS (gr/cm ³)	2.34	2.55
Pea (gr/cm ³)	2.42	2.62
Absorción (%)	2.79 %	1.71 %

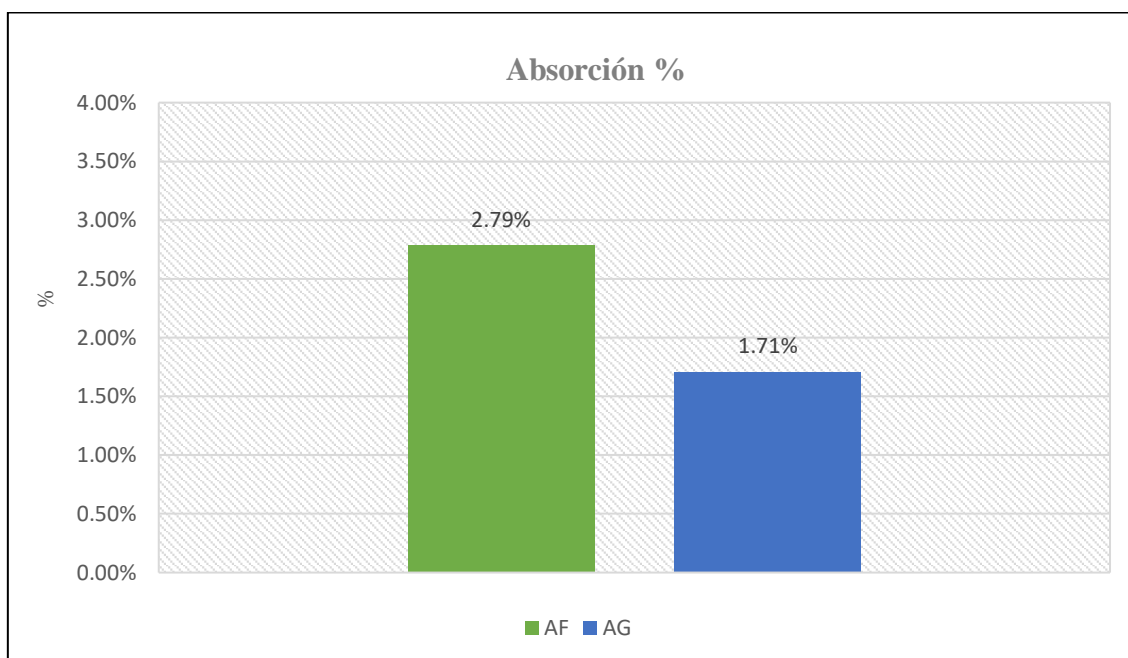
Figura 70*Peso Específico de los Agregados*

De acuerdo a estos resultados, el peso específico del confitillo es de 2.51 gr/cm³ valor que, está en el rango usual de las relaciones Peso/Volumen de los agregados cuyos límites son de 2.5 a 2.7 gr/cm³ (Ver Tabla 22), y el específico de la arena es 2.27 gr/cm³ cuyo valor no está en los rangos frecuentes de las relaciones Peso/Volumen de los agregados con límites de 2.5 a 2.7 gr/cm³ (Ver Tabla 22). De esta comparación se ha deducido que, el agregado fino estudiado concierne a un agregado fino más liviano de lo

habitual. Además, en la figura 73, se observa que, la arena, presenta absorción de 2.79 %, mientras que el confitillo presenta absorción de 1.71%.

Figura 71

Peso Específico de los Agregados



4.1.2. Propiedades físicas de los bloques con sustitución de arena por diferentes porcentajes de caucho granulado

4.1.2.1. Variación Dimensional de Bloques

Se realizó las pruebas de acuerdo a la NTP 399.604 para determinar la variación de las muestras representativas ensayadas. Las unidades ensayadas tienen las siguientes medidas promedio 38 cm de largo (L), 19.8 cm de alto (H) y 12.7 cm de ancho (A), por otra parte, este proceso también nos permite categorizar el bloque según la E.070, cuya norma limita la variación de la dimensión de $\pm 4\%$ de largo (L), $\pm 3\%$ para el alto (H) y $\pm 2\%$ para el ancho (A).

Se ensayó 10 bloques por cada dosificación tomando las medidas individuales de la longitud (L), altura (H) y ancho (A). Obteniendo:

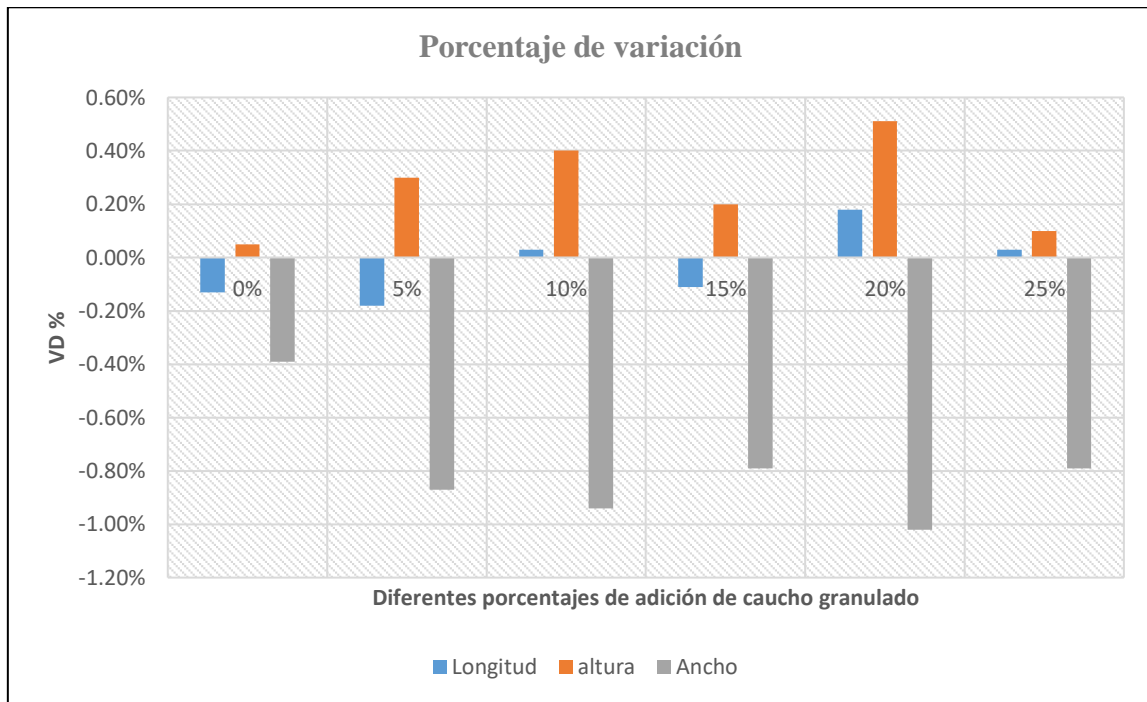
Tabla 24

Variación Dimensional de Bloques Portantes

% DE SUSTITUCIÓN	DIMENSIÓN DE MEDIDA	DIMENSIÓN NOMINAL. DN (cm)	DIMENSIÓN PROMEDIO. DP (cm)	VARIACIÓN (mm)	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)
0 % DE CAUCHO GRANULADO	Longitud	38	38.05	0.5	-0.13
	Altura	19.8	19.79	-0.1	0.05
	Ancho	12.7	12.75	0.5	-0.39
5 % DE CAUCHO GRANULADO	Longitud	38	38.07	0.7	-0.18
	Altura	19.8	19.74	-0.6	0.30
	Ancho	12.7	12.81	1.1	-0.87
10 % DE CAUCHO GRANULADO	Longitud	38	37.99	-0.1	0.03
	Altura	19.8	19.72	-0.8	0.40
	Ancho	12.7	12.82	1.2	-0.94
15 % DE CAUCHO	Longitud	38	38.04	0.4	-0.11
	Altura	19.8	19.76	-0.4	0.20
	Ancho	12.7	12.8	1	-0.79
20 % DE CAUCHO	Longitud	38	37.93	-0.7	0.18
	Altura	19.8	19.7	-1	0.51
	Ancho	12.7	12.83	1.3	-1.02
25 % DE CAUCHO	Longitud	38	37.99	-0.1	0.03
	Altura	19.8	19.78	-0.2	0.10
	Ancho	12.7	12.8	1	-0.79

Figura 72

Medidas del Bloque de Concreto



De las variaciones dimensionales se observa que los valores van incrementado a mayor porcentaje de sustitución de caucho, presentando los valores más altos en las muestras con 20% de remplazo de arena por caucho granulado con variaciones de 0.18% para la longitud (L), 0.51% para el alto (H) y -1.02% para el ancho (A), cumpliendo con lo establecido en la norma E.070, cuya norma limita la variación de la dimensión de $\pm 4\%$ de largo (L), $\pm 3\%$ para el alto (H) y $\pm 2\%$ para el ancho (A).

Aunque la variación sea mínima, indica que, el caucho trata de recobrar su forma luego de ser vibro-compactado. Cumpliendo, todas las muestras con diferentes porcentajes de remplazo, con los límites de la norma E.070.

4.1.2.2. Alabeo de Bloques

Se realizó los ensayos de acuerdo a la NTP 399.604 para determinar el alabeo cóncavo o convexo de las muestras representativas ensayadas, por otra parte, este proceso también nos permite categorizar el bloque según la E.070, cuya norma limita el alabeo máximo en mm de ± 4 .

Tabla 25

Alabeo de Bloques Portantes

% DE SUSTITUCIÓN	N° BLOQUE	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
		CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)
0 % DE CAUCHO GRANULADO	1	1	-	-	1
	2	-	1	-	-
	3	-	-	1	-
	4	-	2	1	-
	5	1	-	-	-
	PROMEDIO	0.40	0.60	0.40	0.20
5 % DE CAUCHO GRANULADO	1	-	2	2	-
	2	2	-	1	-
	3	-	1	-	-
	4	-	-	-	-
	5	-	2	-	-
	PROMEDIO	0.40	1	0.60	0.00
10 % DE CAUCHO GRANULADO	1	-	3	-	2
	2	1.5	-	-	-
	3	2	-	1	-
	4	3	-	2	-
	5	1	-	1	-
	PROMEDIO	1.50	0.60	0.80	0.40
15 % DE CAUCHO GRANULADO	1	1	-	1	-
	2	-	-	1	-
	3	-	2	-	1
	4	-	2	-	-
	5	-	2	1	-
	PROMEDIO	0.20	1.20	0.60	0.20
20 % DE CAUCHO GRANULADO	1	-	2	2	-
	2	-	1	-	2
	3	-	2.5	-	1
	4	-	1	-	1
	5	-	2	-	2
	PROMEDIO	0.00	1.70	0.40	1.20
25 % DE CAUCHO GRANULADO	1	-	2	-	2
	2	-	1.5	-	1
	3	-	1	-	1
	4	1	-	-	2
	5	-	1	-	1
	PROMEDIO	0.20	1.10	0.00	1.40

Figura 73

Muestras de Alabeo Cara Superior

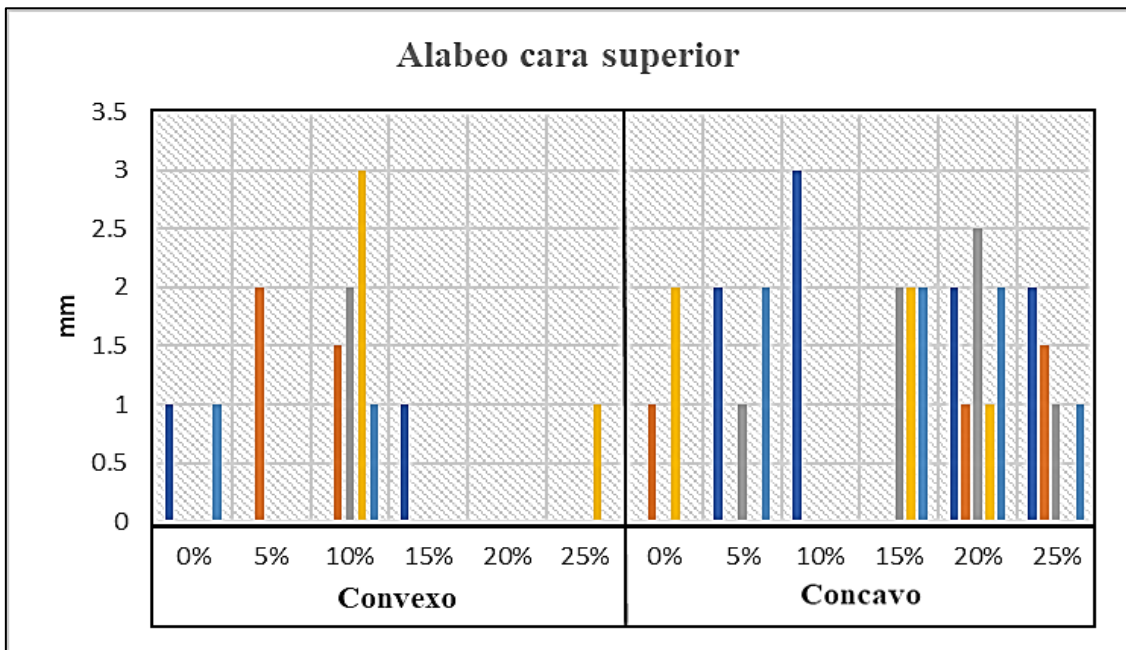
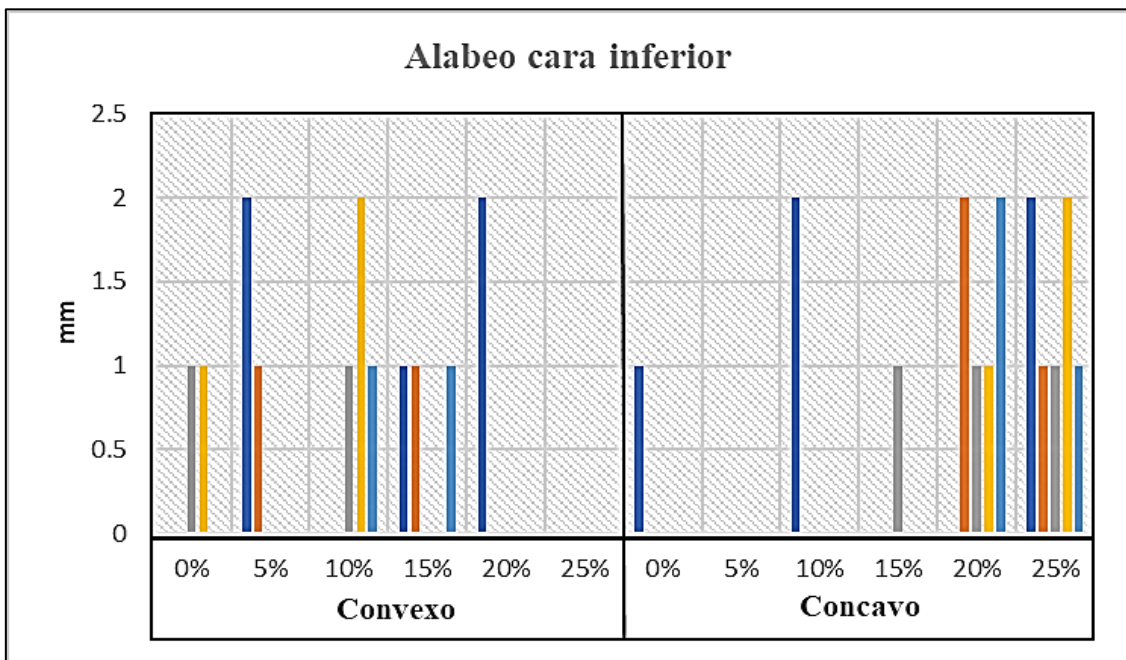


Figura 74

Muestras de Alabeo Cara Inferior



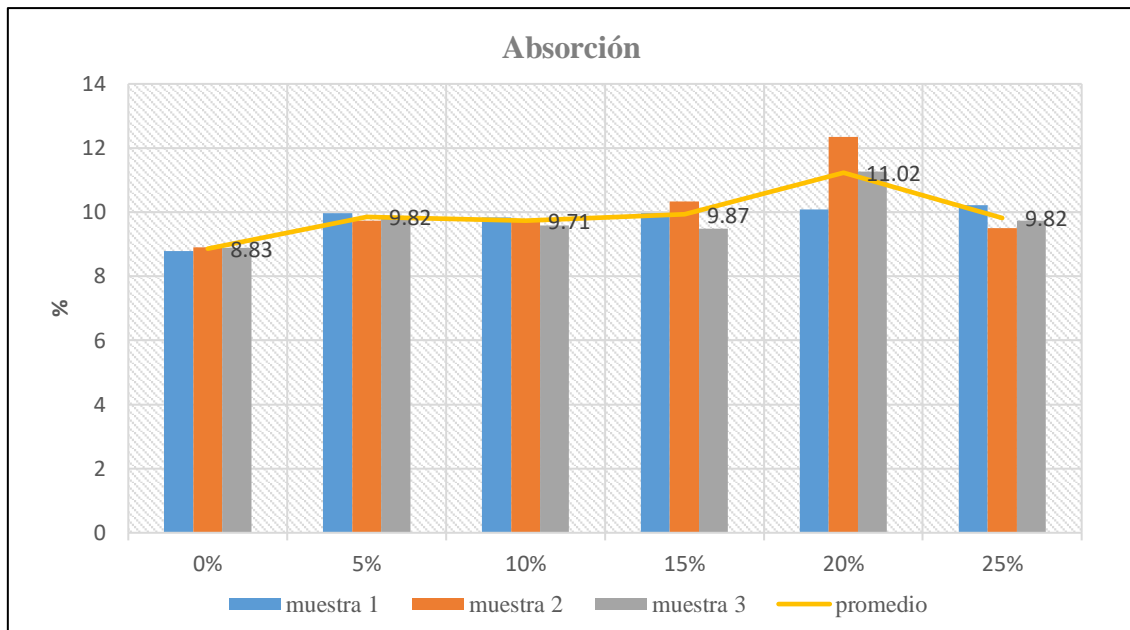
De acuerdo a estos resultados, observamos que los valores oscilan entre 0.2 mm y 1.40 mm cumpliendo con la norma E. 070, que limita un máximo de ± 4 mm.

4.1.2.3. Absorción de bloques

Los ensayos se desarrollaron con la NTP 399.604, se ensayaron 3 muestras representativas por cada porcentaje de sustitución.

Figura 75

Absorción del Bloque



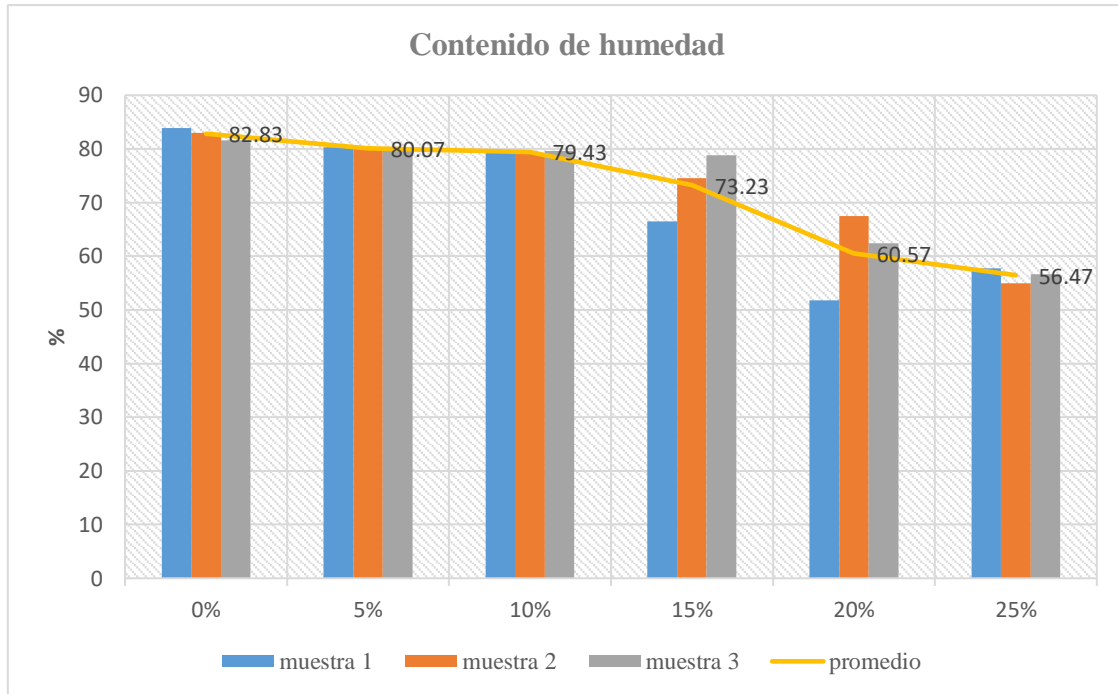
De acuerdo a estos resultados, los valores más altos se obtuvieron para el bloque con remplazo del 20% de arena por caucho granulado, cuyo valor promedio de absorción es de 11.02% cumpliendo con la norma E 070 (máx. 12%), por el lado contrario los valores más bajos se registraron en las muestras del bloque patrón 0% de remplazo de arena por caucho granulado con un valor de absorción de 8.83% cumpliendo de igual manera con la norma E 070 (MVCS, 2006).

4.1.2.4. Contenido de humedad de Bloques

Los ensayos se desarrollaron con la NTP 399.604 se ensayaron 3 muestras representativas por cada porcentaje de sustitución.

Figura 76

Humedad del Bloque de Concreto



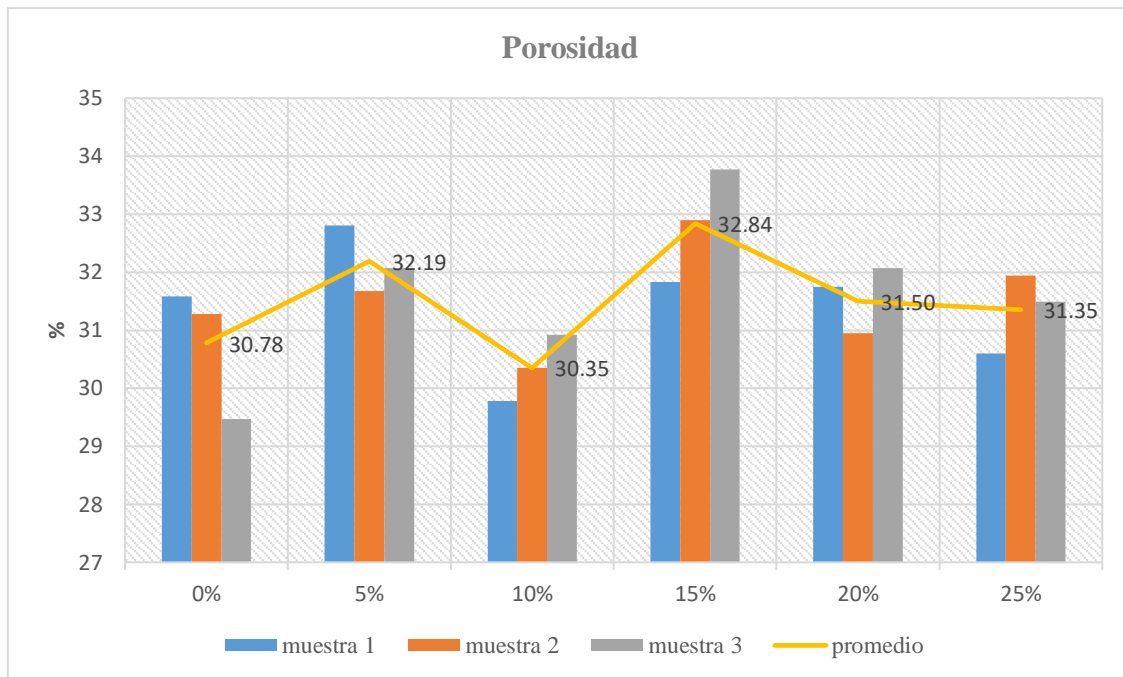
De acuerdo a estos resultados, los valores más altos se obtuvieron del bloque patrón 0% de remplazo de arena por caucho granulado, cuyo valor promedio de contenido de humedad es de 82.83% por el lado contrario los valores más inferiores se registraron en las muestras del bloque con sustitución de 25% de caucho granulado con un valor de 66.47%. Se verifica ver que a medida que, el porcentaje de remplazo de arena por caucho granulado incrementa el contenido de humedad disminuye, esto es natural ya que el caucho granulado presenta menos contenido de humedad que el árido al cual remplaza en diferentes porcentajes.

4.1.2.5. Porosidad y densidad de los Bloques

Los ensayos se desarrollaron según la ASTM 642-97, se ensayaron 3 muestras representativas por cada porcentaje y para cada ensayo.

Figura 77

Porosidad del Bloque de Concreto

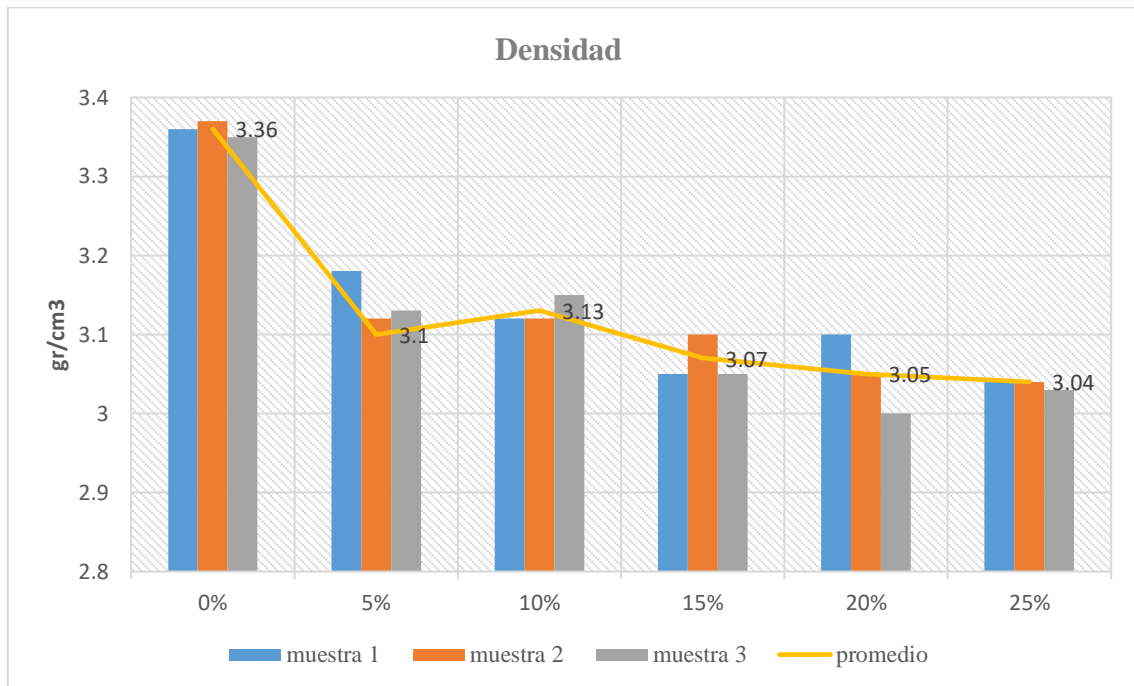


De acuerdo a estos resultados, valores más altos de porosidad se obtuvieron en las muestras del bloque con remplazo del 15% de arena por caucho granulado cuyo valor promedio de porosidad es de 32.84%, asimismo los valores más inferiores se registraron en la muestra del bloque con remplazo de 10% de arena por caucho granulado con un valor del 30.35%.

La porosidad sigue una tendencia no lineal, con decrementos continuos que, no se relacionan con el porcentaje de sustitución de caucho granular,

Figura 78

Densidad del Bloque de Concreto



De acuerdo a estos resultados, los datos más elevados del ensayo de Densidad se obtuvieron en el bloque patrón 0% de remplazo de arena por caucho granulado, con una densidad de 3.36 gr/cm³, mientras que los valores más inferiores se alcanzaron en las muestras de los bloques con sustitución 25% de caucho granulado con un valor de 3.04 gr/cm³.

A medida que, el remplazo de agregado fino por caucho granulado aumenta, la densidad de las muestras ensayadas disminuye. Esto quiere decir que el caucho granulado presenta una densidad más baja que el árido convencional.

4.1.2.6. Vacíos en Bloques

Los ensayos se desarrollaron según la NTP 399.613 se ensayaron 3 muestras representativas por cada porcentaje de sustitución. Clasificando a las unidades como Huecas ya que, según la norma de albañilería E.070 su área neta es menor del 70 % con respecto al área bruta.

Tabla 26

Vacíos de Bloques Portantes

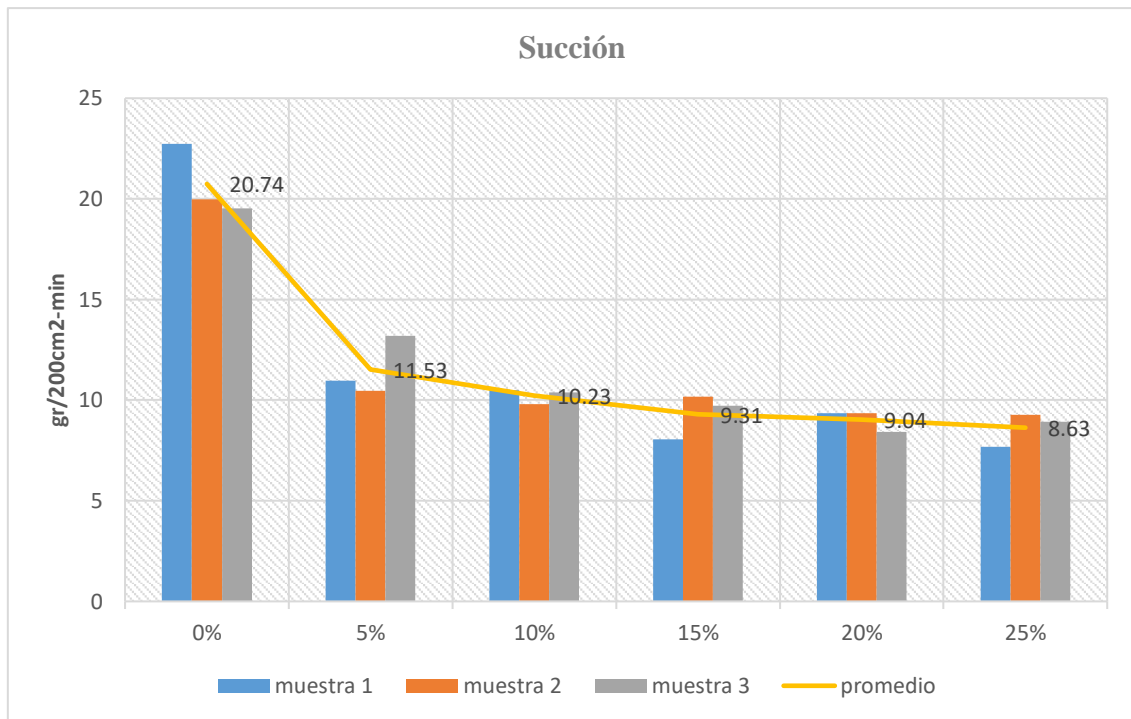
% DE VACÍOS DE BLOQUES PORTANTES									
MUESTRA	L (cm)	A (cm)	A. BRUTA (cm²)	LV (cm)	AV (cm)	A. VACÍOS (cm²)	A. NETA (cm²)	A. NETA (%)	CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES
ADICIONANDO 0 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	38.3	13.1	501.73	30.9	8.8	271.92	229.81	45.80	HUECA
2	38.2	13.1	500.42	30.8	8.7	267.96	232.46	46.45	
3	38.1	12.9	491.49	30.7	8.8	270.16	221.33	45.03	
ADICIONANDO 5 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	37.9	13	492.7	30.7	8.6	264.02	228.68	46.41	HUECA
2	38	13.1	497.8	30.6	8.7	266.22	231.58	46.52	
3	38.2	13.1	500.42	30.7	8.6	264.02	236.4	47.24	
ADICIONANDO 10 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	38.1	13	495.3	30.7	8.7	267.09	228.21	46.08	HUECA
2	38	12.9	490.2	30.7	8.7	267.09	223.11	45.51	
3	38.2	13.1	500.42	30.7	8.6	264.02	236.4	47.24	
ADICIONANDO 15 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	38.2	13	496.6	30.8	8.7	267.96	228.64	46.04	HUECA
2	38.1	12.9	491.49	30.7	8.7	267.09	224.4	45.66	
3	38	13	494	30.7	8.8	270.16	223.84	45.31	
ADICIONANDO 20 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	37.9	13	492.7	30.8	8.6	264.88	227.82	46.24	HUECA
2	37.9	13	492.7	30.8	8.6	264.88	227.82	46.24	
3	38	13.1	497.8	30.6	8.8	269.28	228.52	45.91	
ADICIONANDO 25 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	38	13	494	30.6	8.7	266.22	227.78	46.11	HUECA
2	37.9	13.1	496.49	30.8	8.7	267.96	228.53	46.03	
3	37.9	13	492.7	30.6	8.8	269.28	223.42	45.35	

4.1.2.7. Succión de Bloques de Concreto

Los ensayos se desarrollaron según la NTP 399.613 613 se ensayaron 3 muestras representativas por cada porcentaje de sustitución.

Figura 79

Succión del Bloque de Concreto



De acuerdo a estos resultados, los valores más altos de Succión se obtuvieron en las muestras del bloque patrón 0% de remplazo de arena por caucho granulado, cuyo valor promedio de succión es de 20.74 gr/200cm²-min, por el lado contrario los valores más bajos se reconocieron en la muestra del bloque con remplazo de 25% de arena por caucho granulado, con un valor del 8.63 gr/200cm²-min, las succiones presentadas en todas las muestras son menos de 25 gr/200cm²-min, cumpliendo con la norma NTP 399.613.

4.1.3. Propiedades mecánicas de los bloques con sustitución de arena por diferentes porcentajes de caucho granulado

4.1.3.1. Resistencia a compresión

Las pruebas se desarrollaron con la NTP 399.604, se ensayaron 5 bloques de concreto por cada dosificación, teniendo en cuenta que tenemos las siguientes dosificaciones, 0, 5, 10, 15, 20 y 25% de sustitución de arena por caucho granulado, se ha ensayado un total de 30 boques.

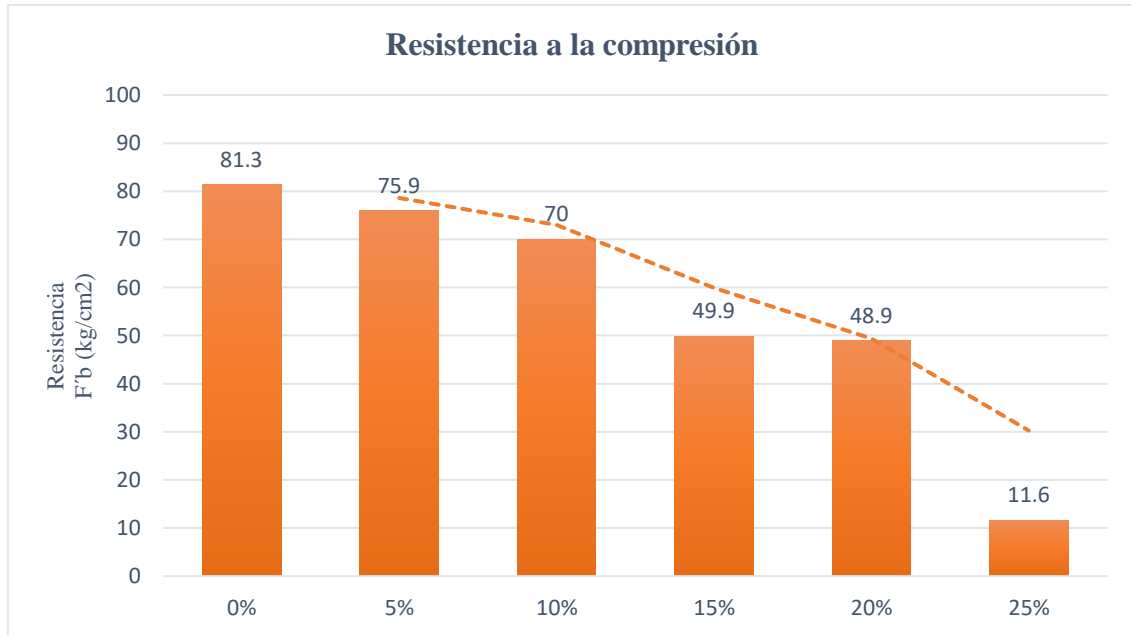
Tabla 27

Resistencia a Compresión Simple

% DE SUSTITUCIÓN	N° MUESTRAS	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm²)	DESV. ESTANDAR (σ)	f'b (kg/cm²)
0 % DE CAUCHO GRANULADO	1	81.3	83.4	2.11	81.3
	2	84.2			
	3	81.5			
	4	86.4			
	5	83.8			
5 % DE CAUCHO GRANULADO	1	76.6	77.1	1.19	75.9
	2	78.1			
	3	78.7			
	4	76.1			
	5	76.2			
10 % DE CAUCHO GRANULADO	1	71.5	73.5	3.42	70.0
	2	72.6			
	3	78.6			
	4	69.8			
	5	74.9			
15 % DE CAUCHO GRANULADO	1	52.4	54.2	4.31	49.9
	2	50.2			
	3	61.3			
	4	52.2			
	5	54.9			
20 % DE CAUCHO GRANULADO	1	55.1	52.3	3.40	48.9
	2	56.2			
	3	52.1			
	4	48.1			
	5	50.0			
25 % DE CAUCHO GRANULADO	1	10.6	14.4	2.73	11.6
	2	13.3			
	3	13.8			
	4	16.7			
	5	17.4			

Figura 80

Resistencia a Compresión con Diferente Porcentajes de Sustitución de Arena por Caucho Granulado

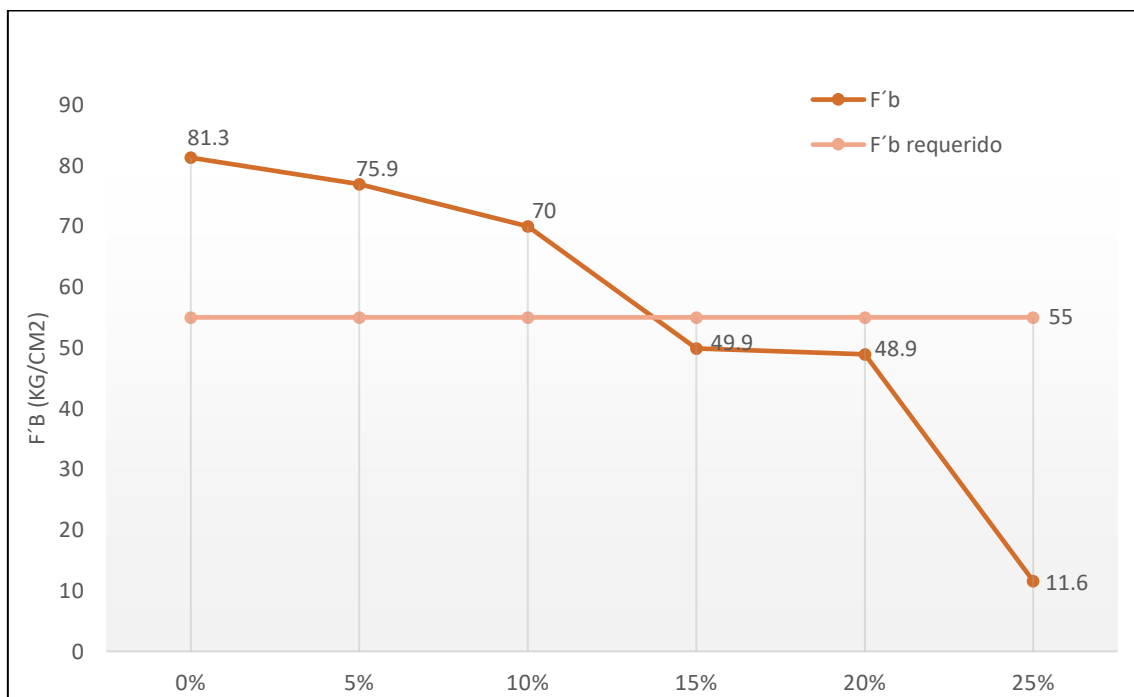


De acuerdo a estos resultados se observa que, los bloques con remplazo de 0% de arena por caucho granulado obtienen una resistencia característica a la compresión f'_b de 81.3 kg/cm², así mismos los bloques de concreto con remplazo de 5% de arena por caucho granulado una resistencia característica a la compresión f'_b de 75.9 kg/cm², los bloques de concreto con remplazo de 10% de agregado fino por caucho granulado una resistencia característica a la compresión de f'_b 70 kg/cm², mientras que los bloques de concreto con remplazo de 15% de arena por caucho granulado obtienen una firmeza característica a compresión de f'_b 49.9 kg/cm², así mismo los bloques con remplazo de 20% de arena por caucho granulado una firmeza característica a la compresión de f'_b 48.9 kg/cm², mientras que los bloques de concreto con remplazo de 25% de agregado fino por caucho granulado obtienen una resistencia de f'_b 11.6 kg/cm².

De acuerdo a estos resultados, puede notarse que los bloques con remplazo de 0 %, 5 % y 10 % de arena por caucho granulado cumplen con la mínima (f'_b 50 kg/cm²) para bloques portantes con la Norma Peruana E.070 (MVCS, 2006), mientras que los bloques con sustitución de 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado no cumplen con la norma E .070. Asimismo, se puede ver que, a medida que el remplazo de agregado fino por caucho granulado incrementa la resistencia característica a compresión f'_b disminuye.

Figura 81

Resistencia a la Compresión



Con los datos obtenidos de la tala 27, se ha generado una ecuación de regresión lineal [% óptimo = 81.53 + 18.69 x % de sustitución – 1080 x (% de sustitución ^ 2)] para definir el porcentaje más óptimo de aprovechamiento de caucho granular, que signifique el mayor volumen posible de sustitución pero que, cumpla con la norma E.070. Trabajando con un 13 % de remplazo de agregado fino por caucho granulado, como el porcentaje más óptimo.

4.1.3.2. Resistencia a la compresión en pilas

Los ensayos se desarrollaron según la NTP 399.605 se ensayaron 3 pilas elaboradas con el bloque patrón (sin sustitución de arena por caucho granulado).

Tabla 28

Resistencia a Compresión En pilas

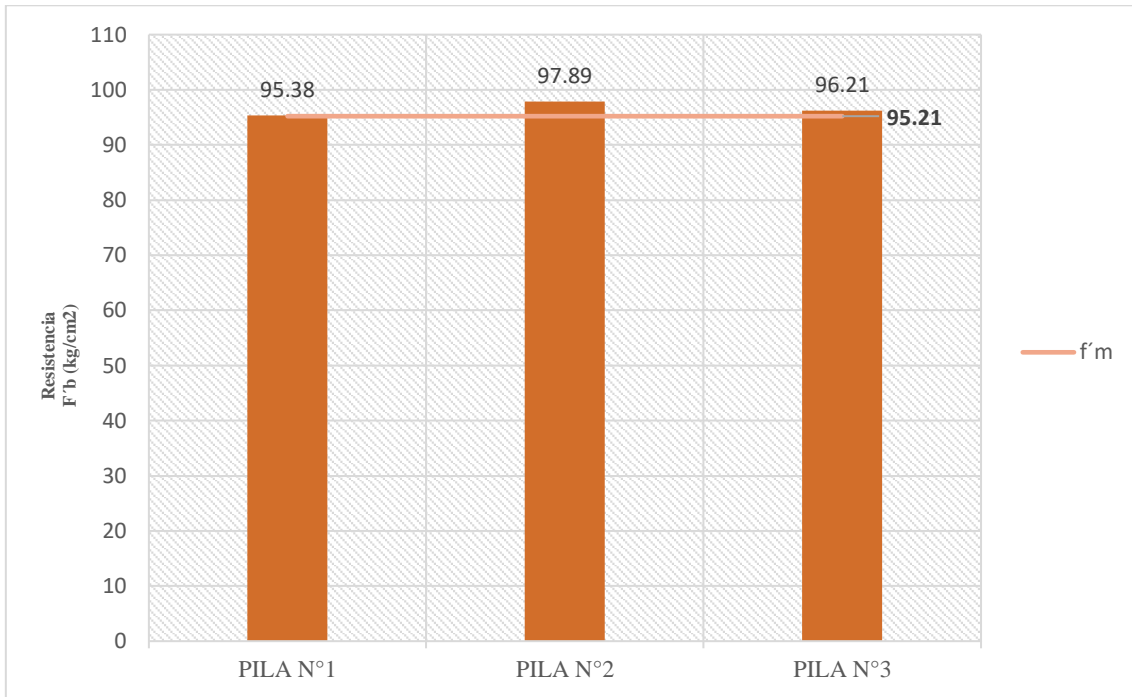
N°	Código / muestra	DÍAS	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			Área bruta (cm ²)	Carga máx. (Kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	EBELTEZ (H/E)	Factor de correc. Esbeltez SENCICO	Resistencia corregida (kg/cm ²)
			ANCHO (A)	LARGO (L)	ALTO (H)						
1	PILA	14	12.8	38	40	265.9	23052	86.7	3.1	1.10	95.38
2	PILA	14	12.7	38	40	265.9	23658	89.0	3.1	1.10	97.89
3	PILA	14	12.7	38	39.5	265.9	23251	87.5	3.1	1.10	96.21
PROMEDIO											96.49
DESV.ESTANDAR											1.28
f'm											95.21

De acuerdo a estos resultados, las pilas obtienen una resistencia media de 96.49 kg/cm² con una desviación estándar de 1.28 por lo que, se alcanza una firmeza característica a compresión de $f'_m = 95.21 \text{ kg/cm}^2$, que simboliza la firmeza mínima para el 84% de los especímenes, cumplen con la Norma Peruana E. 070 (MVCS, 2006).

La resistencia a la compresión de las pilas cumple con la Norma Peruana E. 070 (MVCS, 2006), que establece una resistencia a compresión f'_m de 74 kg/cm² como mínimo para pilas de bloques portantes de concreto.

Figura 82

Resistencia a la Compresión en Pilas



4.1.3.3. Resistencia al corte diagonal en muretes

Los ensayos se desarrollaron según la NTP 399.621, se ensayaron 3 muretes elaborados con el bloque patrón. Las dimensiones de los muretes realizados son en promedio de 79 cm de alto, 79 cm de largo y 12.7 cm de ancho con una diagonal principal de 1.10 cm dando un área diagonal de 1397 cm².

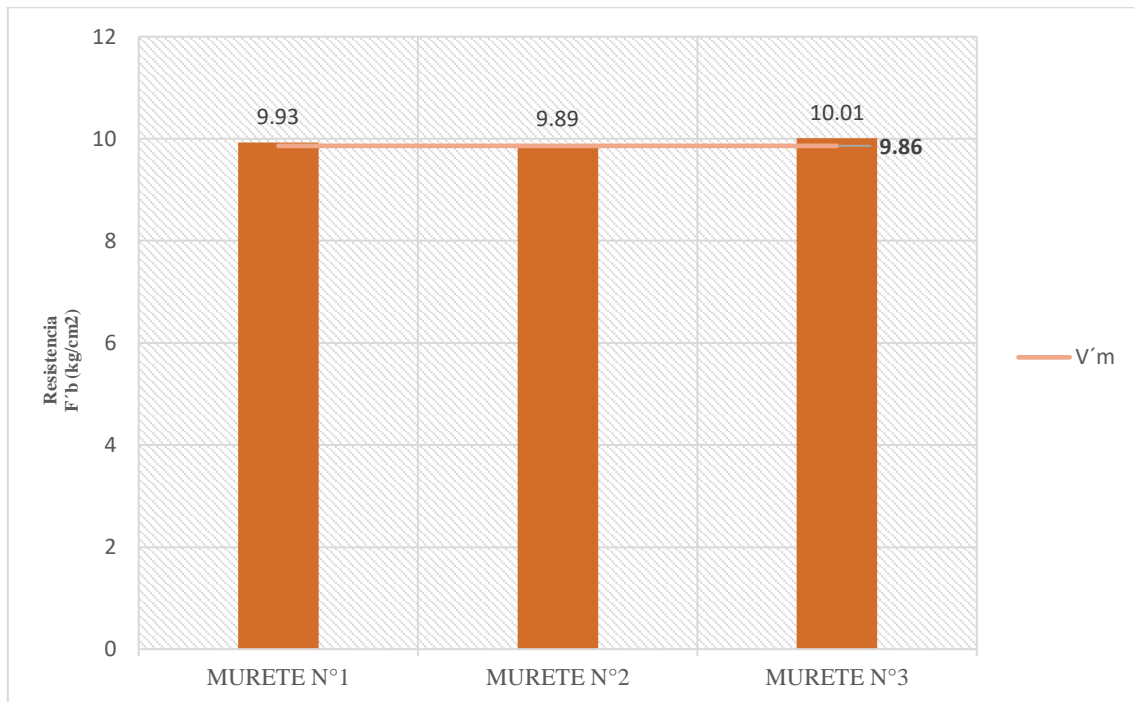
Tabla 29

Resistencia al Corte Diagonal en Muretes

N° Muestra	Días	Unidad Dimensiones promedio (cm)			Diagonal principal (cm)	Área diagonal (cm ²) (A diag.)	Carga máx. (Kg) (w)	Resistencia al corte obtenida	
		LARGO	ANCHO	ALTO				kg/cm ²	Kpa
MURETE N°01	14	79.00	12.70	79.20	110.00	1397.00	11096	9.93	9.74E+02
MURETE N°02	14	79.05	12.70	79.10	110.00	1397.00	11025	9.89	9.67E+02
MURETE N°03	14	79.10	12.70	79.12	110.00	1397.00	11185	10.01	9.81E+02
Promedio (vm)							9.93	9.74E+02	
Desv.estandar (s)							0.07	7.03	
V'm							9.86	9.76E+02	

Figura 83

Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes



De acuerdo a estos resultados, los muretes alcanzaron una resistencia a la corte diagonal media de 9.93 kg/cm^2 con una desviación estándar de 0.07 kg/cm^2 por lo que obtenemos una resistencia al corte diagonal v'_m de **9.86 kg/cm^2** que simboliza la firmeza mínima para el 84% de los especímenes (San Bartolomé, 2008).

La resistencia de los muretes cumple con la Norma Peruana E. 070 (MVCS, 2006), que establece una resistencia a compresión v'_m de 8.6 kg/cm^2 como mínimo para muretes de bloques portantes de concreto.

4.1.4. Propiedades físicas de los bloques con sustitución de arena por el porcentaje óptimo de caucho granulado

4.1.4.1. Variación Dimensional de Bloques

Se hizo los ensayos con la NTP 399.604 para determinar la variación de las muestras representativas ensayadas. Los bloques ensayados tienen las siguientes medidas promedio 38 cm de largo (L), 19.8 cm de alto (H) y 12.7 cm de ancho (A).

Se ensayo 10 bloques tomando las medidas individuales de la longitud (L), altura (H) y ancho (A). Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 30

Dimensión Promedio con el Porcentaje Óptimo de Sustitución

DIMENSIÓN PROMEDIO CON EL ÓPTIMO DE 13% DE REMPLAZO DE AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO			
MUESTRA	DIM. MEDIDA LONGITUD (cm)	DIM. MEDIDA ALTURA (cm)	DIM. MEDIDA ANCHO (cm)
1	38	19.8	12.7
2	38	19.8	12.8
3	38.1	19.7	12.7
4	38.1	19.8	12.8
5	38	19.8	12.7
6	38.1	19.7	12.8
7	38.1	19.8	12.7
8	38.1	19.8	12.8
9	38	19.8	12.7
10	38.1	19.7	12.8
DIM.PROMEDIO (cm)	38.06	19.77	12.75

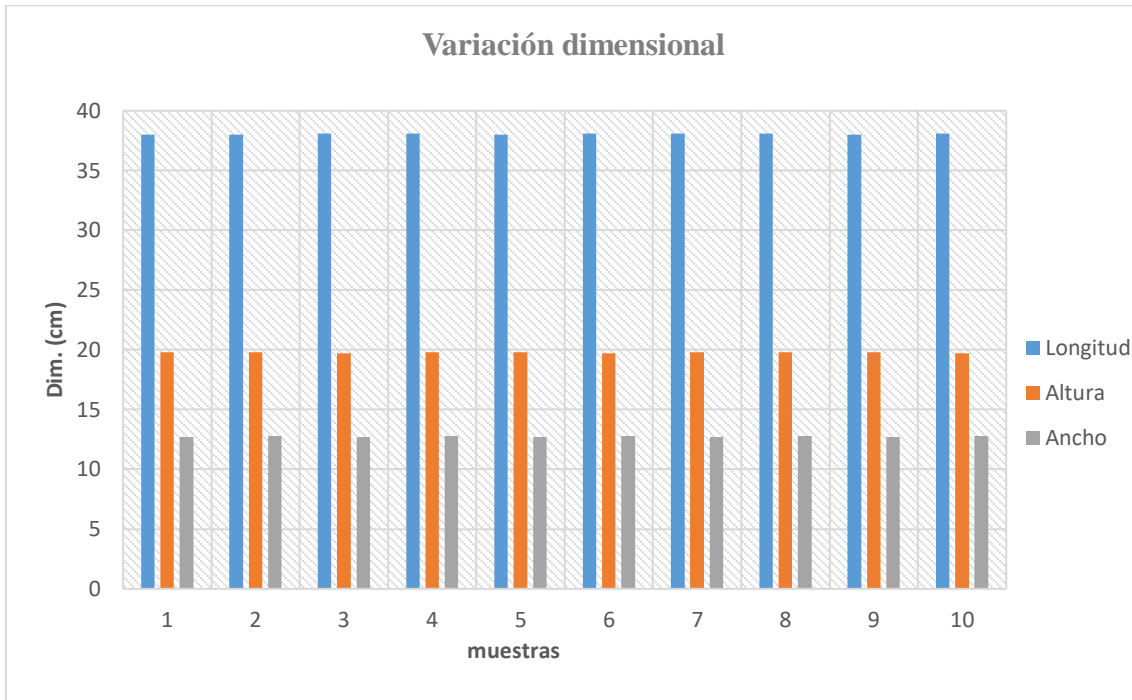
Tabla 31

Variación Dim. del Bloque de Concreto con el Porcentaje Óptimo de Sustitución

DIMENSIÓN DE MEDIDA	DIMENSIÓN NOMINAL. DN (cm)	DIMENSIÓN PROMEDIO. DP (cm)	VARIACIÓN (mm)	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)
Porcentaje óptimo del 13% de remplazo de arena por caucho granulado				
Longitud	38	38.06	0.6	-0.16
Altura	19.8	19.77	-0.3	0.15
Ancho	12.7	12.75	0.5	-0.39

Figura 84

Medidas del Bloque con el Porcentaje Óptimo de Sustitución



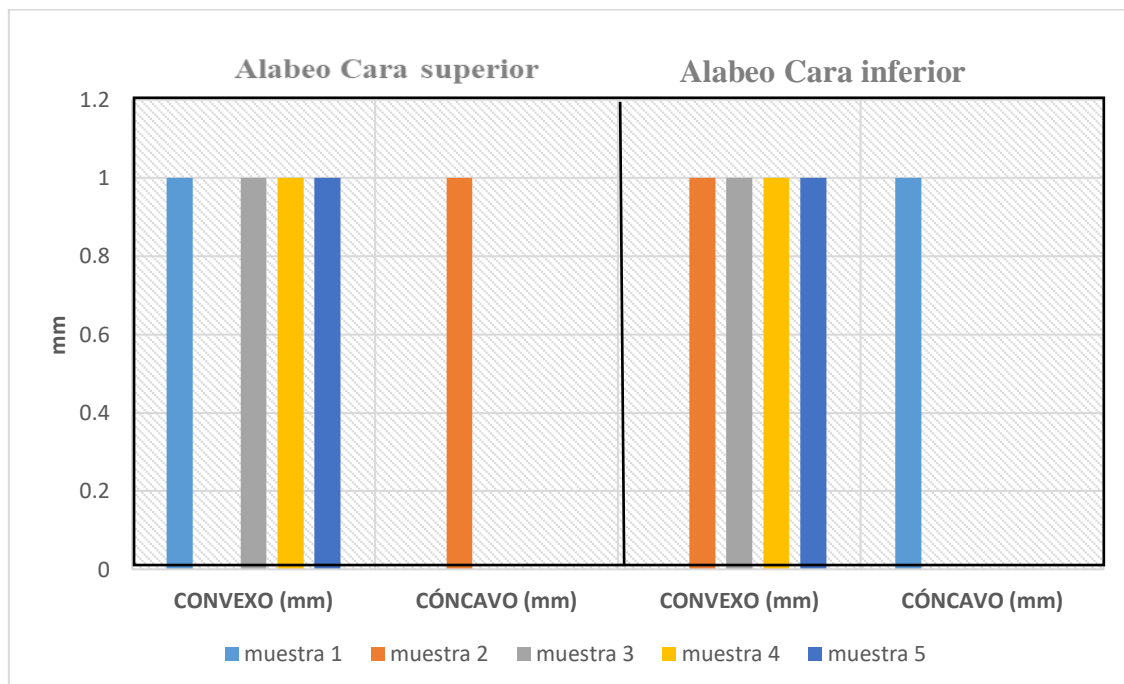
De las variaciones dimensionales en longitud (L), elevación (H) y ancho (A). Se observa un porcentaje de variación de -0.16% en la longitud (L), de 0.15% para el alto (H) y -0.39% para el ancho (A), cumpliendo con lo establecido en la norma E.070 (MVCS, 2006), cuya norma limita la variación de la dimensión de $\pm 4\%$ de largo (L), $\pm 3\%$ para el alto (H) y $\pm 2\%$ para el ancho (A).

4.1.4.2. Alabeo de Bloques

Se efectuó los ensayos según la NTP 399.604 para determinar el alabeo cóncavo o convexo de las muestras representativas ensayadas, por otra parte, este proceso también nos permite categorizar el bloque de concreto según la E.070 (MVCS, 2006), cuya norma limita el alabeo máximo en mm de ± 4 .

Tabla 32*Alabeo del Bloque de Concreto con el Porcentaje Óptimo de Reemplazo*

ALABEO DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES				
N° ESPÉCIMEN	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)
1	1	-	-	1
2	1	-	1	-
3	1	-	1	-
4	-	1	1	-
5	1	-	1	-
PROMEDIO (mm)	0.80	0.20	0.80	0.20

Figura 85*Alabeo de Bloques con el Porcentaje Adecuado de Sustitución*

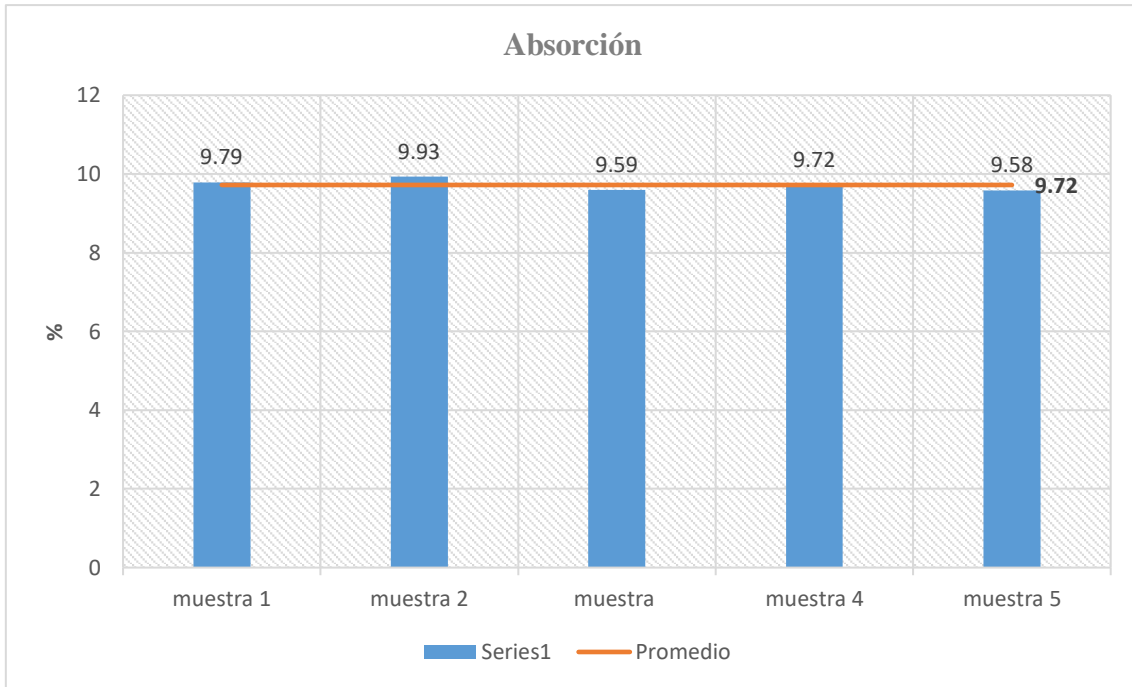
Según estos resultados, observamos que las muestras elaboradas con la dosificación adecuada (13%) de reemplazo de arena por caucho granulado, presentan alabeos cóncavos como convexas presentando valores entre 0.2 mm y 0.8mm cumpliendo con lo establecido en la norma E. 070 (MVCS, 2006), la cual limita ± 4 mm de alabeo máximo.

4.1.4.3. Absorción de Bloques de Concreto

Los ensayos se desarrollaron según la NTP 399.604, se ensayaron 5 muestras representativas elaboradas con 13% de remplazo de arena por caucho granulado.

Figura 86

Absorción del Bloque con el Porcentaje Óptimo de Sustitución



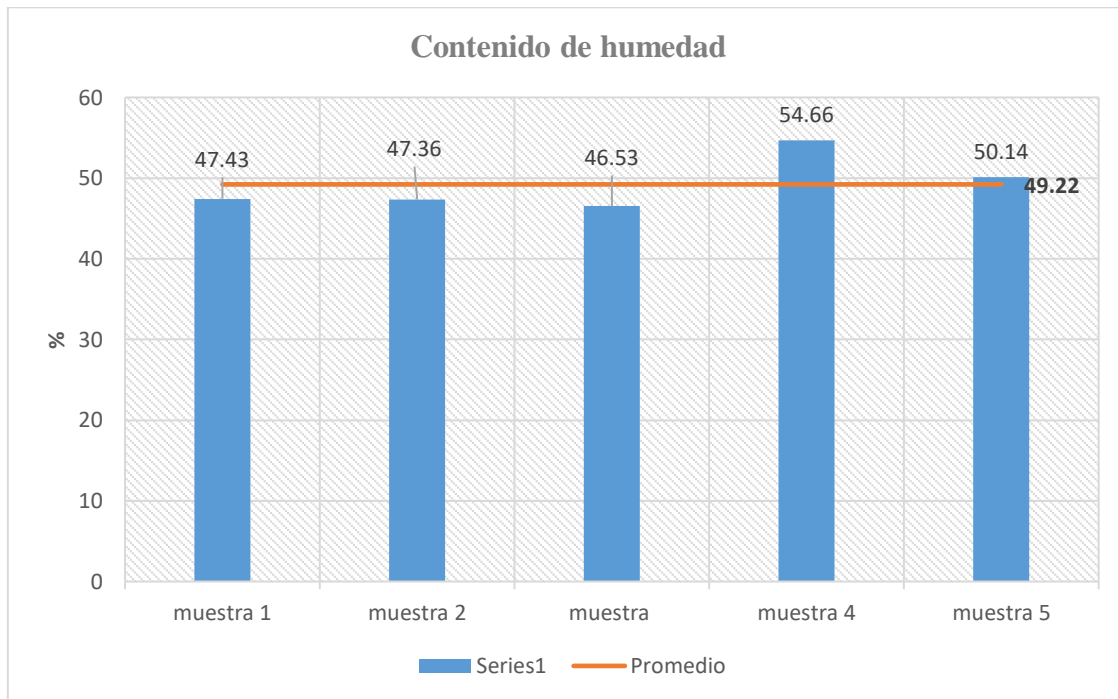
De acuerdo a estos resultados, se obtuvo un valor promedio de 9.72 % cumpliendo con los límites (12% máx.) de la norma E. 070.

4.1.4.4. Contenido de humedad de Bloques de Concreto

Los ensayos se desarrollaron según la NTP 399.604, se ensayaron 5 muestras representativas.

Figura 87

Contenido de Humedad del Bloque con el Porcentaje Óptimo



De acuerdo a estos resultados, se obtuvieron valores de 47.43 %, 47.36 %, 46.53 %, 54.66 % y 50.14 % para cada muestra ensayada respectivamente, con un valor promedio de 49.22 % de contenido de humedad. Si lo comparamos con el bloque patrón (0 % de remplazo de arena por caucho granulado), observamos que presenta un contenido de humedad más bajo, esto es natural ya que el caucho granulado presenta menos humedad que el agregado fino al cual está remplazando.

4.1.4.5. Porosidad y densidad de los Bloques

Los ensayos se desarrollaron de acuerdo a la ASTM 642-97, se ensayaron 5 muestras representativas, elaboradas con el 13% de remplazo de arena por caucho granulado.

Figura 88

Porosidad del Bloque con el Porcentaje Óptimo de Sustitución

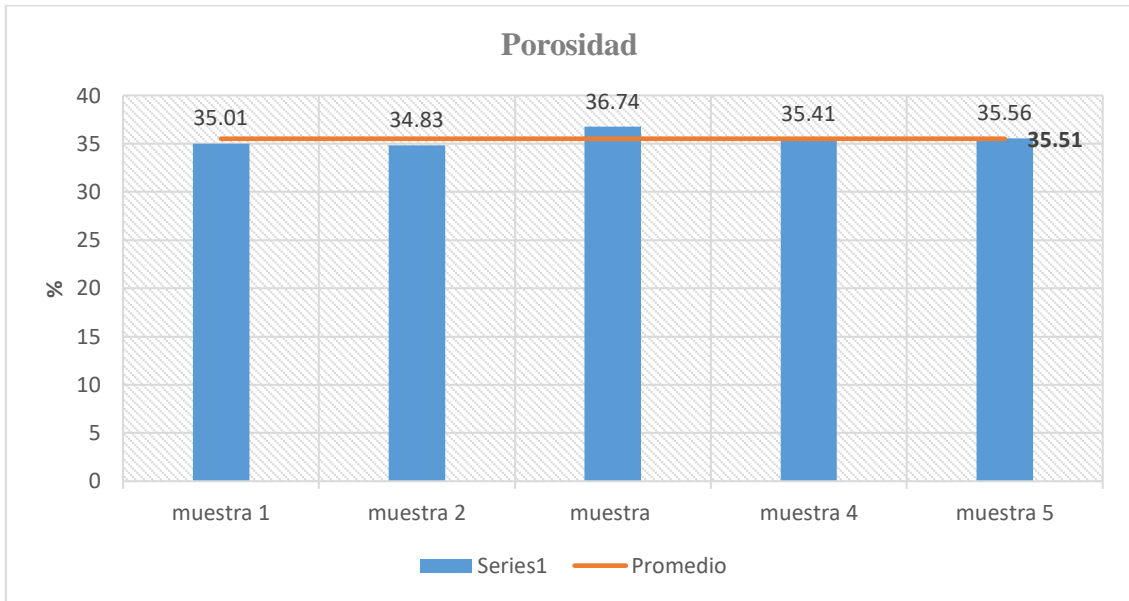
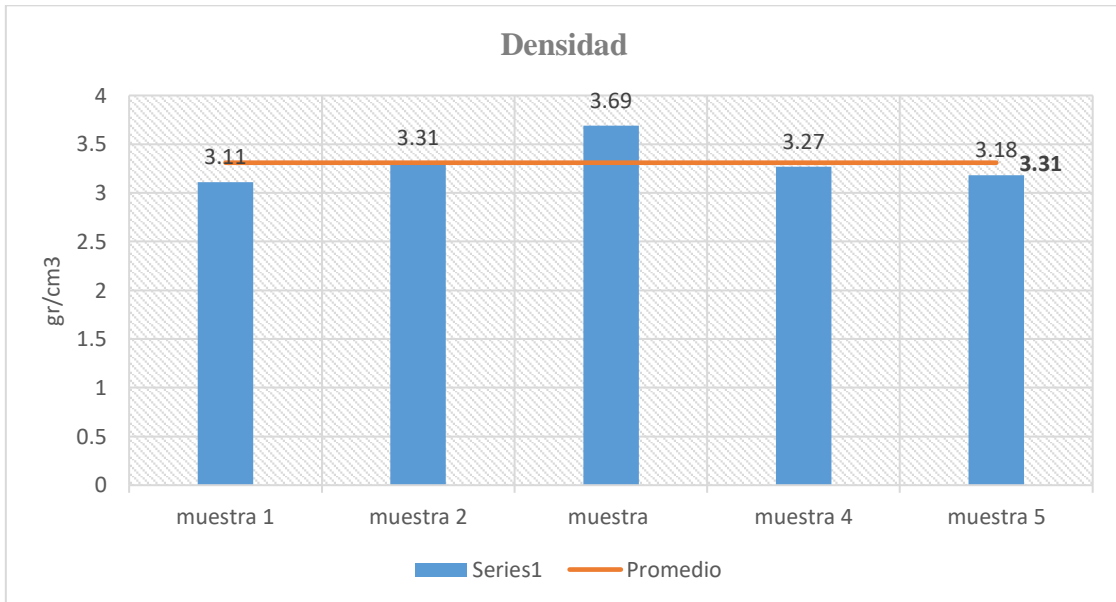


Figura 89

Densidad del Bloque con el Porcentaje Óptimo de Sustitución



De acuerdo a estos resultados, el bloque presenta una porosidad de 35.51 % y una densidad de 3.31 gr/cm³. Observamos que estos valores disminuyeron en comparación al bloque patrón. Esto quiere decir que el caucho granulado presenta una densidad más baja que el árido convencional.

4.1.4.6. Porcentaje de vacíos de Bloques

Los ensayos se desarrollaron según la NTP 399.613, se ensayaron 5 muestras con el porcentaje adecuado. Clasificando a las unidades como Huecas.

Tabla 33

Porcentaje de vacíos del Bloque con el Porcentaje Óptimo de Sustitución

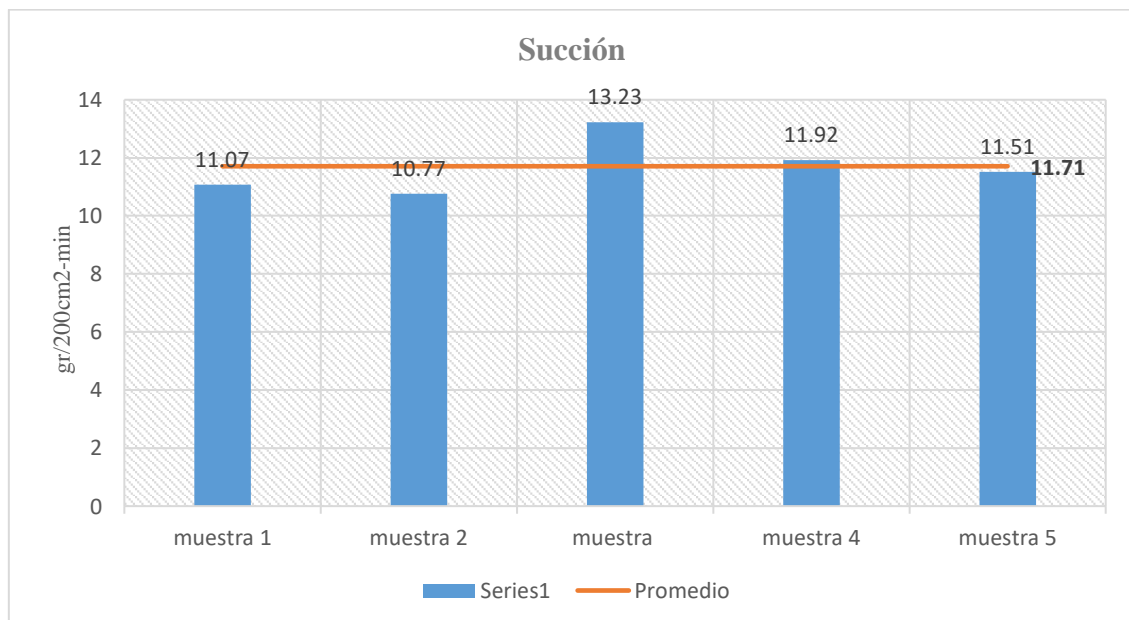
% DE VACÍOS DE BLOQUES PORTANTES									
MUESTRA	L (cm)	A (cm)	A. BRUTA (cm ²)	LV (cm)	AV (cm)	A. VACÍOS (cm ²)	A. NETA (cm ²)	A. NETA (%)	CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES
1	38	12.8	486.40	30.7	8.7	267.09	219.31	45.09	
2	38.1	12.8	487.68	30.8	8.8	271.04	216.64	44.42	
3	38.1	12.7	483.87	30.8	8.8	271.04	212.83	43.98	HUECA
4	38	12.7	482.60	30.6	8.7	266.22	216.38	44.84	
5	38	12.8	486.40	30.7	8.7	267.09	219.31	45.09	

4.1.4.7. Succión de Bloques de Concreto

Los ensayos se desarrollaron según la NTP 399.613 613, se ensayaron 5 muestras.

Figura 90

Succión del Bloque de Concreto



De acuerdo a estos resultados, se obtuvieron valores de 11.07 gr/200cm²-min, 10.77 gr/200cm²-min, 13.23 gr/200cm²-min, 11.92 gr/200cm²-min y 11.51 gr/200cm²-min; para cada muestra respectiva, obteniendo un valor promedio de Succión de 11.71 gr/200cm²-min, cuyo valor es menor que 25 gr/200cm²-min cumpliendo con la norma NTP 399.613.

4.1.5. Propiedades mecánicas de los bloques con sustitución de arena por el porcentaje óptimo de caucho granulado

4.1.5.1. Resistencia a compresión

Las pruebas se desarrollaron según la NTP 399.604, se ensayaron 5 bloques con remplazo de arena por el 13% de caucho granulado, para cada edad de ensayo a los 7 días, 14 días y 28 días, ensayando un total de 15 boques.

Tabla 34

Resistencia a Compresión a una Semana

N°	CÓDIGO/ MUESTR A	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUT A (cm ²) (A)	CARG A (KN) KN	CARG A MÁX. (KN) W	RESISTENC IA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENC IA OBTENIDA (Kpa) Kpa
			LARGO	ANCHC	ALTO					
1	Bloque A	11710	38.2	12.7	19.8	265.82	103.5	10554	39.7	3.89E+03
2	Bloque B	11838	38.1	12.6	19.9	265.80	108.6	11069	41.6	4.08E+03
3	Bloque C	11710	38.1	12.7	19.7	265.81	111.9	11410	42.9	4.21E+03
4	Bloque D	11876	38.0	12.6	19.8	265.82	106.8	10886	41.0	4.02E+03
5	Bloque E	11780	38.2	12.5	19.5	265.83	108.3	11043	41.5	4.07E+03
PROMEDIO									41.4	4.06E+03
DESV. ESTANDAR									1.17	1.15E+02
f_b									40.2	3.94E+03

Figura 91

Resistencia a la Compresión a una Semana

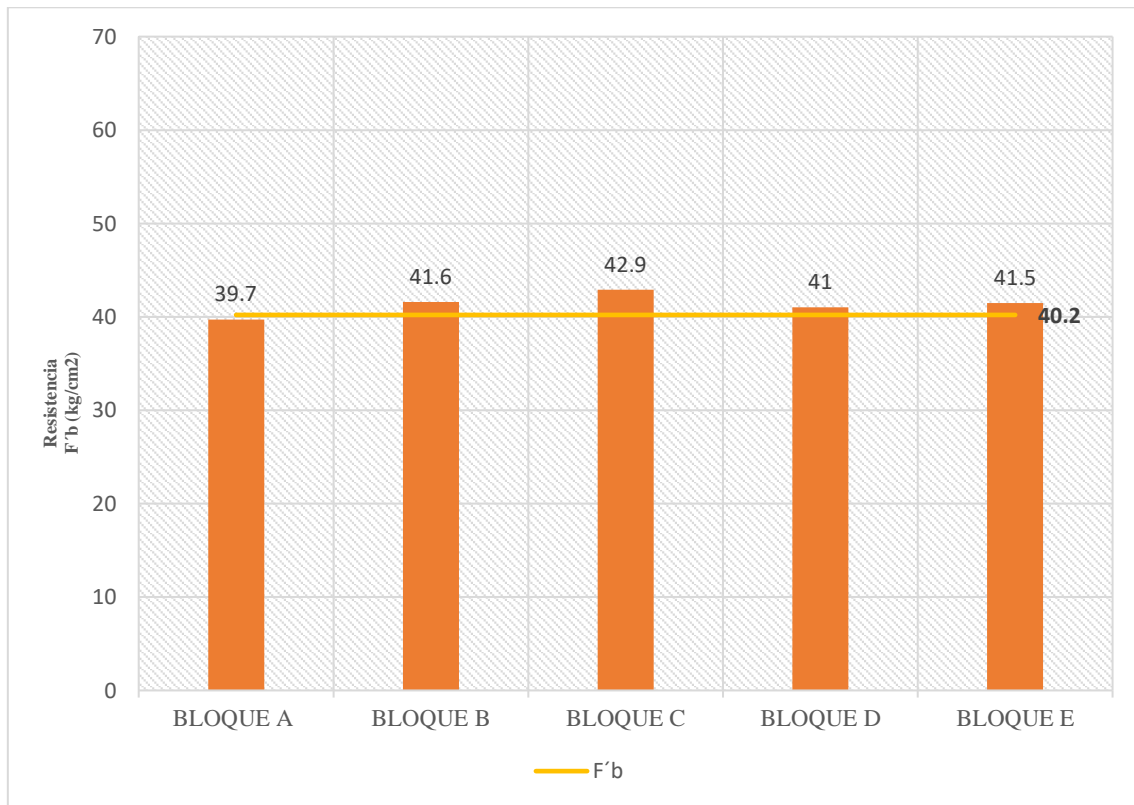


Tabla 35

Resistencia a la Compresión a las Dos Semanas

N°	CÓDIGO / MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA A (KN)	CARGA MÁX. (KN)	CARGA W	RESISTENCIA	RESISTENCIA
			LARGO	ANCHO	ALTO					OBTENIDA (kg/cm²)	OBTENIDA (Kpa)
1	Bloque A	11781	38.2	12.7	19.8	265.60	124.9	12738	48.0	4.70E+03	
2	Bloque B	11517	38.1	12.5	19.9	265.30	121.7	12407	46.8	4.59E+03	
3	Bloque C	11760	38.0	12.6	19.7	265.45	125.2	12763	48.1	4.72E+03	
4	Bloque D	11383	38.1	12.7	19.8	265.35	115.9	11815	44.5	4.37E+03	
5	Bloque E	11701	38.0	12.6	19.8	265.40	116.4	11867	44.7	4.39E+03	
PROMEDIO									46.4	4.55E+03	
DESV. ESTANDAR									1.71	1.68E+02	
f'b									44.7	4.38E+03	

Figura 92

Resistencia a la Compresión a las Dos Semanas

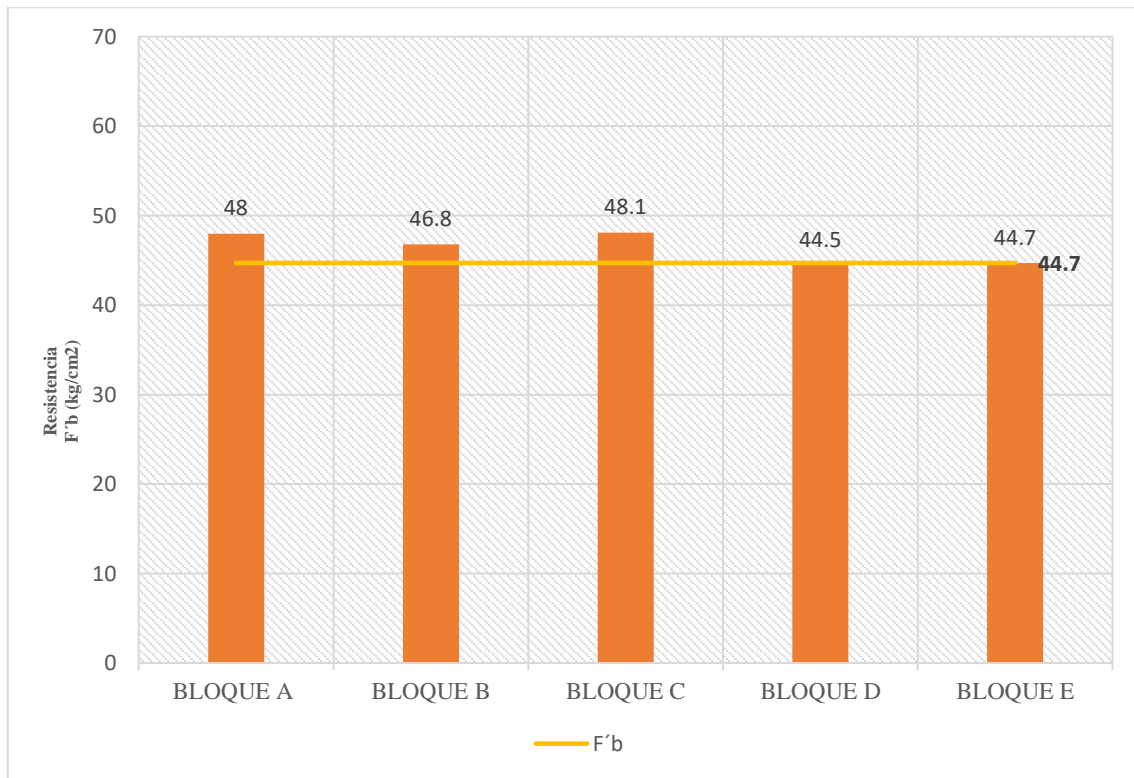


Tabla 36

Resistencia a Compresión a los 28 Días

N°	CÓDIG O/ MUEST RA	PES O (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm²) (A)	CARG A (KN) KN	CARG A MÁX. (KN) W	RESISTENC IA OBTENIDA (kg/cm²) (C=A/W)	RESISTENC IA OBTENIDA (Kpa) Kpa
			LARG O	ANCH O	ALTO					
1	bloque a	11376	38.2	12.6	19.8	265.30	150.7	15369	57.9	5.68E+03
2	bloque b	11136	38.3	12.7	19.7	265.40	150.3	15325	57.7	5.66E+03
3	bloque c	11305	38.1	12.5	19.6	265.30	162.9	16614	62.6	6.14E+03
4	bloque d	11450	38.2	12.6	19.8	265.40	155.4	15846	59.7	5.86E+03
5	bloque e	11210	38.2	12.7	19.7	265.10	162.7	16591	62.6	6.14E+03
PROMEDIO									60.1	5.90E+03
DESV. ESTANDAR									2.39	2.35E+02
f'b									57.7	5.66E+03

Figura 93

Resistencia a la Compresión a los 28 Días

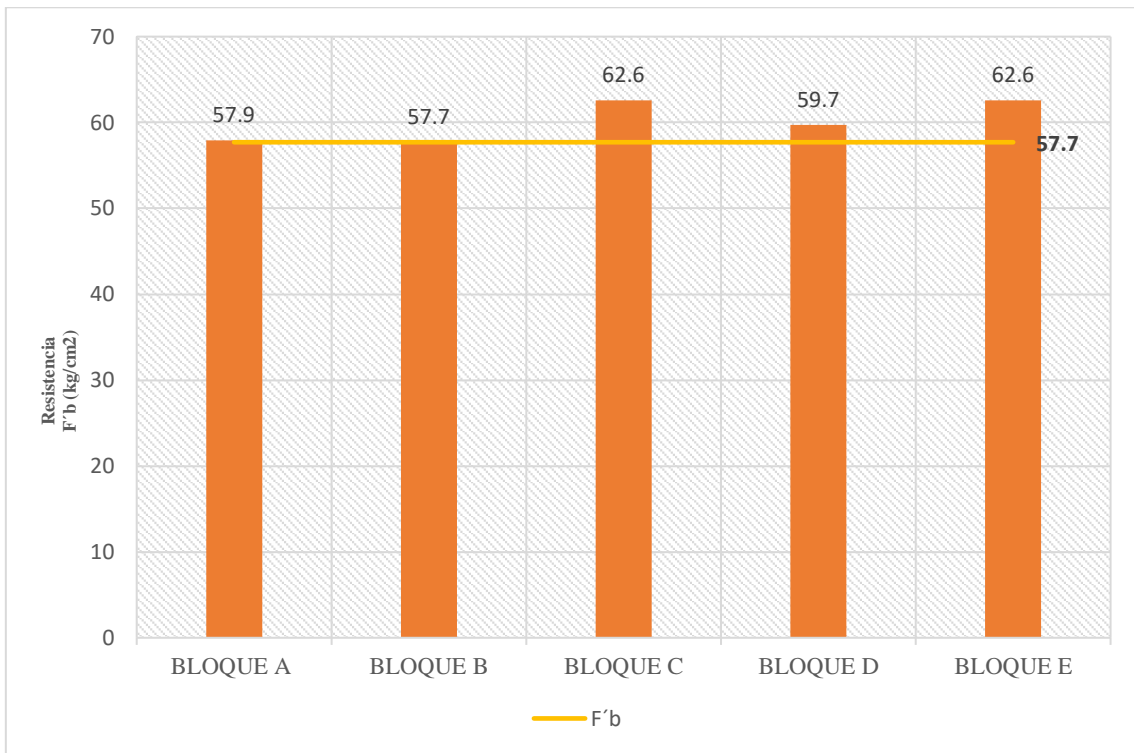
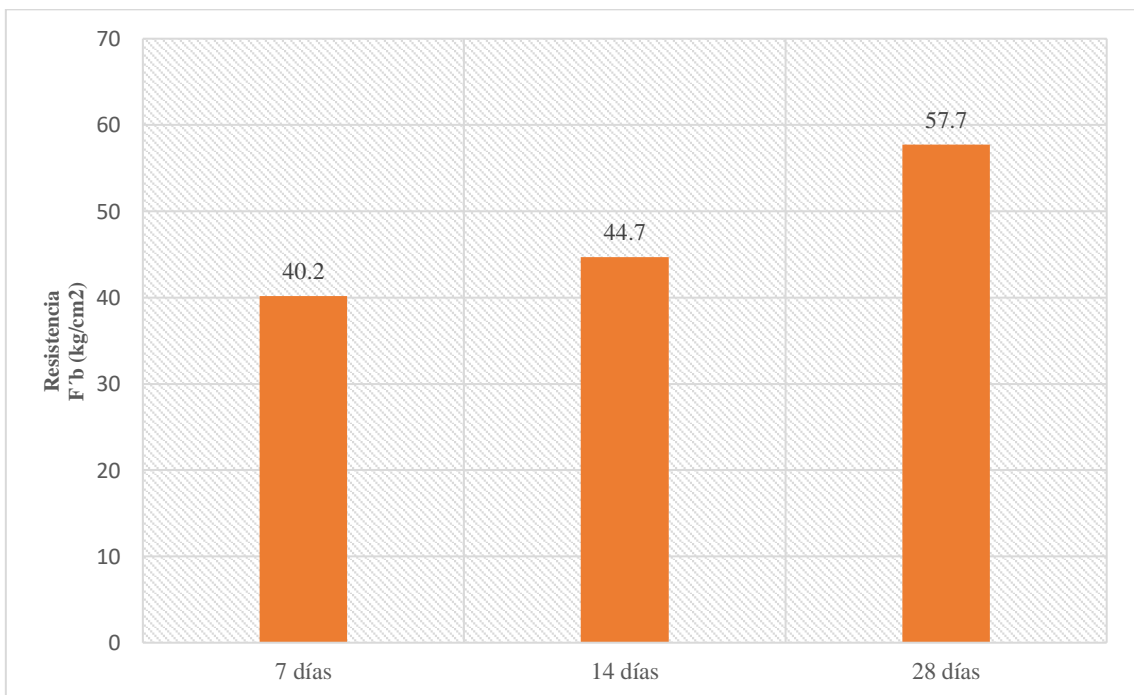


Figura 94

Acrecentamiento de la Resistencia a la Compresión Respecto al Tiempo



Se obtuvieron las siguientes resistencias características para cada edad de ensayo: a los 7 días el bloque presentó una firmeza a compresión media de 41.4 kg/cm^2 con una desviación estándar de 1.17 kg/cm^2 por lo que obtenemos una firmeza característica a la compresión $f'b$ de 40.2 kg/cm^2 que representa la resistencia mínima para el 84% de los especímenes ensayados. Para los 14 días el bloque presentó una resistencia a la compresión media de 46.4 kg/cm^2 con una desviación estándar de 1.71 kg/cm^2 por lo que obtenemos una resistencia característica a la compresión $f'b$ de 44.7 kg/cm^2 . Para los **28 días** el bloque presentó una firmeza a compresión media de 60.1 kg/cm^2 con una desviación estándar de 2.39 por lo que obtenemos una firmeza característica a la compresión $f'b$ de **57.7 kg/cm^2** , que representa la firmeza mínima para el 84% de los especímenes (San Bartolomé, 2008). Esta última resistencia cumple con la Norma técnica Peruana E. 070 (MVCS, 2006) que establece una firmeza a la compresión de 50 kg/cm^2 para bloques portantes.

4.1.5.2. Resistencia a compresión en pilas

Los ensayos se desarrollaron con la NTP 399.605, se ensayaron 3 pilas elaboradas con bloques con remplazo de arena por 13% de caucho granulado, las dimensiones de las pilas realizadas son en promedio de 40 cm de alto (H), 38 cm de largo (L) y 12.7 cm de ancho (A) con un factor de corrección de esbeltez de 1.10 según sencico.

Tabla 37*Resistencia a Compresión En pilas*

N°	Código/ muestra	DÍAS	Dimensiones promedio (cm)			Área bruta (cm ²)	Carga máx. (Kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Esbeltez	Factor de correc. Esbeltez	Resistencia corregida (kg/cm ²)
			ANCHO	LARGO	ALTO						
			(A)	(L)	(H)	(A)	(W)	(C)	(H/E)	SENCICO	
1	PILA	14	12.8	38	40	265.9	19635	73.9	3.1	1.10	81.24
2	PILA	14	12.7	38	40	265.9	20190	75.9	3.1	1.10	83.54
3	PILA	14	12.7	38	39.5	265.9	18721	70.4	3.1	1.10	77.46
PROMEDIO										80.75	
DESV.ESTANDAR										3.07	
f´m										77.68	

De acuerdo a los resultados, las pilas elaboradas con bloques con remplazo del 13% de arena por caucho granulado presentaron una firmeza a la compresión media de 80.75 kg/cm² con una desviación estándar de 3.07 kg/cm² por lo que obtenemos una resistencia característica a la compresión **f´m de 77.68 kg/cm²**, que representa la resistencia mínima para el 84% de los especímenes (San Bartolomé, 2008). La firmeza a la compresión en pilas cumple con la norma E. 070, que establece una firmeza a la compresión de 74 kg/cm² como mínimo para pilas de bloques portantes. Comparando los resultados respecto a las pilas elaboradas con el bloque patrón (0% de remplazo de arena por caucho granulado), presentaron una disminución de 11.77% en su firmeza a compresión f´m.

Figura 95

Resistencia a Compresión en Pilas

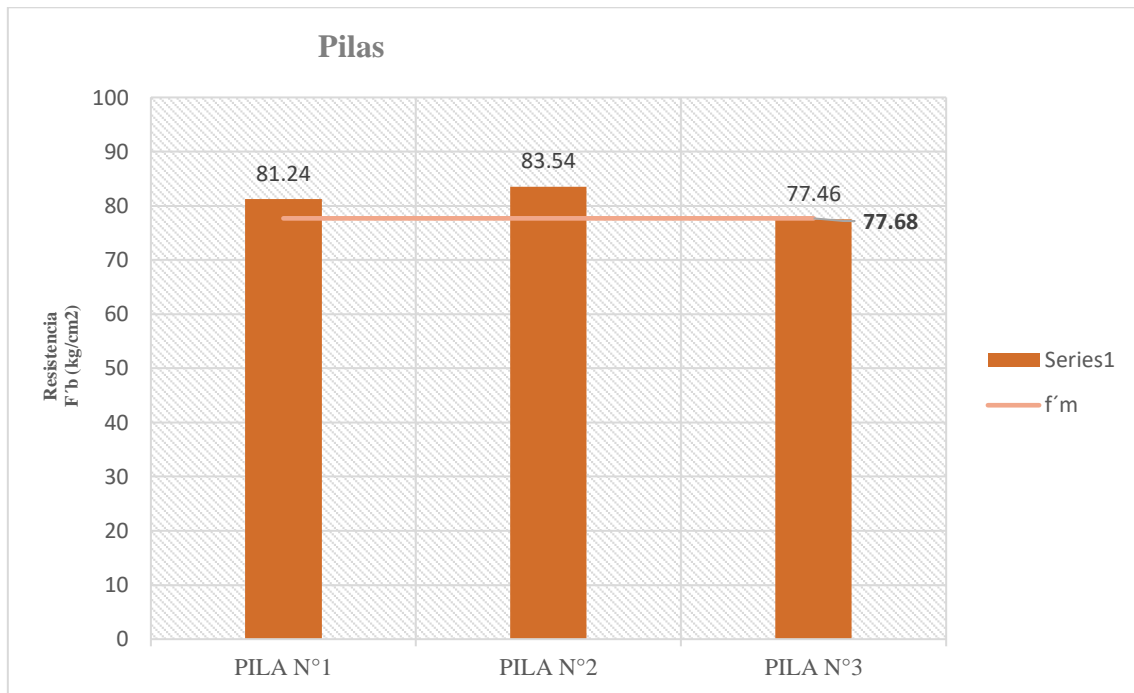


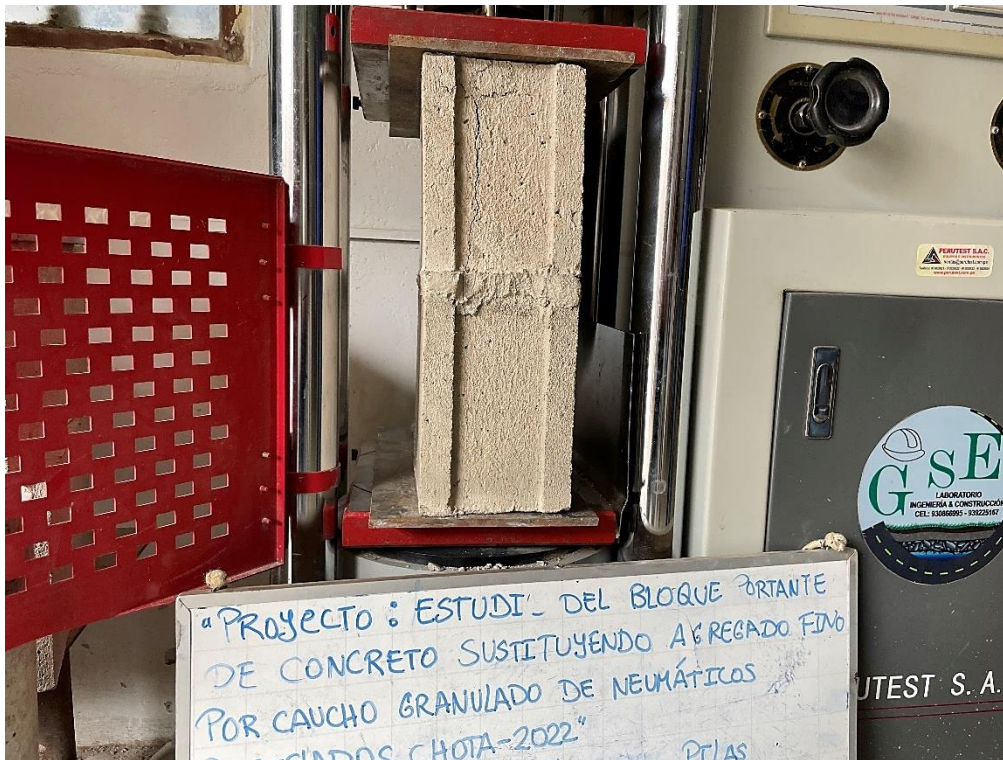
Figura 96

Resistencia a Compresión en Pilas



Figura 97

Resistencia a Compresión en Pilas



El modo de falla que presentan las pilas es vertical. Este tipo de falla es característica de la albañilería. Como podemos observar en la Figura 98 y Figura 99 el mecanismo de falla preponderante es un agrietamiento vertical, seguido de descascaramiento no predominante. Las pilas mostraron una grieta vertical que pasó los bloques y el mortero.

4.1.5.3. Resistencia a la compresión diagonal en muretes

Los ensayos se desarrollaron según la NTP 399.621, se ensayaron 3 muretes elaborados con bloques de concreto con remplazo de arena por 13% de caucho granulado.

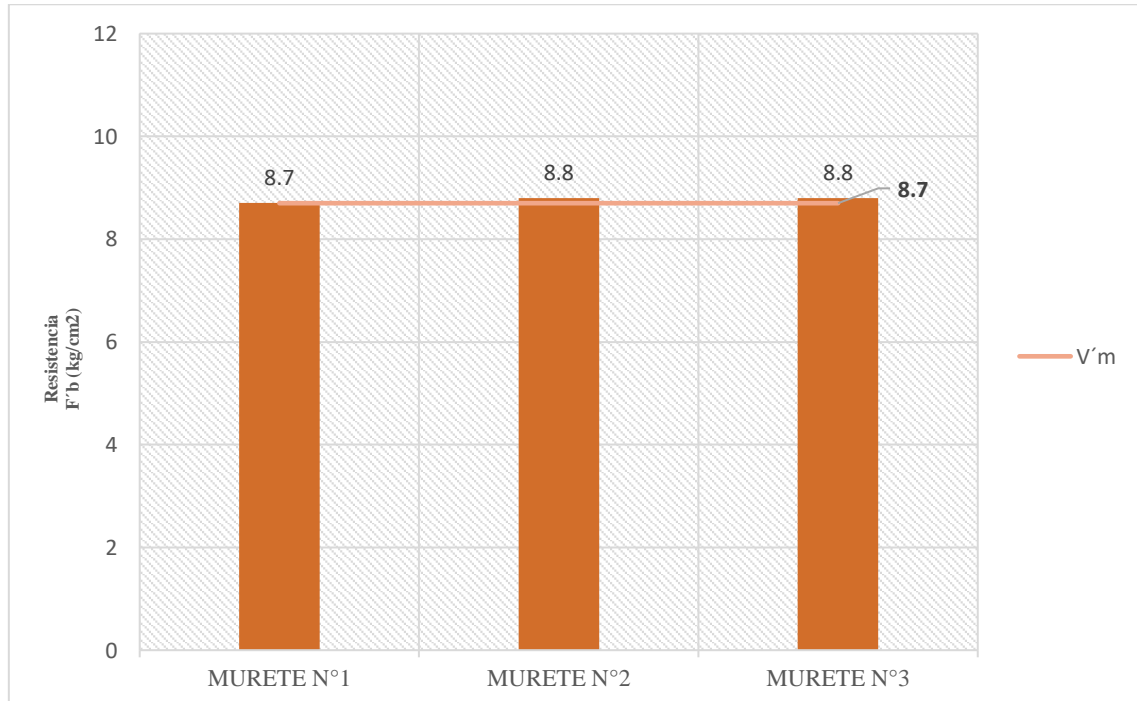
Tabla 38

Resistencia al Corte Diagonal en Muretes

N° MUESTRA	DÍAS	UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			DIAGONAL PRINCIPAL (cm)	ÁREA DIAGONAL (cm ²) (A diag.)	CARGA MÁX. (Kg) (w)	RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA	
		LARGO	ANCHO	ALTO				kg/cm ²	Kpa
MURETE N°01	14	79.00	12.70	79.20	110.00	1397.00	9739	8.7	8.55E+02
MURETE N°02	14	79.05	12.70	79.10	110.00	1397.00	9792	8.8	8.59E+02
MURETE N°03	14	79.10	12.70	79.12	110.00	1397.00	9821	8.8	8.62E+02
PROMEDIO (VM)								8.8	8.59E+02
DESV.ESTANDAR (S)								0.1	3.65
V'm								8.7	8.55E+02

Figura 98

Resistencia al Corte Diagonal en Muretes



Los muretes elaborados con bloques con remplazo del porcentaje óptimo (13%) de agregado fino por caucho granulado, presentaron las siguientes dimensiones :79 cm de

alto, 79 cm de largo y 12.7 cm de ancho con una diagonal principal de 1.10 cm y dando un área diagonal de 1397 cm².

Además, alcanzaron una resistencia a la compresión media de 8.8 kg/cm² con una desviación estándar de 0.1 kg/cm² por lo que obtenemos una firmeza característica a la compresión v'_m de **8.7 kg/cm²**, que representa la resistencia mínima para el 84% de los especímenes ensayados (San Bartolomé, 2008). La resistencia al corte de los muretes cumple con la Norma técnica Peruana E. 070 (MVCS, 2006), que establece una resistencia a la compresión v'_m de 8,6 kg/cm² como mínimo para muretes de bloques portantes. Comparando los resultados respecto a los muretes elaborados con el bloque patrón (0% de remplazo de arena por caucho granulado), presentaron una disminución de 18.4% en su resistencia diagonal v'_m .

Figura 99

Resistencia al Corte Diagonal en Muretes



Figura 100

Resistencia al Corte en Muretes



El modo de falla que presentan los muretes son un tipo de falla por tensión diagonal combinada con cortante. Cabe señalar que cuando el muro se tambalea y se destruye, la adherencia entre el bloque y el mortero es pequeña, y la resistencia v' también es pequeña, mientras que cuando se destruye el bloque de corte (fallo por tracción del cable), la adherencia entre el bloque y el mortero es relativamente alta, es lo mismo que la resistencia $v'm$.

En general, cuando hay poca o ninguna precarga, la falla tiende a ocurrir en las costuras verticales horizontales en un ángulo de aproximadamente 45° con respecto al paso. Cuando se aplica precompresión, las grietas pueden atravesar el elemento y el ángulo de falla depende de su tamaño. Estos hechos conducen a un fallo determinado, que se produce cuando la tracción alcanza su valor crítico (Gallegos & Casabonne, 2005).

4.2. Contrastación de hipótesis

El análisis estadístico se realizó en el programa Minitab 19, para aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0) o alternativa (H_1). Se acepta H_0 cuando el valor p es mayor que el nivel de significancia 0.05, para un nivel de confianza del 95 %, caso contrario se rechaza H_0 . Las hipótesis generales fueron:

- **H1:** La sustitución optima de agregado fino por caucho granulado de neumático reciclados en bloques portantes de concreto cumple con los requisitos de la norma técnica peruana de albañilería E.070.
- **H0:** La sustitución optima de agregado fino por caucho granulado de neumático reciclados en bloques portantes de concreto no cumple con la norma técnica peruana de albañilería E.070.

a. Variación Dimensional de unidades de albañilería

Se ha aplicado el análisis t-student con los datos de la Tabla 39, para verificar las hipótesis específicas:

- **H0:** La Variación dimensional de los bloques portantes al sustituir distintos porcentajes de arena por caucho granulado de neumático reciclados, tienen una variación mayor o igual a ± 4 mm para longitud, ± 3 mm para altura y ± 2 mm para el ancho. ($H_0: u \geq \pm 4$ mm para longitud, ± 3 mm para altura y ± 2 mm para el ancho), por lo que no cumplen con la norma peruana de albañilería E.070.
- **H1:** La Variación dimensional de los bloques portantes al sustituir distintos porcentajes de arena por caucho granulado de neumático reciclados, tienen una variación menor a ± 4 mm para longitud, ± 3 mm para altura y ± 2 mm para el ancho. ($H_1: u < \pm 4$ mm para longitud, ± 3 mm para altura y ± 2 mm para el ancho), por lo que cumplen con la norma E.070.

Tabla 39

Datos de Variación Dimensional en Longitud según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados

BLOQUE	VAR. DIMENSIONAL LONG. (%) PARA CADA PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN						
	0 %	5%	10%	13%	15%	20%	25%
BLOQUE 1	38.2	38.1	38.0	38.0	38.1	37.9	38.0
BLOQUE 2	38.0	38.0	38.0	38.0	38.1	37.8	38.0
BLOQUE 3	38.1	38.1	37.9	38.1	38.0	38.0	38.1
BLOQUE 4	38.0	38.1	37.9	38.1	38.0	37.9	37.9
BLOQUE 5	38.0	38.1	38.0	38.0	38.1	37.9	37.9
BLOQUE 6	38.1	38.0	38.0	38.1	38.0	37.8	38.0
BLOQUE 7	38.0	38.1	38.1	38.1	38.1	38.0	37.9
BLOQUE 8	38.0	38.0	38.0	38.1	38.0	38.0	38.1
BLOQUE 9	38.0	38.1	38.0	38.0	38.0	38.1	38.0
BLOQUE 10	38.1	38.1	38.0	38.1	38.0	37.9	38.0

Tabla 40

Análisis t-student para Variación Dimensional en Longitud según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU

BLOQUE (% DE CAUCHO GRANULADO)	Número de prueba	Valor T (+ 4mm)	Valor P (+ 4mm)	Valor T (- 4mm)	Valor P (- 4mm)
0	10	-15.65	0.000	20.12	0.000
5	10	-21.60	0.000	30.77	0.000
10	10	-22.84	0.000	21.73	0.000
13	10	-20.82	0.000	28.17	0.000
15	10	-22.05	0.000	26.94	0.000
20	10	-15.67	0.000	11.00	0.000
25	10	-17.57	0.000	16.71	0.000

Se han usado los datos de la Tabla 39, ultimando según el análisis estadísticos obtenidos en la Tabla 40, el valor de p (es decir el valor de significancia deberá ser menor a 0.05 ,lo cual nos permitirá rechazar la H0), para los bloques portantes con remplazo del 0%, 5% , 10% , 13%, 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado de neumáticos

reciclados , son menores que 0.05, por tanto, se rechaza H0 y se acepta H1, ya que la variación dimensional no sobrepasa el límite de ± 4 mm para la longitud ,la cual se encuentra establecida en la norma E.070 (MVCS,2006).

Tabla 41

Datos de Variación Dimensional en Altura según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados

BLOQUE	VAR. DIMENSIONAL ALT. (%) PARA CADA PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN						
	0 %	5%	10%	13%	15%	20%	25%
BLOQUE 1	38.2	38.1	38.0	38.0	38.1	37.9	38.0
BLOQUE 2	38.0	38.0	38.0	38.0	38.1	37.8	38.0
BLOQUE 3	38.1	38.1	37.9	38.1	38.0	38.0	38.1
BLOQUE 4	38.0	38.1	37.9	38.1	38.0	37.9	37.9
BLOQUE 5	38.0	38.1	38.0	38.0	38.1	37.9	37.9
BLOQUE 6	38.1	38.0	38.0	38.1	38.0	37.8	38.0
BLOQUE 7	38.0	38.1	38.1	38.1	38.1	38.0	37.9
BLOQUE 8	38.0	38.0	38.0	38.1	38.0	38.0	38.1
BLOQUE 9	38.0	38.1	38.0	38.0	38.0	38.1	38.0
BLOQUE 10	38.1	38.1	38.0	38.1	38.0	37.9	38.0

Tabla 42

Análisis t-student para Variación Dimensional en Altura según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU

BLOQUE (% DE CAUCHO GRANULADO)	Número de prueba	Valor T (+ 3mm)	Valor P (+ 3mm)	Valor T (- 3mm)	Valor P (- 3mm)
0	10	-11.20	0.000	10.47	0.000
5	10	-11.78	0.000	7.86	0.000
10	10	-15.23	0.000	8.82	0.000
13	10	-21.60	0.000	17.68	0.000
15	10	-10.00	0.000	7.65	0.000
20	10	-15.49	0.000	7.75	0.000
25	10	-16.00	0.000	14.00	0.000

Se han usado los datos de la Tabla 41, ultimando según el análisis estadísticos obtenidos en la Tabla 42, el valor de p (es decir el valor de significancia deberá ser menor a 0.05 ,lo cual nos permitirá rechazar la H0), para los bloques portantes con remplazo del 0%, 5% , 10% , 13%, 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados , son menores que 0.05, por tanto, se rechaza H0 y se acepta H1, ya que la variación dimensional no sobrepasa el límite de ± 3 mm para la altura ,la cual se encuentra establecida en la norma E.070 (MVCS,2006).

Tabla 43

Datos de Variación Dimensional en Ancho según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados

BLOQUE	VAR. DIMENSIONAL ANCH. (%) PARA CADA PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN						
	0 %	5%	10%	13%	15%	20%	25%
BLOQUE 1	12.6	12.9	13.0	12.7	12.9	13.0	12.8
BLOQUE 2	12.8	12.7	12.9	12.8	12.8	12.9	12.9
BLOQUE 3	12.7	12.9	12.8	12.7	12.8	12.8	12.7
BLOQUE 4	12.8	12.6	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8
BLOQUE 5	12.9	12.8	12.7	12.7	12.7	12.8	12.8
BLOQUE 6	12.8	12.8	12.8	12.8	12.7	12.7	12.7
BLOQUE 7	12.7	12.9	12.8	12.7	12.9	12.7	12.9
BLOQUE 8	12.6	12.9	12.9	12.8	12.8	12.9	12.7
BLOQUE 9	12.7	12.7	12.8	12.7	12.9	12.8	12.9
BLOQUE 10	12.9	12.9	12.7	12.8	12.7	12.9	12.8

Tabla 44

Análisis t-student para Variación Dimensional en Ancho según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU

BLOQUE (% DE CAUCHO GRANULADO)	Número de prueba	Valor T (+ 2mm)	Valor P (+ 2mm)	Valor T (- 2mm)	Valor P (- 2mm)
0	10	-4.39	0.001	7.32	0.000
5	10	-2.59	0.015	8.91	0.000
10	10	-2.75	0.011	11.01	0.000
13	10	-9.00	0.000	15.00	0.000
15	10	-3.87	0.002	11.62	0.000
20	10	-2.33	0.022	11.00	0.000
25	10	-3.87	0.002	11.62	0.000

Se han usado los datos de la Tabla 43, ultimando según el análisis estadísticos obtenidos en la Tabla 44, el valor de p (es decir el valor de significancia deberá ser menor a 0.05 ,lo cual nos permitirá rechazar la H0), para los bloques portantes con remplazo del 0%, 5% , 10% , 13%, 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados, son menores que 0.05, por tanto, se rechaza H0 y se acepta H1, ya que la variación dimensional no sobrepasa el límite de ± 2 mm para el ancho, la cual se encuentra establecida en la norma E.070.

b. Alabeo de unidades de albañilería

Se ha aplicado el análisis t-student con la Tabla 45, para verificar las hipótesis específicas:

- **H0:** El Alabeo de los bloques portantes al sustituir distintos porcentajes de arena por caucho granulado de neumático reciclados, tienen un alabeo mayor o igual a 4 mm en concavidad y convexidad, ($H_0: u \geq 4$ mm), por lo que no cumplen con la norma técnica peruana de albañilería E.070.
- **H1:** El Alabeo de los bloques portantes al sustituir distintos porcentajes de arena por

caucho granulado de neumático reciclados, tienen un alabeo menor a 4 mm en concavidad y convexidad. ($H_1: u < 4$), por lo que cumplen con la norma E.070.

Tabla 45

Datos de Alabeo en Convexidad en Cara Superior según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados

BLOQUE	ALABEO CONVEXO (%) PARA CADA PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN						
	0 %	5%	10%	13%	15%	20%	25%
BLOQUE 1	1	0	0	1	1	0	0
BLOQUE 2	0	2	1.5	1	0	0	0
BLOQUE 3	0	0	2	1	0	0	0
BLOQUE 4	0	0	3	0	0	0	1
BLOQUE 5	1	0	1	1	0	0	0

Tabla 46

Análisis t-student para Alabeo (Convexidad) Cara Superior, según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU

BLOQUE (% DE CAUCHO GRANULADO)	Número de prueba	Valor T	Valor P
0	5	-14.70	0.000
5	5	-9.00	0.000
10	5	-5.00	0.004
13	5	-16.00	0.000
15	5	-19.00	0.000
20	5	0.00	0.000
25	5	-19.00	0.000

Tabla 47*Datos de Alabeo en Concavidad en Cara Superior según Porcentajes de Caucho**Granulado de Neumáticos Reciclados*

BLOQUE	ALABEO CONCAVO (%) PARA CADA PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN						
	0 %	5%	10%	13%	15%	20%	25%
BLOQUE 1	0	2	3	0	0	2	2
BLOQUE 2	1	0	0	0	0	1	1.5
BLOQUE 3	0	1	0	0	2	2.5	1
BLOQUE 4	2	0	0	1	2	1	0
BLOQUE 5	0	2	0	0	2	2	1

Tabla 48*Análisis t-student para Alabeo (Concavidad) Cara Superior, Según Porcentajes de**Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados*

BLOQUE (% DE CAUCHO GRANULADO)	Número de prueba	Valor T	Valor P
0	5	-8.50	0.001
5	5	-6.71	0.001
10	5	-5.67	0.002
13	5	-19.00	0.000
15	5	-5.72	0.002
20	5	-7.67	0.001
25	5	-8.74	0.000

Se han utilizado los datos de las Tablas 45 y 47, concluyendo según el análisis estadísticos obtenidos en las Tablas 46 y 48, el valor de p (es decir el valor de significancia deberá ser menor a 0.05 ,lo cual nos permitirá rechazar la H0, para los bloques portantes con remplazo del 0%, 5% , 10% , 13%, 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados , son menores que 0.05, por tanto, se rechaza H0 y se acepta H1, ya que el alabeo no sobrepasa el límite de 4 mm para la cara superior del bloque portante de concreto ,la cual se encuentra establecida en la norma E.070 (MVCS,2006).

Tabla 49*Datos Alabeo en Convexidad en Cara Inferior según Porcentajes de Caucho Granulado*

BLOQUE	ALABEO CONVEXO (%) PARA CADA PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN						
	0 %	5%	10%	13%	15%	20%	25%
BLOQUE 1	0	2	0	0	1	2	0
BLOQUE 2	0	1	0	1	1	0	0
BLOQUE 3	1	0	1	1	0	0	0
BLOQUE 4	1	0	2	1	0	0	0
BLOQUE 5	0	0	1	1	1	0	0

Tabla 50

Análisis t-student para Alabeo (Convexidad) Cara Inferior, según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados

BLOQUE (% DE CAUCHO GRANULADO)	Número de prueba	Valor T	Valor P
0	5	-14.70	0.000
5	5	-8.50	0.001
10	5	-8.55	0.001
13	5	-16.00	0.000
15	5	-13.88	0.000
20	5	-9.00	0.000
25	5	0.00	0.000

Tabla 51

Datos de Alabeo en Concavidad en Cara Inferior según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados

BLOQUE	ALABEO CONCAVO (%) PARA CADA PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN						
	0 %	5%	10%	13%	15%	20%	25%
BLOQUE 1	1	0	2	1	0	0	2
BLOQUE 2	0	0	0	0	0	2	1
BLOQUE 3	0	0	0	0	1	1	1
BLOQUE 4	0	0	0	0	0	1	2
BLOQUE 5	0	0	0	0	0	2	1

Tabla 52

Análisis t-student para Alabeo (Concavidad) Cara Inferior, según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU

BLOQUE (% DE CAUCHO GRANULADO)	Número de prueba	Valor T	Valor P
0	5	-19.00	0.000
5	5	0.00	0.000
10	5	-9.00	0.000
13	5	-19.00	0.000
15	5	-19.00	0.000
20	5	-7.48	0.001
25	5	-10.61	0.000

Se han utilizado los datos de las Tablas 49 y 51, concluyendo según el análisis estadísticos obtenidos en las Tablas 50 y 52, el valor de p (es decir el valor de significancia deberá ser menor a 0.05 ,lo cual nos permitirá rechazar la H0, para los bloques portantes con remplazo del 0%, 5% , 10% , 13%, 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados , son menores que 0.05, por tanto, se rechaza H0 y se acepta H1, ya que el alabeo no sobrepasa el límite de 4 mm para la cara inferior del bloque portante de concreto ,la cual se encuentra establecida en la norma E.070 (MVCS,2006).

c. Absorción de unidades

Se ha aplicado el análisis t-student con los datos de la Tabla 53, para verificar las hipótesis específicas:

- **H0:** La absorción de los bloques portantes al remplazar distintos porcentajes de arena por caucho granulado de neumático reciclados, tienen una absorción mayor o igual a 12%. ($H_0: u \geq 12$), por lo que no cumplen con la norma peruana E.070.
- **H1:** La absorción de los bloques portantes al remplazar distintos porcentajes de arena por caucho granulado de neumático reciclados, tienen una absorción menor a 12%. ($H_1: u < 12$), por lo que cumplen con la norma peruana E.070.

Tabla 53*Datos de Absorción según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados*

BLOQUE	ABSORCIÓN (%) PARA CADA PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN						
	0 %	5%	10%	13%	15%	20%	25%
BLOQUE 1	8.78	9.97	9.83	9.79	9.97	10.09	10.21
BLOQUE 2	8.91	9.73	9.76	9.93	10.33	11.37	9.50
BLOQUE 3	8.89	9.84	9.59	9.59	9.48	11.26	9.74
BLOQUE 4	8.75	9.76	9.62	9.72	9.86	11.68	9.62
BLOQUE 5	8.83	9.81	9.74	9.58	9.73	10.72	10.02

Tabla 54*Análisis t-student para Absorción según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU*

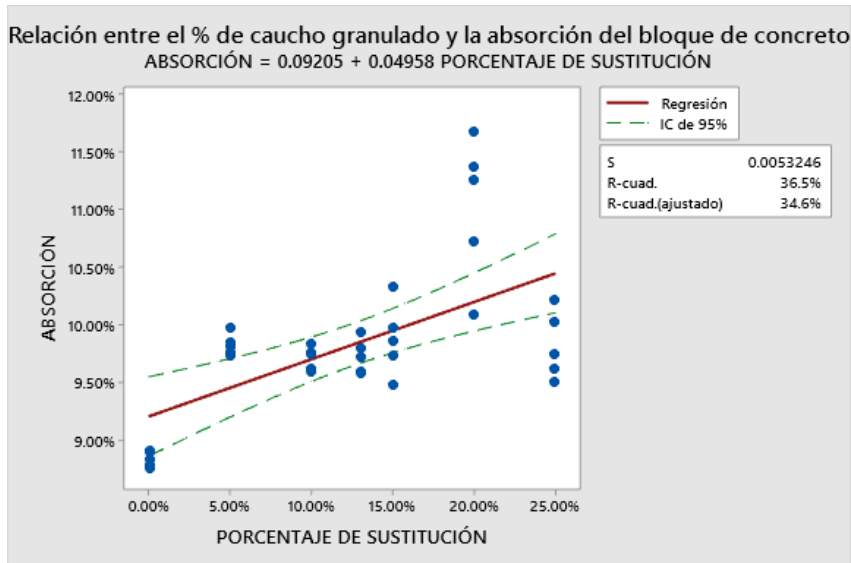
BLOQUE (% DE CAUCHO GRANULADO)	Número de prueba	Valor T	Valor P
0	5	-103.11	0.000
5	5	-52.30	0.000
10	5	-51.07	0.000
13	5	-34.84	0.000
15	5	-15.16	0.000
20	5	-3.48	0.013
25	5	-16.71	0.000

Se han usado los datos de la Tabla 53, ultimando según el análisis estadísticos obtenidos en la Tabla 54, el valor de p (es decir el valor de significancia deberá ser menor a 0.05 ,lo cual nos permitirá rechazar la H0), para los bloques portantes con remplazo del 0%, 5% , 10% , 13%, 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados , son menores que 0.05, por tanto, se rechaza H0 y se acepta H1, ya que poseen un absorción menor al 12 % la cual se encuentra establecida en la E.070 (MVCS,2006).

Además, el valor de T (Diferencia calculada representada en unidades de error estándar), indica que cuanto mayor sea su magnitud, mayor será la evidencia en contra de la hipótesis nula.

Figura 101

Relación entre el Porcentaje de Caucho Granulado de NFU y la Absorción de los Bloques Portantes



La ecuación de regresión es: $Absorción = 0.09205 + 0.04958 x$ (% de caucho)

Figura 102

Variación de la Absorción según Porcentaje de Caucho Granulado

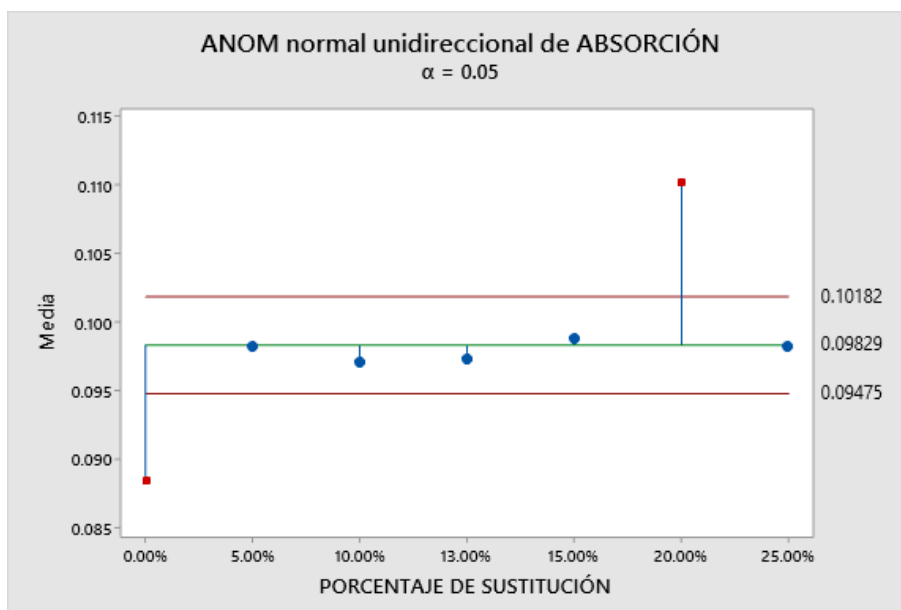
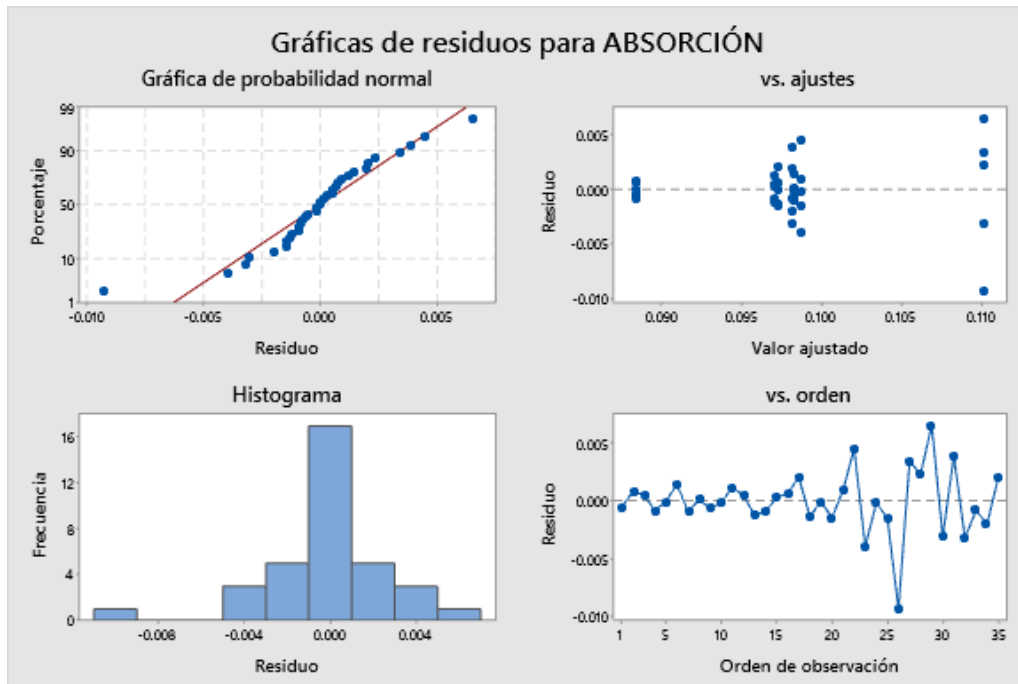


Figura 103

Gráfica de Residuos para Absorción.



d. Resistencia a compresión en unidad.

Se ha aplicado el análisis t-student con datos de la Tabla 55, para verificar las hipótesis:

- **H0:** La resistencia a compresión en unidad de los bloques portantes al remplazar distintos porcentajes de arena por caucho granulado de neumático reciclados, tienen una resistencia menor o igual a 50 kg/cm^2 . ($H_0: u \leq 50$), por lo que no cumplen con la norma técnica peruana E.070.
- **-H1:** La resistencia a compresión en unidad de los bloques portantes al remplazar distintos porcentajes de arena por caucho granulado de neumático reciclados, tienen una resistencia mayor a 50 kg/cm^2 . ($H_0: u \leq 50$), por lo que cumplen con la norma E.070.

Tabla 55

Datos de Resistencia a la Compresión según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados

BLOQUE	RESISTENCIA (Kg/cm ²) PARA CADA PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN						
	0 %	5%	10%	13%	15%	20%	25%
BLOQUE 1	81.3	76.6	71.5	57.9	52.4	55.1	10.6
BLOQUE 2	84.2	78.1	72.6	57.7	50.2	56.2	13.3
BLOQUE 3	81.5	78.7	78.6	62.6	61.3	52.1	13.8
BLOQUE 4	86.4	76.1	69.8	59.7	52.2	48.1	16.7
BLOQUE 5	83.8	76.2	74.9	62.6	54.9	50.0	17.4

Tabla 56

Análisis t-student para Resistencia a Compresión según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU

BLOQUE (% DE CAUCHO GRANULADO)	Número de prueba	Valor T	Valor P
0	5	35.43	0.000
5	5	51.23	0.000
10	5	15.40	0.000
13	5	9.37	0.000
15	5	2.18	0.047
20	5	1.52	0.102
25	5	-28.96	1.000

Se han usado los datos de la Tabla 55, ultimando según el análisis estadísticos obtenidos en la Tabla 56, el valor de p (es decir el valor de significancia deberá ser menor a 0.05 ,lo cual nos permitirá rechazar la H0), para los bloques portantes con remplazo del 0, 5, 10, 13 y 15% de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados, son menores que 0.05, por lo cual se rechaza H0 y se acepta H1, asimismo se deduce que el porcentaje óptimo de sustitución es del 13% ya que se reaprovecha la mayor cantidad de caucho granulado de neumáticos, con una resistencia media de 57.106 kg/cm², la cual está

sometida a un intervalo de confianza del 95%. Además, superan la firmeza a compresión de 50 kg/cm², la cual se encuentra establecida en la E.070 (MVCS,2006).

Caso contrario sucede con el 20% y 25% cuyo valor p es mayor a 0.05, por tanto, sus resistencias a compresión son menos que 50 kg/cm², por lo que incumplen los estándares establecidos en la E.070 (MVCS,2006).

Figura 104

Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (0 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)

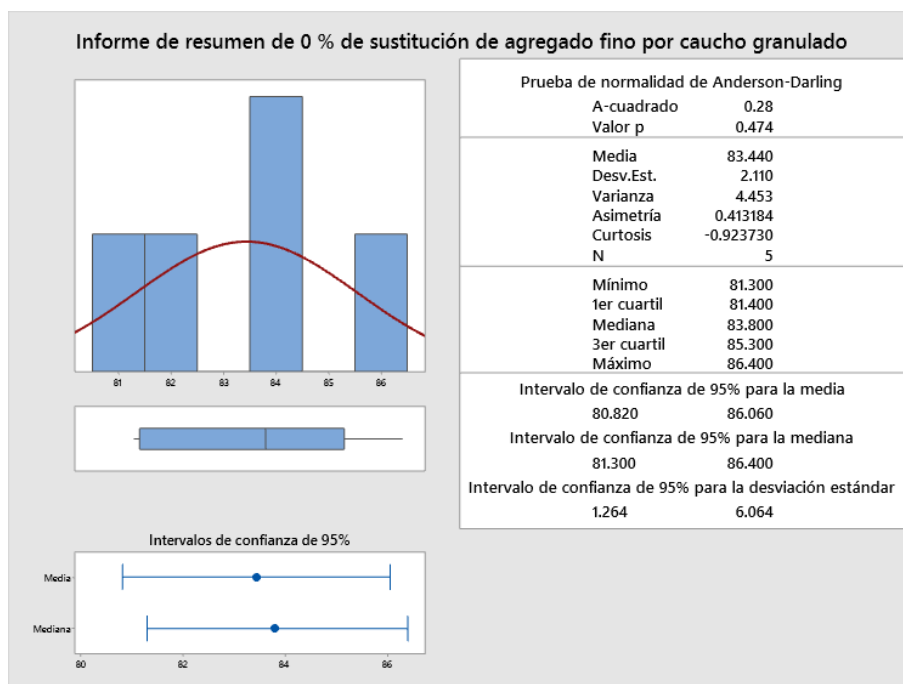


Figura 105

Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (5 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)

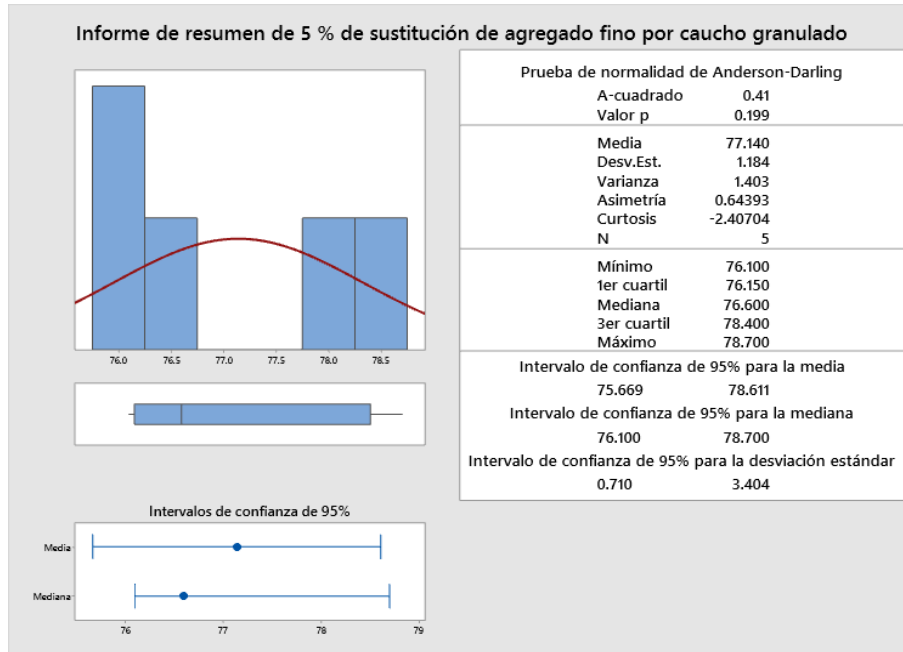


Figura 106

Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (10 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)

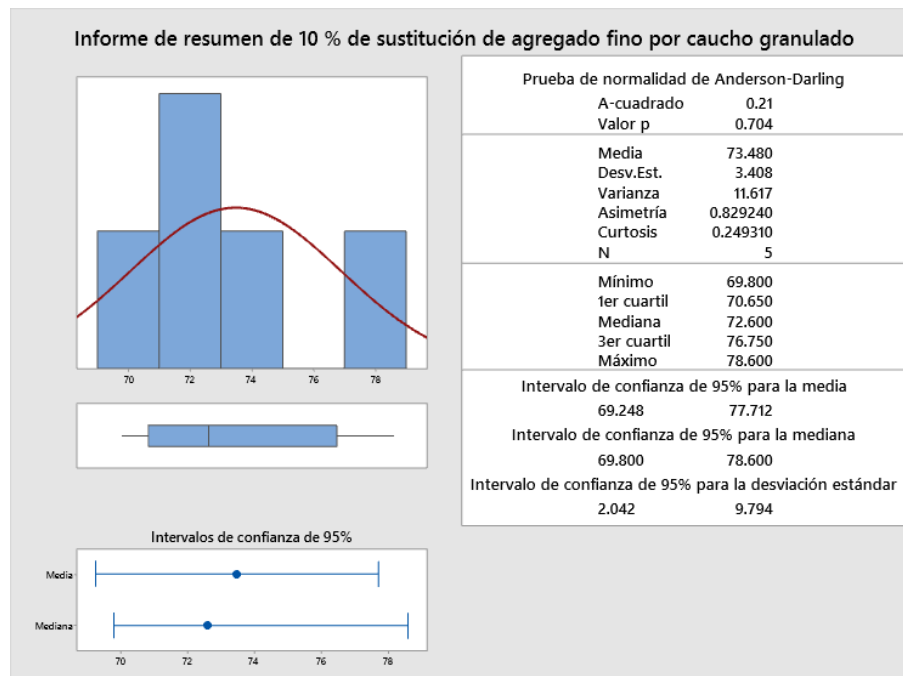


Figura 107

Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (13 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)

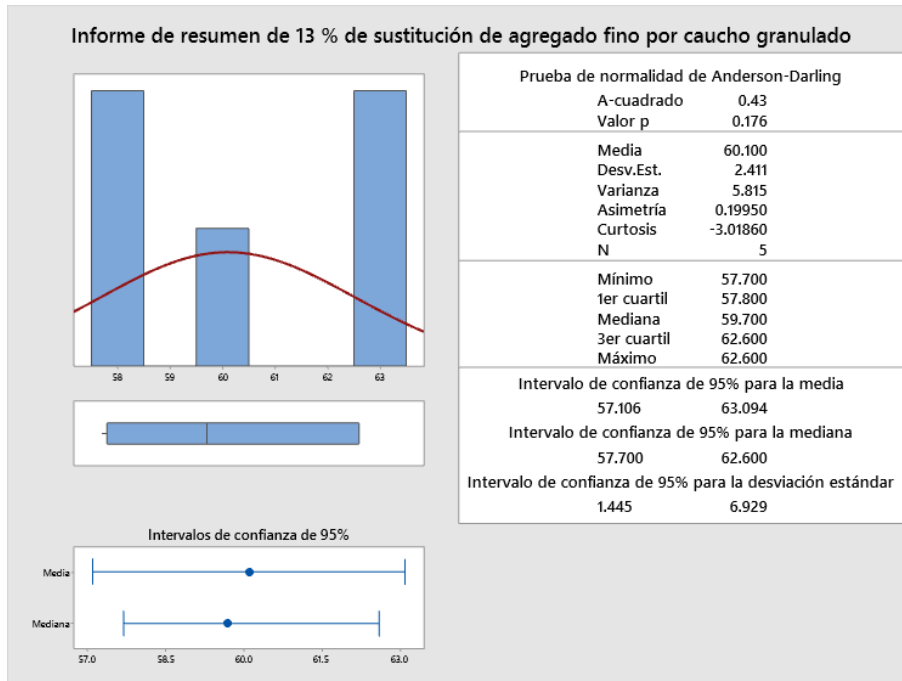


Figura 108

Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (15 % de Reemplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)

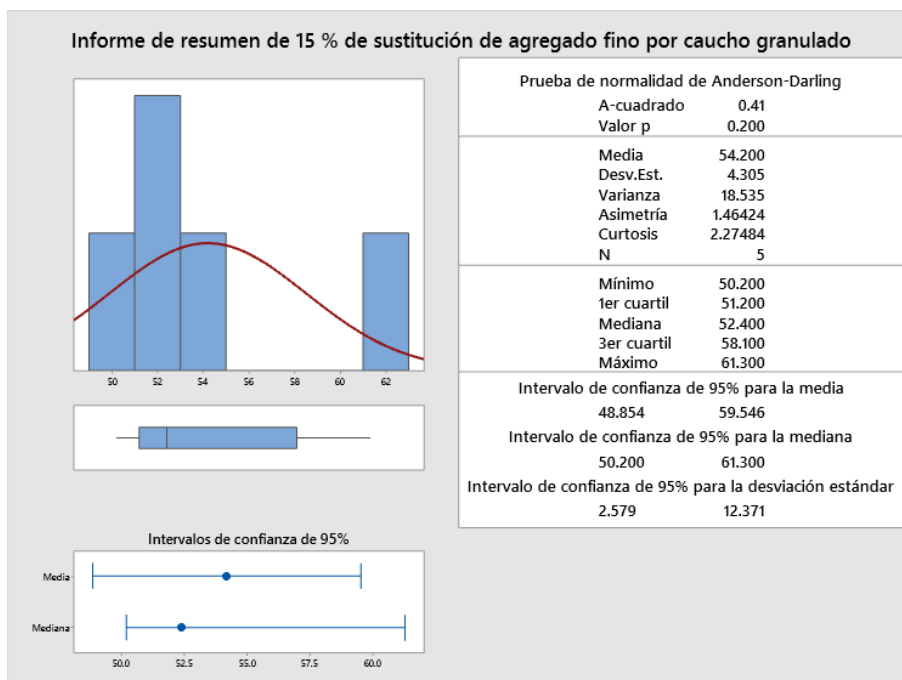


Figura 109

Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (20 % de Remplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)

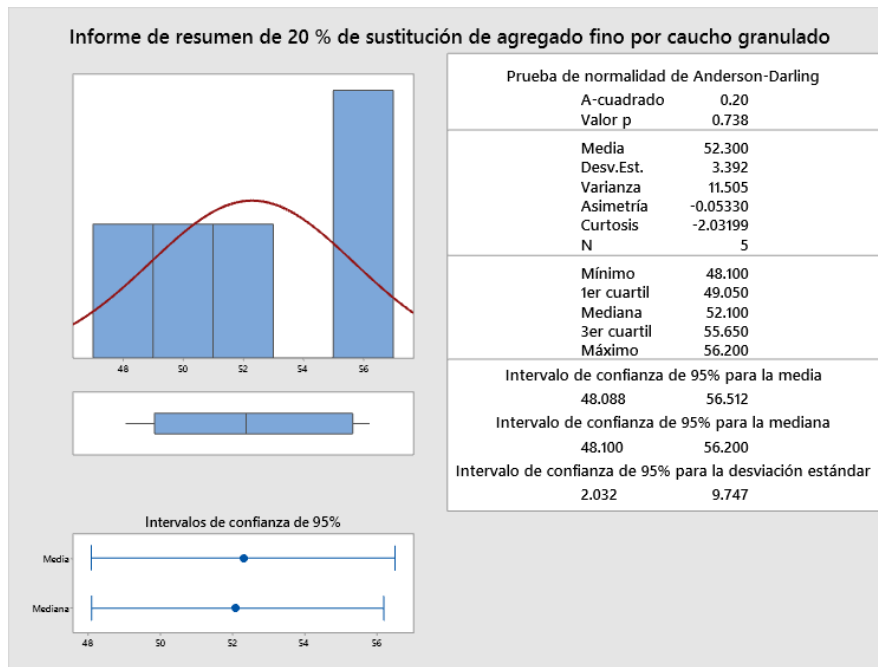


Figura 110

Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión (25 % de Remplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)

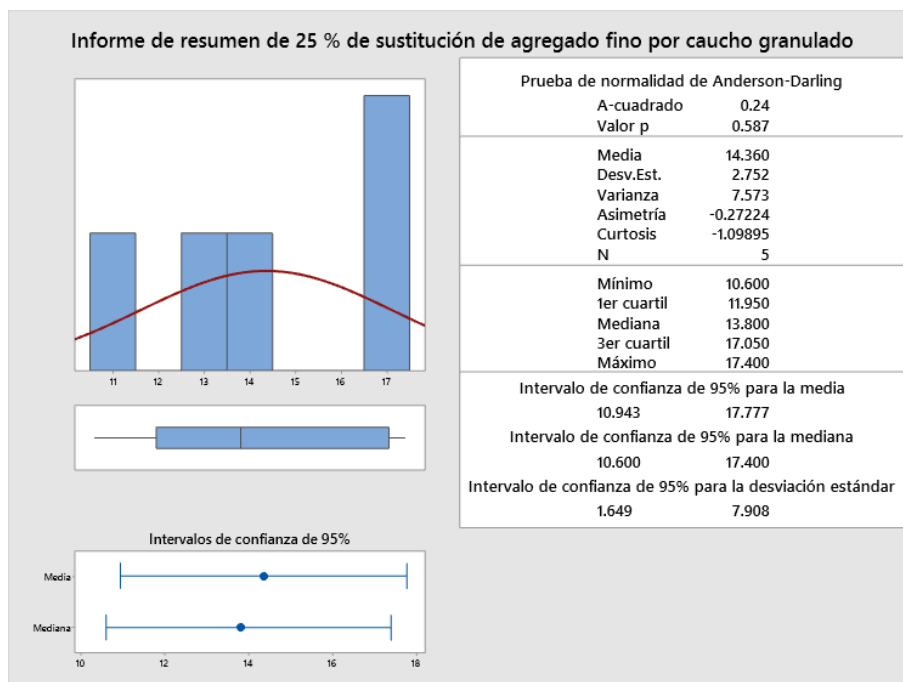
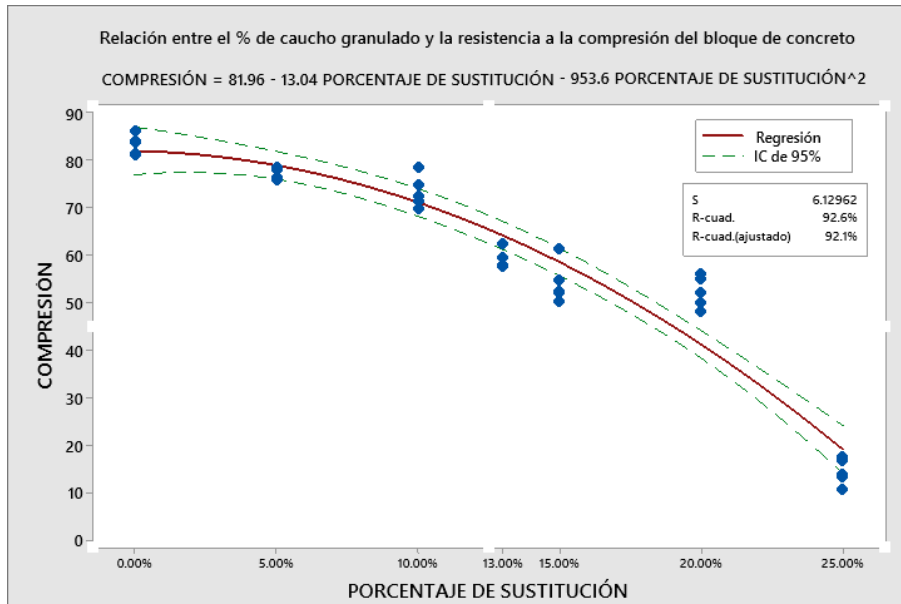


Figura 111

Relación entre el Porcentaje de Caucho Granulado de NFU y la Resistencia a Compresión de los Bloques portantes



La ecuación de regresión es: $R. \text{ compresión} = 81.96 - 13.04 x (\% \text{ de caucho}) - 953.6 x (\% \text{ de caucho}^2)$.

Figura 112

Variación de la Resistencia a Compresión según Porcentaje de Caucho Granulado

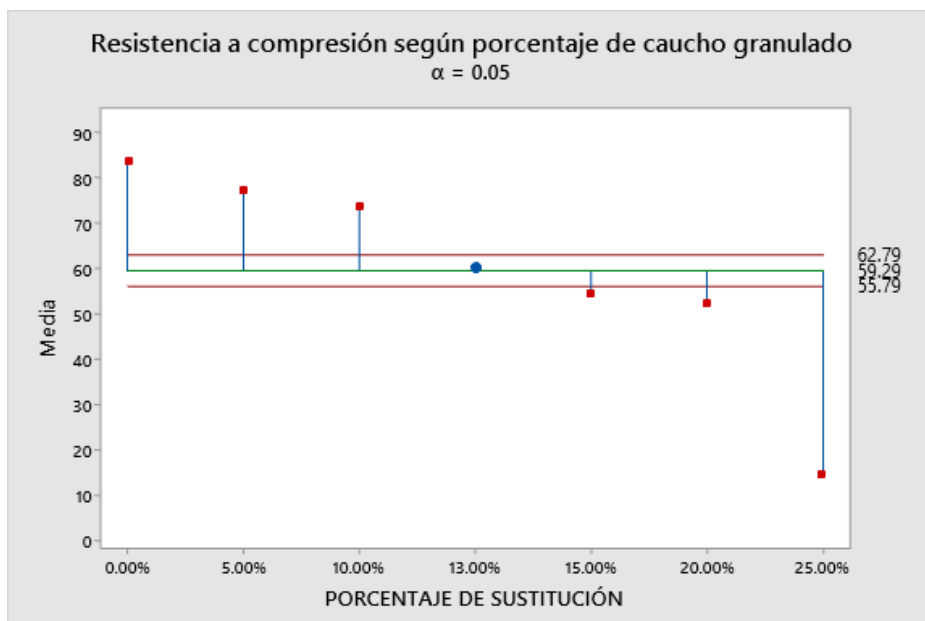
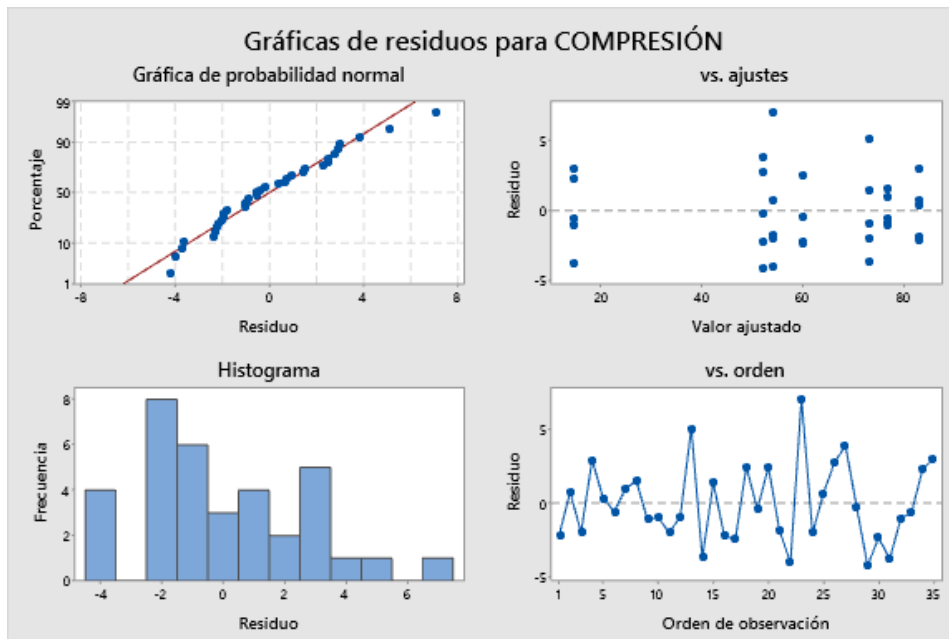


Figura 113

Gráfica de Residuos para Resistencia a Compresión



Resistencia en pilas.

Se ha aplicado el análisis t-student con los datos de la Tabla 57, para verificar las hipótesis:

- **H0:** La resistencia en pilas de los bloques portantes al sustituir 0 % y el porcentaje óptimo del 13 % de arena por caucho granulado de neumático reciclados, tienen una resistencia menor o igual a 74 kg/cm^2 . ($H_0: u \leq 74$), por lo que no cumplen con la norma técnica peruana E.070.
- **-H1:** La resistencia en pilas de los bloques portantes al sustituir 0% y el porcentaje óptimo del 13% de arena por caucho granulado de neumático reciclados, tienen una resistencia mayor a 74 kg/cm^2 . ($H_0: u \leq 74$), por lo que cumplen con la norma E.070.

Tabla 57

Datos Estadísticos para Resistencia a la Compresión según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados

BLOQUE	RESISTENCIA (Kg/cm ²) PARA CADA PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN	
	0 %	13%
BLOQUE 1	95.38	81.24
BLOQUE 2	97.89	83.54
BLOQUE 3	96.21	77.46
PROMEDIO	96.49	80.75
F'm	95.21	77.68

Tabla 58

Análisis t-student para Resistencia en Pilas según Porcentajes de Caucho Granulado de NFU

BLOQUE (% DE CAUCHO GRANULADO)	Número de prueba	Valor T	Valor P
0	5	46.43	0.000
13	5	5.34	0.003

Se han usado los datos de la Tabla 57, ultimando según los análisis estadísticos obtenidos en la Tabla 58, el valor de p (es decir el valor de significancia deberá ser menor a 0.05, lo cual nos permitirá rechazar la H0), para los bloques portantes de concreto con remplazo del 0% y 13% de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados, son menores que 0.05, por tanto, se rechaza H0 y se acepta H1. Además, superan la resistencia a la compresión de 74 kg/cm² para el caso de pilas, la cual se encuentra establecida en la norma de albañilería E.070 (MVCS,2006).

Figura 114

Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia en Pilas (0 % de Remplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)

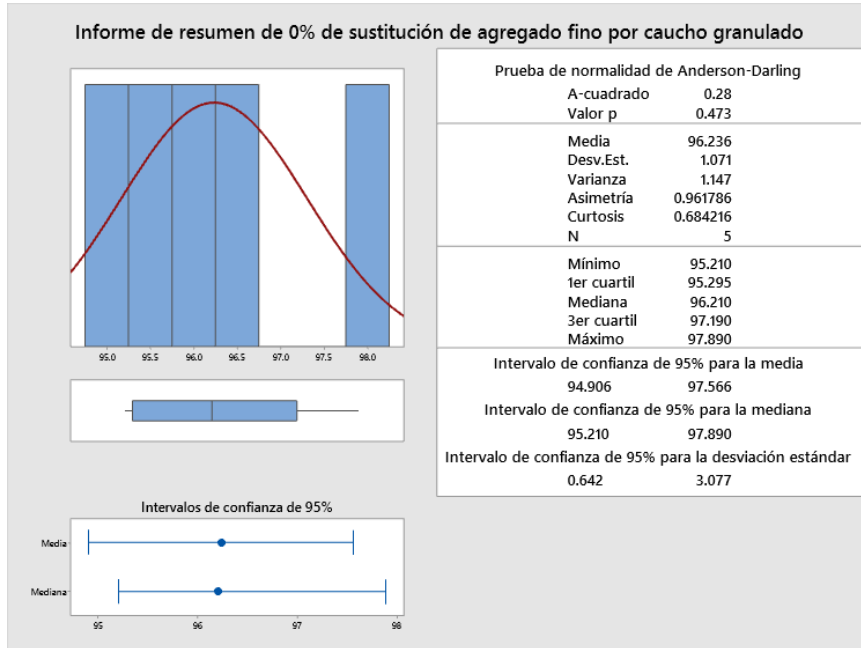


Figura 115

Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia en Pilas (13 % de Remplazo de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)

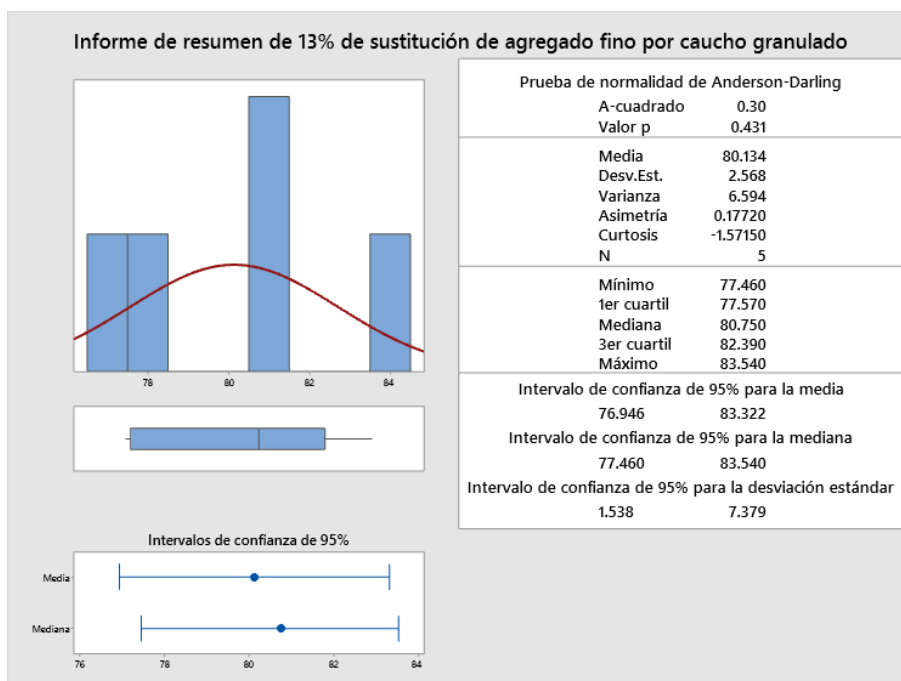
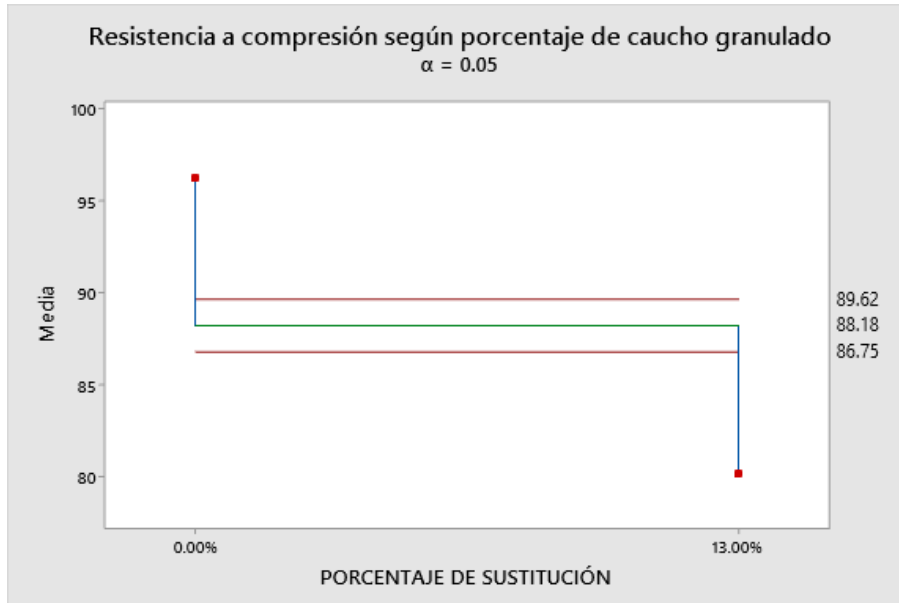


Figura 116

Variación de la Resistencia en Pilas según % de Caucho Granulado



e. Resistencia en muretes.

Se ha aplicado el análisis t-student con datos de la Tabla 59, para verificar las hipótesis específicas:

- **H0:** La resistencia en muretes de los bloques portantes al sustituir 0 % y el porcentaje óptimo del 13 % de arena por caucho granulado de neumático reciclados, tienen una resistencia menor o igual a 8.6 kg/cm^2 . ($H_0: u \geq 8.6$), por lo que no cumplen con la norma técnica peruana E.070.
- **-H1:** La resistencia en muretes de los bloques portantes al sustituir 0% y el porcentaje óptimo del 13% de arena por caucho granulado de neumático reciclados, tienen una resistencia mayor a 8.6 kg/cm^2 . ($H_0: u \geq 8.6$), por lo que cumplen con la norma peruana E.070.

Tabla 59

Datos Estadísticos para Resistencia en Muretes según Porcentajes de Caucho granulado de Neumáticos Reciclados

BLOQUE	RESISTENCIA (Kg/cm ²) PARA CADA PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN	
	0 %	13%
BLOQUE 1	9.93	8.7
BLOQUE 2	9.86	8.8
BLOQUE 3	10.01	8.8
PROMEDIO	9.93	8.8
V'm	9.86	8.7

Tabla 60

Análisis t-student para Resistencia en Muretes según Porcentajes de Caucho Granulado de Neumáticos Reciclados

BLOQUE (% DE CAUCHO GRANULADO)	Número de prueba	Valor T	Valor P
0	5	47.37	0.000
13	5	6.53	0.001

Se han usado los datos de la Tabla 59, ultimando según los análisis estadísticos obtenidos en la Tabla 60, el valor de p (es decir el valor de significancia deberá ser menor a 0.05, lo cual nos permitirá rechazar la H0), para los bloques portantes de concreto con sustitución del 0% y 13% de agregado fino por caucho granulado de neumáticos reciclados, son menores que 0.05, por tanto, se rechaza H0 y se acepta H1. Además, superan la resistencia en muretes de 8.6 kg/cm² para el caso de muretes, la cual se encuentra establecida en la norma E.070 (MVCS,2006).

Figura 117

Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes (0 % de Sustitución de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)

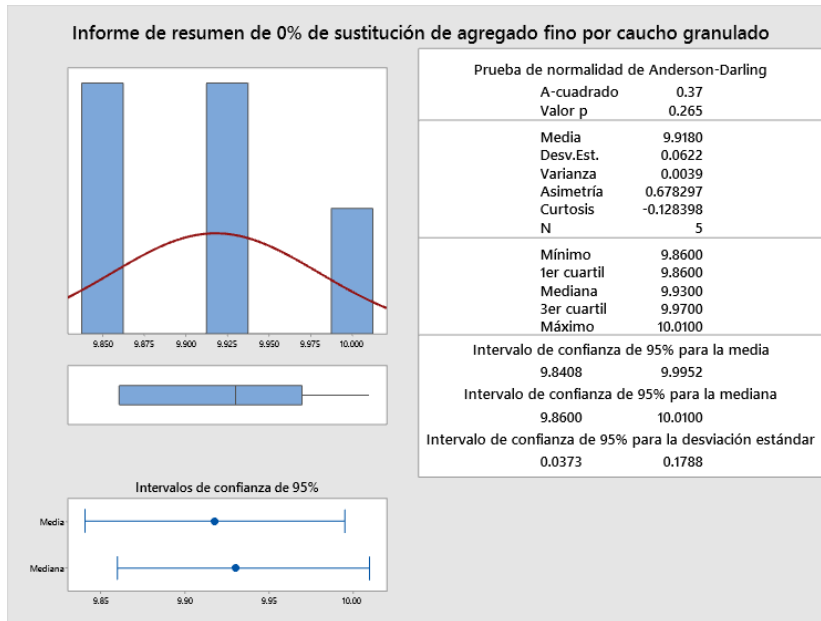


Figura 118

Resumen Medidas Descriptivas, Resistencia en Muretes (13 % de Sustitución de Arena por Caucho Granulado de Neumáticos)

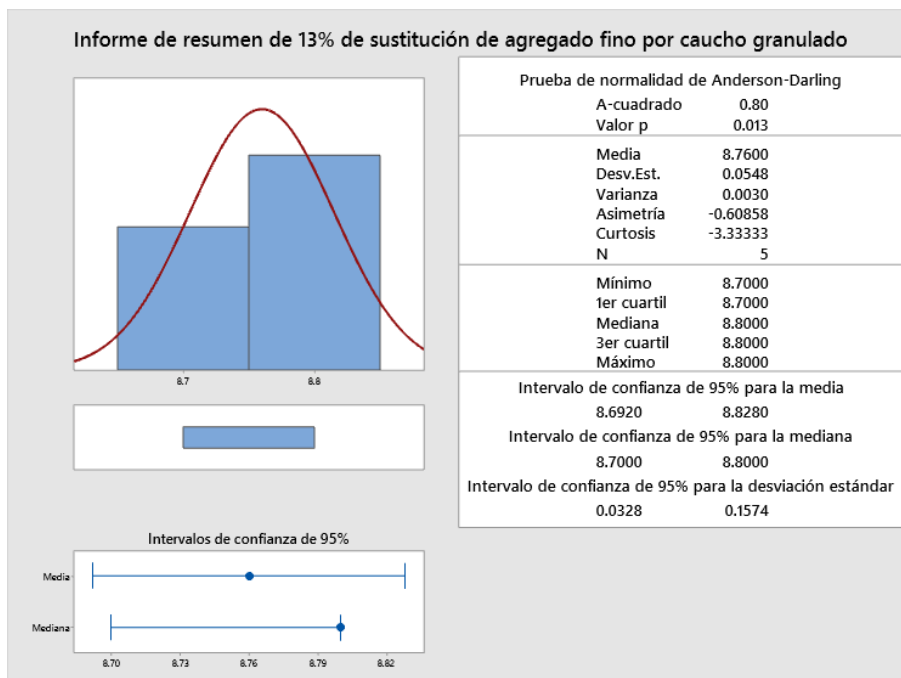
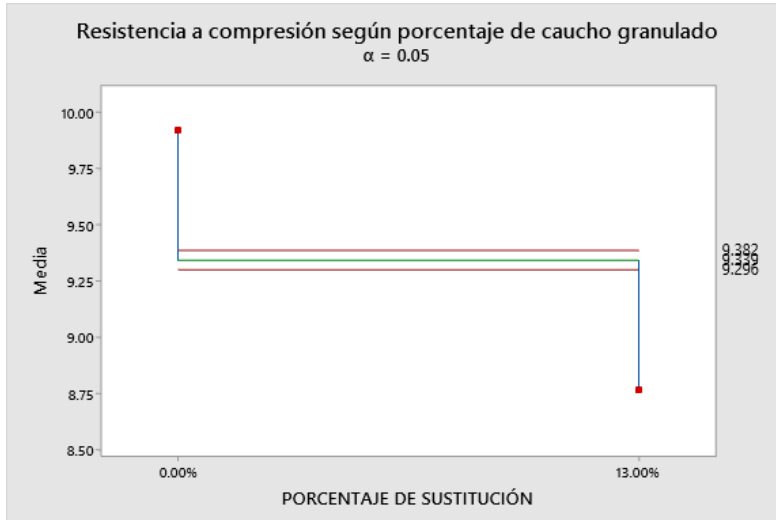


Figura 119

Variación de la Resistencia al Corte Diagonal en Muretes según Porcentaje de Caucho Granulado



4.3. Discusión de resultados

La arena de la cantera Lascan – Conchán alcanza humedad 1.38%, por tanto, el contenido de agua dentro de la matriz del árido no es elevada, pero es mucho mayor que, el árido analizado por Paiva (2019) que, tan solo presentaba humedad de 0.60%; su módulo de finura fue 2.08, cumpliendo con la norma E.070 (MVCS, 2006) que, establece la gradación de la arena para albañilería, pero siendo más fina que, la arena utilizada por Suárez y Mujica (2016) que, presentaba un módulo de finura de 4.47, siendo un material más grueso; no obstante, similares resultados obtuvo Paiva (2019) cuya arena presentaba un MF de 2.70, por lo que, también se encuentra de los rangos de arena media. El peso unitario suelto y compactado de la arena Lascan era de 1323 y 1614.61 kg/m³ con porcentaje de vacíos suelto y compactado de 45.21 y 33.15%, peso unitario en condición saturado con superficie seca suelto y compactado de 1515.22 y 1660.07 kg/m³, porcentaje de vacíos en condición saturado con superficie seca suelto y compactado de 37.26 y 31.26 %, siendo menores a los estimados por Suárez y Mujica (2016) cuya arena al ser más gruesa también tenía un mayor peso volumétrico. El peso específico de masa de 2.27

gr/cm³, peso específico de la masa saturada con superficie seca de 2.34 gr/cm³, peso específico aparente de 2.42 gr/cm³ y absorción de 2.79 % siendo similar a los datos estimados por Suárez y Mujica (2016) quienes alcanzaron 2.414, 2.564, y 2.841 gr/cm³, respectivamente; pero menores a los estimados por Paiva (2019) cuya arena presentaba 2.79, 2.81 y 2.84 gr/cm³ respectivamente; sin embargo su absorción es menor (0.729%) en contraste con Suárez y Mujica (2016) cuya absorción de la arena (6.23%) supera a la arena de Conchán (2.79%).

El confitillo de la cantera Reyes , comunidad de San Juan del Suro – Cuyumalca, presentaba humedad de 3.71 %, MF de 3.61, peso unitario suelto y compactado de 1272.69 y 1606.39 kg/m³, porcentaje de vacíos suelto y compactado de 51.32 y 38.57 %, peso unitario en condición saturado con superficie seca suelto y compactado de 1407.25 y 1617.64 kg/m³, vacíos en condición saturado con superficie seca suelto y compactado de 46.18 y 38.14 %, peso específico de masa de 2.51 gr/cm³, peso específico de la masa saturada con superficie seca de 2.55 gr/cm³, peso específico aparente de 2.62 gr/cm³ y absorción de 1.71%. En cambio Suárez y Mujica (2016) utilizaron un agregado muy grueso el cual no era óptimo para bloques, puesto que su módulo de finura era de hasta 6.36, y los valores de sus pesos unitarios tanto suelto y compactado, peso unitario en condición saturado con superficie seca suelto y compactado era significativamente mayores respecto al confitillo de Reyes-Cuyumalca, con 1535.27, 1744.86, 1566.13 y 1779.93 kg/m³ respectivamente, caso contrario sucede con su porcentaje de vacíos en condición saturado con superficie seca suelto y compactado de 43.23 y 35.48% que, era similar al del confitillo, de igual manera su peso específico de masa, peso específico de la masa saturada con superficie seca, peso específico aparente y absorción, por lo que se ha deducido que, los agregados analizados por Suárez y Mujica (2016) no tienen similitud significativa con los agregados de la provincia de Chota, que se han analizado en la

presente investigación. Tal como, Paiva (2019) quién utilizó agregado grueso disímil al de San Juan del Suro y semejante al de Suárez y Mujica (2016) que, tiene un módulo de finura de 6.40 por lo que, es mucho más grueso, un contenido de humedad ligeramente menor de 0.60 %, su peso específico de masa, de masa saturada con superficie seca y aparente son mayores con valores de 2.686, 2.706 y 2.74 gr/cm³ respectivamente y baja absorción de 0.75%, por tanto, Paiva (2019) utilizó agregado fino con similares características que, la arena de la cantera Lascan pero agregado grueso con características más densas que, el confitillo de la cantera Reyes de Cuyumalca-Chota.

El caucho granulado utilizado en bloques ha sido reciclado de distintas partes de la ciudad de Chota – Cajamarca, con un módulo de finura de 3.37, por lo que, se decidió trabajar con medida de partículas de caucho granulado que pasan el tamiz N° 10 y son retenidas en el tamiz N° 16 esto quiere decir partículas entre 1.19 y 2.00 mm de diámetro. Almeida (2011) usó dos tamaños de fibra de caucho la fibra tipo 1 que tiene un diámetro de 0.11 cm y un largo de 0.57 cm y la fibra tipo 2 que tiene un diámetro de 0.14 cm y un largo de 1.9 cm para al final concluir que la fibra tipo 2 era la ideal para la producción de bloques de concreto. En cambio Suárez y Mujica (2016) utilizaron caucho granulado de 0.5 a 2.5 mm. Así mismo, Lara, et al (2020) utilizaron caucho granulado de 0.596 a 2.00 mm. por lo que, el caucho granulado utilizado en el presente estudio fue mejor delimitado respecto a estos antecedentes, debido a que, el tamaño de partículas no tiene gran diferencia, la que, permite determinar un comportamiento más acertado en la producción de bloques. Para los bloques portantes se realizaron tres dosificaciones de cemento: agregados, probando experimentalmente la resistencia de las mismas, por lo que, finalmente se optó por la dosis 1:6 con 4 de arena y 2 de confitillo con una relación de agua cemento en volumen de 1: 1, para $f'c = 70 \text{ kg/cm}^2$, con un reemplazo progresivo del 0%, 5%, 10 %, 13%, 15%, 20% y 25% de agregado fino por caucho granulado. Mientras

que, Suárez y Mujica (2016) realizaron un diseño de mezcla para $f'c = 40 \text{ kg/cm}^2$ (proporción en volumen de 1 : 7.67 : 1.18 de cemento, agregados y agua respectivamente) con un reemplazo progresivo en volumen de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de agregado fino por caucho sintético. Igualmente, Paiva (2019) realizó un diseño de mezcla para un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con un reemplazo progresivo en relación al peso de cemento empleado de 10%, 15%, y 20% por fibras de caucho. Vilca (2018), realizó una dosificación en volumen de 1: 5 :2 (cemento: AF: AG), para una resistencia mínima de 20 kg/cm^2 , para posteriormente realizar un reemplazo progresivo en volumen de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% de agregado fino por caucho granulado. Así mismo, Lara, et al (2020) realizó una dosificación en volumen de 1: 7 :7 (cemento: AG: AF), para una resistencia mínima de 35 kg/cm^2 , para posteriormente realizar un reemplazo progresivo en volumen de 10, 15 y 20% de árido fino por partículas de caucho reciclado; Zambrano (2014), realizó una dosificación en peso de cada agregado para luego sustituir el agregado fino por 0%, 5% y 10% de caucho granulado para una resistencia mínima de 30.6 kg/cm^2 . De igual manera, Almeida (2011), realizó dosificaciones en peso de cada agregado para luego sustituir el agregado fino por 0%, 5% y 10%, 20% , 30% y 50% de caucho granulado para una resistencia mínima de 12 kg/cm^2 . Todos los antecedentes usan el caucho granular como material de remplazo de la arena en la producción de bloques de albañilería, con remplazo similar de 0% a 25%, no obstante, el cambio sustancial se da en la dosificación base, tipo de agregados utilizados, tipo de cemento, y forma y dimensión del caucho granular incorporado a la mezcla de concreto, además de que, muchos de los autores (Almeida, 2011; Zambrano, 2014; Lara, et al., 2020; Suárez y Mujica, 2016) buscan elaborar bloques no portantes (20 kg/cm^2), mientras que, en el presente estudio se han producido bloques portantes ($>50 \text{ kg/cm}^2$).

Los bloques con sustitución de 0%, 5%, 10%, 13%, 15%, 20% y 25% de arena

por caucho granulado, cumplen con las características físicas de variación dimensional y alabeo de la norma E.070 (MVCS, 2006) en cambio, para Suárez y Mujica (2016) solamente cumplían con la variación dimensional los bloques producidos con 5% y 10% de caucho granular, debido a que, dicho componente se expandía dentro de la mezcla generando que, la unidad presente fuertes variaciones en sus dimensiones, en cambio en el presente estudio esto se corrigió por medio del tratamiento químico, para mejorar la adherencia del material residual. Así mismo, todos los bloques portantes producidos cumplen con la absorción máxima de 12%, sugerida en la norma E.070 (MVCS, 2006), tal como, en el análisis de Suárez y Mujica (2016) donde los bloques con 0%, 15% y 20% cumplían con no superar la máxima absorción. Los bloques portantes presentan un contenido de humedad entre 82.83% (0% de caucho granulado) a 56.47% (25% de caucho granulado), y densidad entre 3.36 gr/cm^3 (0% de caucho granulado) a 3.04 gr/cm^3 (25% de caucho granulado); es decir la densidad y humedad en los bloques disminuye conforme se incrementa el porcentaje de caucho granulado. La succión de los bloques portantes oscila entre $20.74 \text{ gr/200cm}^2\text{-min}$ (0% de caucho granulado) a $8.63 \text{ gr/200cm}^2\text{-min}$ (25% de caucho granulado), por tanto, todas son menores de $25 \text{ gr/200cm}^2\text{-min}$, cumpliendo con la norma NTP 399.613. Simultáneamente se ha observado que conforme sube las proporciones de porcentajes de caucho granular, la absorción aumenta de manera creciente, por el contrario, el contenido de humedad, densidad y succión, disminuye, lo que, significa una relación entre el menor contenido de agua dentro de la matriz del bloque al adicionar caucho (material incorporado en estado seco); pero que, se contrapone con su posibilidad de absorber agua, a causa de la adición de un material poroso en la mezcla como es el caucho granular.

Los bloques de concreto con remplazo de 0, 5, 10, 13 y 15% de arena por caucho granulado, cumplen con la resistencia a compresión las cuales deben ser mayores a 50

kg/cm² sugerida por la norma E.070 (MVCS, 2006), aceptando el valor de 13% de sustitución por el óptimo ya que, se aprovecha la mayor cantidad de caucho teniendo un factor de seguridad respecto a la norma, además los porcentajes de 0% y 13% cumplen la firmeza mínima a compresión en pilas y corte diagonal en muretes, y se dedujo que conforme aumenta el porcentaje de sustitución, la resistencia disminuye. Suárez y Mujica (2016), determinaron que solamente cumplían con la firmeza mínima de 40 kg/cm² los porcentajes de 0% y 15%, de igual manera para ensayos de pilas y murete, disminuyendo de igual manera las resistencias conforme el aumento de porcentaje de caucho, sin embargo, aceptaron el valor de 15% puesto que aprovecha la mayor cantidad de caucho, siendo este porcentaje similar al óptimo definido en la presente investigación de 13% de caucho granular. No obstante, existe discrepancia con Paiva (2019), puesto que es el único antecedente que, describe un incremento en la resistencia a compresión conforme se incrementa el porcentaje de caucho granulado cumpliendo con la resistencia mínima de 40 kg/cm² todos los porcentajes de 10%, 15% y 20%, y por tanto, eligiendo el valor de 20% como óptimo debido a que, permite alcanzar la más alta resistencia de 96 kg/cm², esta discrepancia en los datos se da debido a que, Paiva (2019) buscando el incremento de las propiedades de las unidades, no solamente utilizaron el caucho granular sino aditivos químicos de reforzamiento, lo que, ha generado una mayor adhesión y mejor comportamiento mecánico de la mezcla, además de que, sustancialmente tienen un mejor entrelazamiento las partículas, por tanto, en futuras investigaciones es importante probar la adición de caucho granular en la mezcla cementante pero con aditivos de reforzamiento. Así mismo en Vilca (2018), se dio un caso particular ya que se determinó que con 5% y 10% superaban la resistencia mínima del bloque patrón de 20 kg/cm², pero al incorporar 15% , 20% y 25% estos generaban una caída brusca de resistencia respecto al bloque patrón, considerándoles inviables para el proyecto, por ello el autor aceptó el

valor de 10% puesto que aprovecha la mayor cantidad de caucho, a pesar de ser un porcentaje menor al óptimo alcanzado en la presente investigación (13%) está dentro del rango determinado en el estudio como adecuado para la producción de bloques.

Al realizar la comparación con los antecedente nacionales citados se coincide en que mientras mayor sea el remplazo de arena por caucho reciclado , mayor será la merma en la resistencia a la compresión, con excepción de lo estimado por Paiva (2019) donde sucede todo lo contrario, debido a que a mayor porcentaje de caucho granular adquieren unidades más resistentes; siendo un caso singular en comparación con los demás estudios planteados, pero que, dichas diferencias datan de los componentes utilizados en la producción de la mezcla.

Se determinó que el porcentaje adecuado de sustitución para la producción de bloques portantes en el estudio era 13%, para Vilca (2018) 13% y 25% es el porcentaje mínimo y máximo de sustitución del agregado fino para bloques que, cumplan con la norma E.070 (MVCS, 2006), por tanto, su dosificación adecuada es mucho mayor a la del presente estudio, tal como en los estudios internacionales de Lara, et al (2020) , y Almeida (2011) cuyo porcentaje óptimo a fin de que, cumplan con sus respectivas normas era 20% en ambos casos; pero en el estudio de Zambrano (2014) la dosificación óptima es de tan solo 5%, a fin de que no se afecte sustancialmente las características mecánicas siendo así, en el presente estudio se supera dicho porcentaje lo que, se ha logrado gracias al tratamiento previo realizado al caucho granular para conseguir mayor adherencia lo que concuerda con los análisis de Lara, et al (2020), y Almeida (2011). Las variaciones entre los resultados de unos y otros autores se debe a que, no se comparten la misma relación respecto a los agregados, por lo que se cambia también la dosificación o mezcla, pero se comparte el mismo objetivo de reaprovechar la máxima cantidad de caucho reciclado, pero cumpliendo con la norma técnica de cada país.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determinó como porcentaje óptimo el valor de 13 % al remplazar la arena por caucho granulado de neumáticos reciclados en la producción de bloques portantes, el cual cumple con los distintos requisitos establecidos en la norma peruana de albañilería E.070 (MVCS, 2006), tal y como se describe en las conclusiones específicas:

- 1) La arena de la cantera Lascan – Conchán cumple con la gradación de la norma E.070 (MVCS, 2006) para albañilería, presenta un módulo de finura (MF) de 2.08, con humedad de 1.38% y absorción de 2.79%; su peso unitario suelto y compactado es de 1323.23 y 1660.07 kg/m³, con peso específico de masa de 2.27 gr/cm³; mientras que, el confitillo de la cantera Reyes de San Juan del Suro – Cuyumalca, está fuera del uso granulométrico de la norma E.070, tiene un MF de 3.61, alcanza humedad de 3.71% y absorción 1.71%; con peso unitario suelto y compactado de 1272.69 y 1617.64 kg/m³, con peso específico de masa de 2.51 gr/cm³. Por tanto, el confitillo presenta mayor humedad, módulo de finura, porcentaje de vacíos suelto y compactado, y pesos específicos respecto al agregado fino, mientras que en el resto de propiedades es ligeramente menor.
- 2) La absorción en los bloques portantes aumenta conforme incrementa el porcentaje de remplazo de arena por caucho granulado para 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, se alcanzan valores de 8.83%, 9.82%, 9.71%, 9.87%, 11.02% y 9.82% respectivamente, no obstante, en todos los casos al igual que, la variación dimensional y alabeo cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006). La humedad, densidad y succión de los bloques portantes disminuye conforme se aumenta el porcentaje de remplazo de arena por caucho granulado, variando de 82.83% a

60.57%, de 3.36gr/cm³ a 3.04gr/cm³, de 27.41gr/200 cm²-min a 8.63 gr/200 cm²-min para bloques con 0% y 25% de caucho granular, respectivamente; cumpliendo en todos los casos con la normatividad. En cambio, la porosidad promedio sigue una tendencia no lineal, con incrementos y decrementos continuos que, no se relacionan con el porcentaje de adición de caucho granular, para bloques con 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de caucho granular, alcanza 30.78%, 32.19%, 30.35%, 32.84%, 31.59% y 31.35%, respectivamente. Los bloques portantes al sustituir la arena por caucho granular presentan características físicas dentro de lo usual y normado (MVCS, 2006).

- 3) La resistencia a compresión (f'_b) de los bloques portantes con 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de caucho granular en remplazo de la arena es de 81.3 Kg/cm², 75.9 Kg/cm², 70.0 Kg/cm², 49.9 Kg/cm², 48.9 Kg/cm² y 11.6 Kg/cm² respectivamente, se aprecia que la resistencia característica a la compresión al sustituir desde un inicio ,caucho granulado como árido, reduce la resistencia a la compresión (esto se debe a que conforme incrementa el porcentaje de sustitución de agregado por caucho granulado , aumenta la porosidad y absorción del bloque portante, el cual genera el aumento de vacíos dentro del elemento , por lo cual resulta perjudicial para las propiedades mecánicas a la compresión) ,y resulta critico al sustituir en dosis extremas, reconociéndose que la sustitución de 0%, 5% y 10% de caucho granular cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006). Siendo así, se ha generado una ecuación de regresión lineal para definir el porcentaje más óptimo de aprovechamiento de caucho granular, que signifique el mayor volumen posible de adición pero que, cumpla con la norma E.070 (MVCS, 2006), determinando como, dosificación óptima a 13%. Con dicha dosificación y la dosificación patrón (0% de caucho como remplazo de arena) se produjeron bloques para los ensayos

de albañilería; determinando que, la resistencia a compresión en pilas ($f'm$) y corte diagonal en muretes ($V'm$) de bloque patrón, es $f'm$ 95.21 Kg/cm² (el mecanismo de falla preponderante es un agrietamiento vertical, seguido de descascaramiento no predominante.) y $V'm$ 9.86 Kg/cm² (el tipo de falla es por tensión diagonal combinada con cortante), cumpliendo los valores con la norma E.070 (MVCS, 2006).

- 4) Con 13%, porcentaje óptimo de sustitución de la arena por caucho granulado de neumáticos reciclados se producen bloques portantes de concreto que, cumplen con la norma de albañilería E.070 (MVCS, 2006). Los bloques portantes producidos con 13% de caucho granular como remplazo de la arena (porcentaje óptimo) cumplen con la variación dimensional y alabeo de la norma E.070 (MVCS, 2006), alcanzan 9.72% de absorción promedio (< 12%), 49.22% de humedad, 35.51% de porosidad, 3.31gr/cm³ de densidad, 11.71 gr/200 cm²-min de succión, 57.7 Kg/cm² de resistencia a compresión (> 50 kg/cm²), 77.68 Kg/cm² de resistencia a compresión en pilas (> 74 Kg/cm²) (el mecanismo de falla preponderante es un agrietamiento vertical, seguido de descascaramiento no predominante) y 8.7 Kg/cm² de resistencia al corte diagonal en muretes (> 8.6 Kg/cm²) (el tipo de falla es por tensión diagonal combinada con cortante), cumpliendo los valores con la norma E.070 (MVCS, 2006). Por lo que este material, puede utilizarse en la construcción de muros portantes en la localidad de Chota.

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

Se recomienda utilizar agregados de la cantera “Lascan” y “Reyes” de la provincia de Chota y un porcentaje de sustitución del 13% de agregado fino por caucho granulado con partículas entre 1.19 mm y 2.00 mm de diámetro, con una dosis 1: 6 con 4 de arena y 2 de confitillo con relación agua cemento en volumen de 1: 1, para la elaboración de bloques portantes de concreto, debido a que cumplen con la norma E.070 (MVCS, 2006).

Se recomienda analizar las propiedades de los agregados que, componen las materias primas para la producción de bloques. También se recomienda a las empresas productoras de bloques portantes, utilicen partículas de caucho granulado en la composición de las unidades, con la finalidad de crear un bloque ecológico, el cual contribuya a reducir la contaminación ambiental, que actualmente genera este material.

Se recomienda que en futuras investigaciones universitarias se busque dar un aporte ambiental resolviendo problemas tecnocientíficos, para ello, deben realizar estudios con partículas de caucho granulado en otros productos dedicados al mundo de la construcción de vías y edificaciones.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS

- Almeida Salazar, N. G. (2011). *Utilización de fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de mampostería para mitigar el impacto ambiental en el Cantón Ambato*. [Tesis de grado, Universidad Técnica De Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/4346>
- Amador Blanco, J. J. (2008). *Plásticos: materiales de construcción* (1ª ed.). Amador Blanco, Juan José.
- American Concrete Institute. (2016). *Aplicabilidad del uso de residuos de caucho en aplicaciones estructurales*. ScienceDaily. <https://sciencedaily.com/releases/2016/03/160315104840>
- American Concrete Institute. (2008). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. (ACI 318S-05). Michigan, U.S.A.
- American Concrete Institute. (2007). *Self- Consolidating Concrete*. (ACI 237R-07). Michigan, U.S.A.
- Arias, F. G. (2006). *El proyecto de investigación* (5a ed.). Episteme. https://books.google.com.pe/books?id=y_743ktfK2sC
- Borja Suárez, M. (2016). *Metodología De La Investigación Científica Para ingenieros*. 1 (1). Chiclayo.
- Botasso, G., Rebollo, O., Cuattrocchio, A., & Soengas, C. (2008). *Ejecución de pavimento con mezcla asfáltica densa con utilización de caucho reciclado*. LEMaC Centro de Investigaciones Viales. 2(3), 32-50. Argentina. <https://www.yumpu.com/es/document/read/52382849/ejecucion-de-pavimento-con-mezcla-asfaltica-lemac>
- Burgos, E. R., & Rodríguez J. D. (2022). *Influencia del caucho reciclado en las propiedades físicas-mecánicas en una mezcla asfáltica en caliente, Trujillo 2021*. (Tesis de grado, Universidad Privada del Norte). <https://hdl.handle.net/11537/30437>
- Carrión Nin, J. (1999). *Proceso de fabricación de las llantas de caucho*. Industrial Data, 2 (2), 40-43.
- Castro, G. (2008). *Materiales Compuestos Para La Industria Del Neumático*.
- CONCRETODO. (s.f.). *Cómo Construir Con Concreto*. Bloques De Concreto. Consultado el 18 de mayo de 2022, de <http://www.concretodo.com/pdf/mamposteriabloques.pdf>
- Díaz, T., Díaz, R., & Mejía, C. (2016). *Contaminación por residuos sólidos en Chota.*, Perú: Revista Ciencia Nor@ndina.
- Eco Green. (2018). *¿Conoces cuales peligros pueden ocasionar los Neumáticos Fuera de Uso (NFU)?* 22 de Enero. <https://ecogreenequipment.com/es/conoce-cuales->

peligros-pueden-ocasionar-los-neumaticos-fuera-de-uso-nfu/

El Economista. (2018). *Crean artículos sustentables con llantas usadas*. 3 de Diciembre. <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Crean-articulos-sustentables-con-llantas-usadas-20181203-0056.html>

Enfedaque, A. (2008). *Resistencia a impacto de morteros de cemento reforzados con caucho (GRC)*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio institucional <https://oa.upm.es/view/institution/Caminos/>

Fajardo, C., & Lopez, S. (2022). *Elaboración de bloques de concreto $f'c$ 75 kg/cm² adicionando polvo de vidrio de colores reciclado para reducir la emisión de CO₂ generado por la producción de cemento*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional <http://hdl.handle.net/10757/660938>

Farfán, M., & Leonardo, E. (2018). *Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante*. Perú: Revista Ingeniería de Construcción, 33(3), 241–250. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300241>

Flexicon. (2015). *El caucho granulado. Equipos y sistemas de manejo de materiales a granel*. Consultado el 18 de mayo de 2022, de <https://www.flexicon.es/MaterialesManejados/Caucho-Granulado.html>

Gallegos, H., & Casabone, C. (2005). *Albañilería estructural* (3 ed., Vol. 3). Pontificia Universidad Católica del Perú Fondo Editorial.

García, A. M. (2020) *Influencia de la adición de caucho granulado en 5%, 10% y 15% en la resistencia a compresión y flexión del concreto para la utilización en obras de ingeniería, lima 2020*. [Tesis de Titulación, Universidad Privada del Norte].

García, W. F., Hernández, J. S., & Menéndez, M. C. (2011). *Estudio Técnico de la Goma Triturada como Agregado en el Diseño de Mezclas de Concreto y Mortero tipo M y S para Obras Civiles*. (p. 1-3). Buenos Aires.

Green Area. (2015). *¿Las llantas causan contaminación?? - GreenArea.me*. 10 de Diciembre. <http://greenarea.me/es/95341/las-llantas-causan-contaminacion/>

Gujel, A. A., Brandalise, R. N., Crespo, M. G., & Nunes, R. C. (2008). *Incorporación de polvo de neumáticos en una formulación para bandas de rodadura de neumáticos de motocicletas*. Polímeros: Ciencia y Tecnología, 18(4), 320-325. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282008000400011>

Guzmán, Y., & Guzmán, E. (2015). *Sustitución de los áridos por fibras de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de concreto estructural en chimbote-2015*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Del Santa]. Repositorio institucional <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2717>

Instituto Argentino de Normalización. (1997). *Bloques No Portantes de Hormigón*.

- (IRAM 11561-2). Buenos Aires, Argentina: 1era edición.
- Instituto Nacional de Calidad. (1999). *SUELOS. Métodos de ensayo para el análisis granulométrico*. (NTP 339.0128). Lima, Perú: 1era edición. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- Instituto Nacional de Calidad. (2017). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Bloques de concreto para uso no estructural*. (NTP 399.600). Lima, Perú: 3era edición. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- Instituto Nacional de Calidad. (2002). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. (NTP 339.604). Lima, Perú: 1era edición. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- Instituto Nacional de Calidad. (2003). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería*. (NTP 339.605). Lima, Perú: 2da edición. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- Instituto Nacional de Calidad. (2005). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla*. (NTP 339.613). Lima, Perú: 1era edición. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- Instituto Nacional de Calidad. (2004). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de ensayo de compresión diagonal en muretes de albamilería*. (NTP 339.621). Lima, Perú: 1era edición. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- Instituto Nacional de Calidad. (2008). *Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. (NTP 400.011). Lima, Perú: 1era edición. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- Instituto Nacional de Calidad. (2013). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. (NTP 400.012). Lima, Perú: 1era edición. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- Instituto Nacional de Calidad. (1999). *Agregados - Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. (NTP 400.017.) Lima - Perú: 2° Edición. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- Kroschwitz, J. I. (1990). *Polymers: Fibers and Textiles , A Compendium*. <https://doi.org/10.1002/pi.4990250111>
- La verdad . (2018). *Más de 2 millones de neumáticos se desechan cada año*. 22 de Agosto. <https://laverdadnoticias.com/ecologia/Mas-de-2-millones-de-neumaticos-se-desechan-cada-ano.-20180605-0041.html>
- Lara Guerrero, E. J., Guerrero Cuasapaz, D. P., & Altamirano León, B. I. (2020). *Influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques*

- de concreto*. Revista Técnica de La Facultad de Ingeniería, 43(3), 134–141.
- Magallanes, C. A., & Guillén, I. C. (2014). *Experiencias Tratamiento De Neumáticos Fuera De Uso En Iberoamérica*. Congreso De La República Del Perú, 61, 1–22
- Ministerio del Ambiente . (2021). *Neumáticos fuera de uso influyen significativamente en la generación de residuos sólidos*. Nota de Prensa. <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/543946-neumaticos-fuera-de-uso-influyen-significativamente-en-la-generacion-de-residuos-solidos>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (MVCS, 2006). *Norma E.070 “Albañilería”*. Reglamento Nacional de Edificaciones. MVCS.
- Moncada, M. (17 de mayo de 2018). *El reciclaje de neumáticos marca el camino de la economía circular*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/05/el-reciclaje-de-neumaticos-marca-el-camino>
- Neumaticos Exposicion*. (n.d.). Retrieved October 25, 2020, from <https://es.slideshare.net/skipychan/neumaticos-exposicion>
- Pacheco, C. A. (2021). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de tejados de caucho* [Tesis de pregrado, Universidad de Lima]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/13314>.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de tecnología de concreto en el Perú*. Colegio de ingenieros del Perú, 2(1), 75–76
- Paiva Calderón, G. K. (2019). *Diseño de bloques de concreto utilizando el caucho sintético en muros de albañilería no portantes en el Distrito de Chulucanas-2019* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39660>
- Paredes, L. A. (2021). *Análisis de concreto adicionado con residuos de llanta de caucho para la elaboración de prefabricados para urbanismo*. [Tesis de licenciatura, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio institucional. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/38544/>.
- Peláez, G., Velásquez, S., & Giraldo, D. (2014). *Aditivos para el Procesamiento del Caucho Natural y su Aplicación en Pequeñas Plantaciones de Caucho*. Informador Técnico, 78 (2), 166-174.
- Peláez Arroyave, G. J., Velásquez Restrepo, S. M., & Giraldo Vásquez, D. H. (2017). *Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 27(2), 27–50. <https://doi.org/10.18359/rcin.2143>
- Piñheiro, S. (2015). *Diagnóstico situacional y disposición final de los residuos especiales (neumáticos), usados en la ciudad de Iquitos - Loreto. 2014*. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Repositorio institucional <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3285>

- Peñaloza, G., & Moreno, R. (2015). *Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto con sustituciones del 10% y el 30% de arena con caucho granulado*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/10983/2501>.
- Presti , D. (2013). *Betunes modificados con caucho de neumáticos reciclados para mezclas asfálticas de carreteras: una revisión de la literatura*. *Construcción y Materiales de Construcción*, 49(1), 863-881. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.09.007>
- Quintero, L., Herrera, J., Corzo, L., & García, J. (2011). Relación entre la resistencia a la compresión y la porosidad del concreto evaluada a partir de parámetros ultrasónicos. *Revista ION*, 24(1), 69-76.
- Quiroga, M. A. J., & Maquera, A. J. (2019). *Evaluación del Desempeño Térmico Utilizando Polvo de Caucho y Poliestireno Expandido para Uso como Material Alternativo en Acabados y Juntas en Muros de Albañilería en la Ciudad de Tacna-2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1292>.
- Ramírez Velarde, J. A., Gómez Lazarte, C. E., & Donoso Rodriguez, J. L. (2018). *Plan de negocio para la implementación de una planta de reciclaje de llantas usadas mediante el proceso de Pirolisis* [Tesis de maestría, Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/624919>
- Rivera, J. E. (2016). *Estudio de propiedades físico mecánicas y de durabilidad del hormigón con caucho*. [Tesis de Master, Escola Técnica de Camins, España].
- Semana . (2022). *Llantas usadas en Colombia*. 22 de Agosto. <https://www.semana.com/economia/inversionistas/articulo/en-colombia-cada-ano-950000-llantas-usadas-van-a-parar-a-la-basura/202129/>
- Serra Alavez, I. (2013). *Diseño de Bloques de Concreto Aplicado a Muros de Carga para Ventilar Espacios Arquitectónicos*. Oaxaca-México.
- Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo (CORDIS) (2018). *Un reciclaje de neumáticos innovador*. Estudios de Europa occidental, EUROPEAN TYRE RECYCLERS ASSOCIATION, <https://cordis.europa.eu/article/id/190538-innovative-recycling-targets-tyres/es>
- Steve, J. (26 de junio de 2012). *Reciclaje de neumáticos: procesos y uso*. Wordpress . Consultado el 18 de mayo de 2022 de <https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/06/26/reciclaje-de-neumaticos-procesos-y-usos/>
- Suárez Jiménez, I., & Mujica Núñez, E. A. (2016). *Bloques de concreto con material reciclable de caucho para obras de edificación*. [Tesis de grado, Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco]. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/1336>

- Tapia, E. D. (2022). *Utilización de caucho reciclado para la construcción de una carpeta asfáltica sustentable en una vía de tercer orden* [Tesis de maestría, Universidad Laica Vicente Rocafuerte De Guayaquil].
- Vargas, K.G. (1 de enero de 2016). *Los secretos del árbol de caucho*. El campesino.co. Consultado el 18 de mayo de 2022 de <https://elcampesino.co/importancia-del-arbol-del-caucho/>
- Velásquez, B. M. (2022). *Influencia de la incorporación del caucho granulado sobre las propiedades mecánicas del concreto simple para pavimentos rígidos en el distrito de San Martín de Porres, Lima 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/11537/30268>.
- Velásquez, S., Pélaez, G., & Giraldo, D. (2017). *Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2(2), 27-50. https://www.redalyc.org/journal/911/91150559002/html/#redalyc_91150559002_ref17
- VENEGAS, L. (2016). *Evaluación del comportamiento del grano de caucho de llanta reciclada en la producción de concreto para la empresa ARGOS. comercial*. [Tesis de Grado, Fundación Universidad de América, Bogotá]. Repositorio institucional <http://hdl.handle.net/20.500.11839/432>
- Vignart, J. (2010). *Problemática del neumático fuera de uso: Reciclado y posterior aplicación industrial y comercial*. [Tesis de Grado, Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Argentina]. Repositorio institucional. <http://ri.itba.edu.ar/handle/123456789/519>
- Vilca Fernandez, J. A. (2018). *Análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas de los bloques huecos de concreto al sustituir el agregado fino por caucho granulado, cusco* [Tesis de grado, Universidad Andina Del Cusco]. <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1786>
- Zambrano repetto, B. (2014). *Análisis de las características de bloques fabricados con caucho triturado para usarlos en mampostería* [Tesis de grado, Universidad Espiritu Santo]. <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/578>
- Zapata, J. (2021). *Influencia del porcentaje y módulo de finura de partículas de caucho de neumáticos reciclados sobre la densidad, compresión y asentamiento en un concreto para veredas*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/17489>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia metodológica

Título: Estudio del bloque portante de concreto sustituyendo agregado fino por caucho granulado de neumáticos reciclados, Chota-2022.

Autores: Christian Yherson Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez

Área: Construcciones y Edificaciones

Línea de Investigación: Innovación de *Tecnologías* de la construcción

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
¿Cuál es el porcentaje óptimo al sustituir agregado fino por caucho granulado de neumáticos reciclados en la elaboración de un bloque portante de concreto?	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el porcentaje óptimo al sustituir agregado fino por caucho granulado de neumáticos reciclados en la elaboración de un bloque portante de concreto, con la finalidad de cumplir con los requisitos de la norma técnica peruana de albañilería E.070.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las propiedades físicas de los agregados a usar en un bloque portante de concreto, tales como: Granulometría, módulo de finura, peso específico, absorción, humedad, peso unitario y porcentaje de vacíos. • Determinar las propiedades físicas del bloque portante de concreto al sustituir 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados. • Determinar las propiedades mecánicas del bloque portante de concreto al sustituir 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados. • Determinar las propiedades físico-mecánicas del bloque portante de concreto al sustituir el porcentaje óptimo de arena por caucho granulado de neumáticos reciclados. 	<p>Hipótesis general</p> <p>H1: La sustitución optima de agregado fino por caucho granulado de neumático reciclados en bloques portantes de concreto cumple con los requisitos establecidos en la norma técnica peruana de albañilería E.070.</p> <p>H0: La sustitución optima de agregado fino por caucho granulado de neumático reciclados en bloques portantes de concreto no cumple con los requisitos establecidos en la norma técnica peruana de albañilería E.070.</p>	<p>Variables Independiente</p> <p>Caucho granulado de neumáticos reciclados</p> <p>Variables Dependiente</p> <p>Bloque Portante de concreto</p>	<p>VI:</p> <p>- Porcentaje de sustitución de agregado fino por caucho granulado.</p> <p>VD:</p> <p>-Granulometría -Módulo de finura -Peso específico -Absorción -Cont. humedad -Peso unitario -Variación dimensional -Alabeo -Absorción -Cont. de humedad -Densidad -Porcentaje de vacíos -succión -Resistencia a la compresión simple -Resistencia a la compresión en pilas -Resistencia a la compresión diagonal en muretes</p>	<p>Nivel de investigación:</p> <p>Comparativo</p> <p>Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicativa</p> <p>Método de investigación:</p> <p>La metodología de estudio para mi proyecto será correlacional</p> <p>Diseño:</p> <p>No experimental</p>

Anexo B. Panel fotográfico

B.1. Obtención de los agregados

Fotografía 1. Extracción del Confitillo



Fotografía 2. Reciclaje de Neumáticos NFU



Fotografía 3. Reencauchadora Rhino donde se Procesó el Caucho



Fotografía 4. Caucho Granulado



B.2. Ensayos de los agregados

Fotografía 5. Ensayo de Granulometría



Fotografía 6. Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino



Fotografía 7. Ensayo de Peso Específico del Agregado Fino



B.3. Elaboración de Bloques

Fotografía 8. Arena y Caucho Granulado



Fotografía 9. Mezcla Uniforme de los Agregados



Fotografía 10. Procedimiento de Moldeado y Vibrado



Fotografía 11. Secado de los Bloques



B.4. Ensayos Físicos de los bloques de concreto

Fotografía 12. Ensayo de Alabeo con Ayuda de una Cuña Milimétrica



Fotografía 13. Ensayo de Succión



Fotografía 14. Bloques Secos Puestos en Horno por 24 Horas



Fotografía 15. Peso las Muestras Ensayadas



Fotografía 16. Refrentado de las Muestras Ensayadas



B.5. Ensayos Mecánicos de los bloques de concreto

Fotografía 17. Ensayo de Resistencia a la Compresión



Fotografía 18. Resistencia a la Compresión de Cubos del Mortero



Fotografía 19. Resistencia a la compresión en Pilas



Fotografía 20. Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes



Fotografía 21. Falla del Murete



Fotografía 22. Resistencia a la Compresión Diagonal en Muretes



Fotografía 23. Falla del Murete



Fotografía 24. Falla del Murete



*Anexo C. Ensayos de diferentes dosificaciones en volumen para la elaboración de
bloques de concreto*



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO A LA COMPRESION PARA DIFERENTES DOSIFICACIONES EN VOLUMEN PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	INFORME DE ENSAYO		Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017		Versión	01
			Página	4 de 5

TESIS : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Ubicación : CHOTA-2022".

Solicitantes : LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha : 18-11-2022

Identificación : DOSIFICACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUE DE CONCRETO 1:5:3

Tipo de Muestra : BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN) KN	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	11595	38.2	12.8	19.7	265.82	102.3	10432	39.2	3.85E+03
2	BLOQUE -02	11685	38.1	12.7	19.8	265.84	104.2	10625	40.0	3.92E+03
3	BLOQUE -03	11702	37.9	12.8	19.8	265.87	102.3	10432	39.2	3.85E+03
4	BLOQUE -04	11695	38.1	12.7	19.8	265.80	106.0	10809	40.7	3.99E+03
5	BLOQUE -05	11685	38.0	12.8	19.7	265.81	99.9	10187	38.3	3.76E+03
PROMEDIO									39.5	3.87E+03
DESV. ESTANDAR									0.88	8.63E+01
f'b									38.6	3.79E+03



OBSERVAC: Los Bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Bloques de concreto completos.

Dónde: $C = W/A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁶).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimerachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870

	INFORME DE ENSAYO	Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017	Versión	01
		Página	4 de 5

TESIS : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Ubicación : CHOTA-2022".

Solicitantes : LUCANO CÓNDOR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha : 18-11-2022

Identificación : DOSIFICACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUE DE CONCRETO 1:5:2

Tipo de Muestra : BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN) KN	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	11638	38.2	12.7	19.8	265.82	125.3	12777	48.1	4.71E+03
2	BLOQUE -02	11758	38.1	12.7	19.7	265.84	132.3	13491	50.7	4.98E+03
3	BLOQUE -03	11700	38.1	12.6	19.8	265.87	129.5	13205	49.7	4.87E+03
4	BLOQUE -04	11659	38.2	12.7	19.9	265.80	130.5	13307	50.1	4.91E+03
5	BLOQUE -05	11709	38.2	12.8	19.7	265.81	128.6	13113	49.3	4.84E+03
PROMEDIO									49.6	4.86E+03
DESV. ESTANDAR									0.99	9.76E+01
f'b									48.6	4.76E+03



OBSERVAC: Los Bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Bloques de concreto completos.

Dónde: $C = W/A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 257970

	INFORME DE ENSAYO		Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017		Versión	01
			Página	4 de 5

TESIS : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Ubicación : CHOTA-2022".

Solicitantes : LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha : 18-11-2022

Identificación : DOSIFICACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUE DE CONCRETO 1:4:2

Tipo de Muestra : BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN) KN	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	11725	38.0	12.6	19.8	265.82	210.2	21434	80.6	7.91E+03
2	BLOQUE -02	11685	38.1	12.7	19.7	265.84	212.2	21638	81.4	7.98E+03
3	BLOQUE -03	11702	38.2	12.7	19.9	265.87	208.5	21261	80.0	7.84E+03
4	BLOQUE -04	11652	38.1	12.8	19.8	265.80	209.6	21373	80.4	7.89E+03
5	BLOQUE -05	11706	37.9	12.7	19.7	265.81	218.5	22280	83.8	8.22E+03

PROMEDIO	81.2	7.97E+03
DESV. ESTANDAR	1.53	1.50E+02
f'b	79.7	7.82E+03



OBSERVAC: Los Bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Bloques de concreto completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267970

Anexo C.1. Diseño de Concreto



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

DISEÑO DE MORTERO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Cecilia Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 207020

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Obra: "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Solicitantes: LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Hecho Por: SOLICITANTE

Cantera: LASCAN - CONCHAN

Ing. Responsable: G.R.R.

ubicación: CHOTA-2022

Fecha: 19-12-22

Muestra: M-01

DISEÑO DE MORTERO FC=100 KG/CM2

TIPO I	PACASMAYO	
Peso Especifico	3.15	

(AGREGADO FINO)fc=140kg/cm²

PESO ESPECIFICO	2.27	gr/cc
ABSORCION	2.79	(%)
PESO UNIT. SUELTO	1323	Kg./m ³
PESO UNIT. COMPACT.	1614	Kg./m ³
TAM. MAX.	3/8"	pulg.
TAM. MAX. NOMINAL	4"	pulg.
MOD. FINEZA	2.08	
CONT. HUMEDAD	2.90	%

VALORES DE DISEÑO POR M3 (PASTA)

ASENTAMIENTO	3"- 4"	pulg.
CEMENTO	295	Kg
AGUA	195	Lt
AIRE	1.50	%
ADITIVO	0.00	Kg
RELACION A/C :	0.66	

VOLUMENES DE DISEÑO

CEMENTO	0.094	m ³
AGUA	0.195	m ³
AIRE	0.015	m ³
ADITIVO	0.000	
	0.304	m ³
VOLUMEN DE ARENA	0.696	m ³
VOLUMEN DE AGREGADO FINO	1.580	Kg/m ³

VALORES DE DISEÑO (SECOS)

CEMENTO	295	Kg/m ³
AGUA	195	Lt/m ³
AGREGADO FINO	1580	Kg/m ³

PESO DE AGREGADO FINO CORREGIDO

	1626	Kg/m ³
--	------	-------------------

ADITIVO

SURESHOT AF		gr/cm3
SIGUNIT L - 50		gr/cm3
1 GALON		lts.

HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO 3/8"

HUMEDAD ABSORCION

	0.1	
--	-----	--

APORTE DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO 3/8"

	1.7	Lt
--	-----	----

AGUA EFECTIVA

	193	Lt
--	-----	----

DISEÑO EFECTIVO DE OBRA EN LABORATORIO(PESOS HUMEDOS)

CEMENTO	295	Kg./m ³
---------	-----	--------------------

AGUA	193	Lt./m ³
------	-----	--------------------

APORTE DE ADITIVO SURESHOT AF		Kg./m ³
-------------------------------	--	--------------------

	2115	Kg./m ³
--	------	--------------------

TANDA DE LABORATORIO (FACTOR : 0.05)

CEMENTO	14.8	
---------	------	--

AGUA	9.7	
------	-----	--

AG.FINO	81.3	
---------	------	--

SLUMP	3"- 4"	PULG.
-------	--------	-------

PROPORCION EN PESO

			Lt./bolsa
--	--	--	-----------

1.0	5.50	27.80	Lt./bolsa
-----	------	-------	-----------

PESO UNITARIO (SUELTO)HUMEDO DEL AGREGADO FINO

	1361	Kg/m ³
--	------	-------------------

PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

AGREGADO FINO	38.90	Kg/p ³
---------------	-------	-------------------

CEMENTO	42.50	Kg/p ³
---------	-------	-------------------

PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA

AGREGADO FINO	233.8	Kg/saco
---------------	-------	---------

CEMENTO	42.50	Kg/saco
---------	-------	---------

AGUA	27.80	Lt/saco
------	-------	---------

PIES CUBICOS POR BOLSA (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

AGREGADO FINO	6.00	pie ³ /saco
---------------	------	------------------------

CEMENTO	1.00	pie ³ /saco
---------	------	------------------------

PROPORCIONES EN VOLUMEN POR BOLSA DE CEMENTO

ADITIVO SURESHOT AF	CEMENTO	AGREGADO FINO 4"	AGUA	
	1.00	6.00	27.80	Lt./bolsa

OBSERVACIONES:



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CUBOS DE MORTERO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Cecilia Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 22730

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTEROS DE CUBOS DE 50 mm DE LADO

NORMA NTP 334.051

SOLICITANTES: LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

TESIS: "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA 2022".

Fecha: 19-12-2022

ELEMENTO (s)

CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:3

f _c (Kg/cm ²)			ADITIVO 1									
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	ANCHO	LARGO	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)		(CM)	(CM)	(g)		(KN)	(KG)	(mm ²)	GK/CM ²
1	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:3	21-nov.-22	28	19-dic.-22	5.05	5.02	270	5	48.40	4935.35	25.4	194.7
2	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:3	21-nov.-22	28	19-dic.-22	5.10	5.00	285	6	50.21	5119.91	25.5	200.8
3	CUBOS DE 50 mm DE LADO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:3	21-nov.-22	28	19-dic.-22	5.03	5.10	278	3	48.30	4925.15	25.7	192.0
PROMEDIO:												195.8

OBSERVACIONES: LOS CUBOS DE 50 MM POR LADO FUERON REALIZADOS POR EL SOLICITANTE.

(*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Corentinas Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 20710

Anexo D. Resultados de los ensayos de laboratorio

Anexo D.1. Ensayos físicos de los agregados



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

NORMA:

NTP 400.012

PROYECTO:

ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

26/10/2022

RESPONSABLES:

Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez

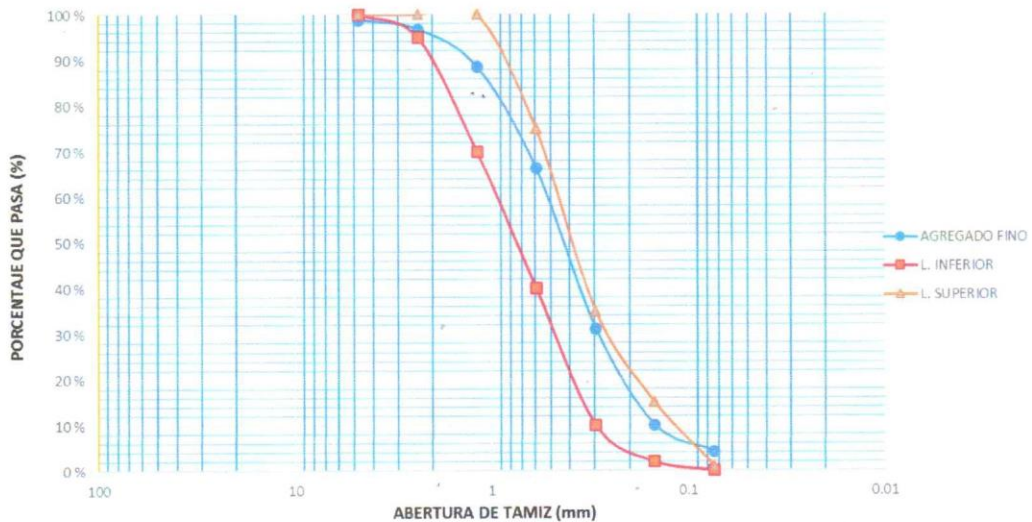
FECHA DE ENSAYO:

28/10/2022

DESCRIPCIÓN:	PESO INICIAL:	647.8 gr
	PESO SECO:	635.9 gr

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE DE RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/8"	9.526	0	0.00	0.00	100.00
# 4	4.763	7.5	1.18	1.18	98.82
# 8	2.381	13	2.04	3.22	96.78
# 16	1.191	52.2	8.21	11.43	88.57
# 30	0.595	141.4	22.24	33.67	66.33
# 50	0.297	223.4	35.13	68.80	31.20
# 100	0.149	134.7	21.18	89.98	10.02
# 200	0.074	36.8	5.79	95.77	4.23
CAZUELA	-.-	26.9	4.23	100	0
TOTAL		635.9		Módulo de finura Mf=	2.08

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA - AGREGADO FINO



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 Ing. Walter Vásquez Tapia	 Ing. José Luis Silva Tarrillo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL CONFITILLO

NORMA: NTP 400.012

PROYECTO: ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN: Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO: 28/10/2022

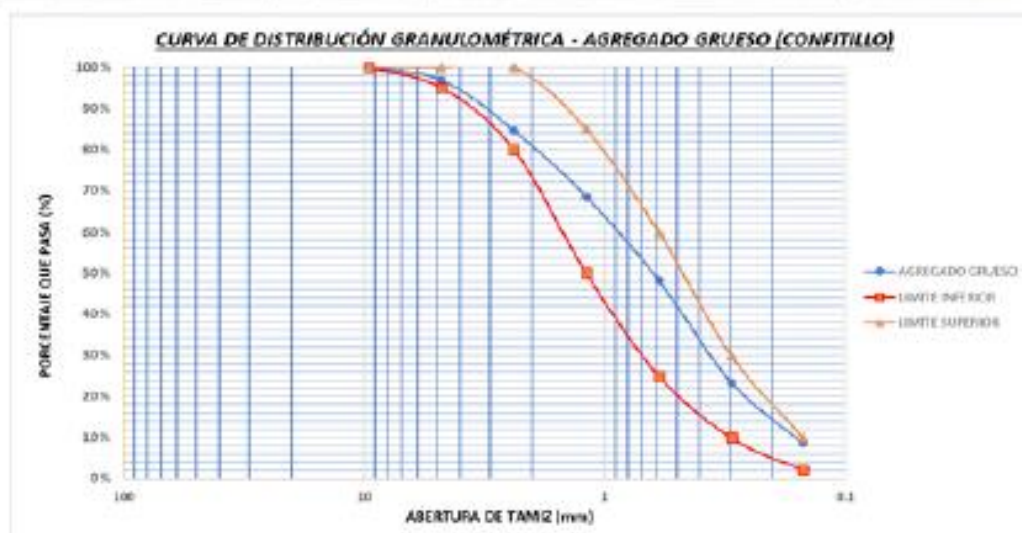
RESPONSABLES:

Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez

FECHA DE ENSAYO: 28/10/2022

DESCRIPCIÓN:	PESO INICIAL:	1713.4 gr
	PESO SECO:	1621.1 gr

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE DE RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/8"	9.526	0	0.00	0.00	100.00
# 4	4.763	98.3	6.06	6.06	93.94
# 8	2.381	444.7	27.43	33.50	66.50
# 16	1.191	451.6	27.86	61.35	38.65
# 30	0.595	283	17.46	78.81	21.19
# 50	0.297	150.6	9.29	88.10	11.90
# 100	0.149	87	5.37	93.47	6.53
# 200	0.074	45.7	2.82	96.29	3.71
CAZUELA	--	60.2	3.71	100.00	0.00
TOTAL		1621.1		Módulo de finura Mf=	3.61



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO

RESPONSABLE DE LABORATORIO

ASESOR

Christian Lucano Condor

Michael Núñez Vásquez

WALTER MANUEL VÁSQUEZ TAPIA
Ingeniero Hidráulico
Registro N° 214467

Ing. Walter Vásquez Tapia

Ing. José Luis Silva Tarrillo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

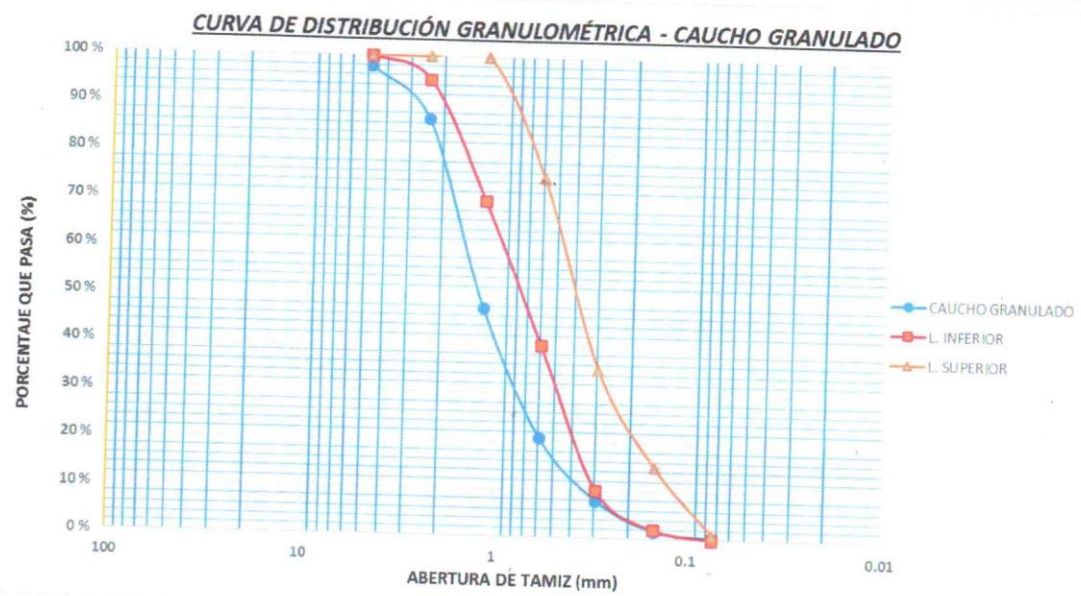
PROTOCOLO

ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL CAUCHO GRANULADO
NORMA:	NTP 400.012
PROYECTO:	ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:	Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLES:	Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	28/10/2022		

DESCRIPCIÓN:	PESO DE MATERIAL:	500.5 gr
--------------	-------------------	----------

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE DE RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/8"	9.526	0	0.00	0.00	100.00
# 4	4.763	11.20	2.24	2.24	97.76
# 8	2.381	55.10	11.01	13.25	86.75
# 16	1.191	195.9	39.14	52.39	47.61
# 30	0.595	133.8	26.73	79.12	20.88
# 50	0.297	64.7	12.93	92.05	7.95
# 100	0.149	31.4	6.27	98.32	1.68
# 200	0.074	6.8	1.36	99.68	0.32
CAZUELA	--	1.6	0.32	100.00	0.00
TOTAL		500.5	Módulo de finura Mf=		3.37



OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA Ingeniero Hidráulico Reg. C.P. N° 214467 Ing. Walter Vásquez Tapia	 Ing. José Luis Silva Tarrillo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO
NORMA:	NTP 339.185
PROYECTO:	ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:	Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLES:	Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	28/10/2022		

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DE TARA + AGREGADO HUMEDO (gr)	A	1187.2	1303.5	1245.6
PESO DE TARA + AGREGADO SECO (gr)	B	1171.6	1286.2	1230.9
PESO DE TARA (gr)	C	87.2	79.2	86.5
PESO DE AGUA (gr)	A-B	15.6	17.3	14.7
PESO DE AGREGADO SECO (gr)	B-C	1084.4	1207.0	1144.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	$((A-B)/(B-C)) \times 100$	1.44	1.43	1.28

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO DEL AGREGADO FINO = 1.38 %

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DE TARA + AGREGADO HUMEDO (gr)	A	2132.2	2367.7	2273.9
PESO DE TARA + AGREGADO SECO (gr)	B	2067.2	2279.2	2200.7
PESO DE TARA (gr)	C	145.6	162.8	153.9
PESO DE AGUA (gr)	A-B	65	88.50	73.20
PESO DE AGREGADO SECO (gr)	B-C	1921.6	2116.4	2046.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	$((A-B)/(B-C)) \times 100$	3.38	4.18	3.58

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO = 3.71 %

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 WALTER MANUEL VÁSQUEZ TAPIA Ingeniero Hidráulico Reg. G.P. N° 214467 Ing. Walter Vásquez Tapia	 Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:****PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO****NORMA:****NTP 400.017****PROYECTO:****ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.****UBICACIÓN:**

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

26/10/2022

FECHA DE ENSAYO:

28/10/2022

RESPONSABLES:Bach. Christian Lucano Córdor y
Michael Dennis Núñez Vásquez**PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO FINO SUELTO**

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	A	1.6566	1.6566	1.6566
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA (Kg)	B	5.2718	5.3157	5.2592
PESO DE LA MUESTRA (Kg)	B-A	3.6152	3.6591	3.6026
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	C	0.00274	0.00274	0.00274
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	(B-A) / C	1319.42	1335.44	1314.82

PESO UNITARIO PROMEDIO DEL AGREGADO FINO SUELTO = 1323.23 Kg/m³

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO ESPECÍFICO APARANTE (g/cm ³)	A	2.42	2.42	2.42
DENSIDAD DEL AGUA (Kg/m ³)	B	998	998	998
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	C	1319.42	1335.44	1314.82
PORCENTAJE DE VACIOS (%)	$((A \times B) - C) / (A \times B)$	45.37	44.71	45.56

PORCENTAJE DE VACIOS PROMEDIO DEL AGREGADO FINO SUELTO = 45.21 %**PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO FINO SUELTO EN CONDICIÓN SATURADO CON SUPERFICIE SECA (SSS)**

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	A	1.6566	1.6566	1.6566
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA (Kg)	B	5.7494	5.8439	5.8316
PESO DE LA MUESTRA (Kg)	B-A	4.0928	4.1873	4.175
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	C	0.00274	0.00274	0.00274
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	(B-A) / C	1493.72	1528.21	1523.72

PESO UNITARIO PROMEDIO DEL AGREGADO FINO SUELTO EN CONDICIÓN SSS = 1515.22 Kg/m³

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO ESPECÍFICO APARANTE (g/cm ³)	A	2.42	2.42	2.42
DENSIDAD DEL AGUA (Kg/m ³)	B	998	998	998
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	C	1493.72	1528.21	1523.72
PORCENTAJE DE VACIOS (%)	$((A \times B) - C) / (A \times B)$	38.15	36.72	36.91

PORCENTAJE DE VACIOS PROMEDIO DEL AGREGADO FINO SUELTO EN CONDICIÓN SSS = 37.26 %**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 WALTER MANUEL VÁSQUEZ TAPIA Ingeniero Hidráulico Registro N° 214467	
Christian Lucano Condor	Michael Núñez Vásquez	Ing. Walter Vásquez Tapia	Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:****PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO****NORMA:****NTP 400.017****PROYECTO:****ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.****UBICACIÓN:**

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

26/10/2022

FECHA DE ENSAYO:

03/11/2022

RESPONSABLES:Bach. Christian Lucano Córdor y
Michael Dennis Núñez Vásquez**PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO FINO COMPACTADO**

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	A	1.6566	1.6566	1.6566
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA (Kg)	B	6.1211	6.0300	6.0908
PESO DE LA MUESTRA (Kg)	B-A	4.4645	4.3734	4.4342
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	C	0.00274	0.00274	0.00274
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	(B-A) / C	1629.38	1596.13	1618.32

PESO UNITARIO PROMEDIO DEL AGREGADO FINO COMPACTADO = 1614.61 Kg/m³

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO ESPECÍFICO APARANTE (g/cm ³)	A	2.42	2.42	2.42
DENSIDAD DEL AGUA (Kg/m ³)	B	998	998	998
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	C	1629.38	1596.13	1618.32
PORCENTAJE DE VACIOS (%)	$((A \times B) - C) / (A \times B)$	32.54	33.91	33.00

PORCENTAJE DE VACIOS PROMEDIO DEL AGREGADO FINO COMPACTADO = 33.15 %**PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO FINO COMPACTADO EN CONDICIÓN SATURADO CON SUPERFICIE SECA**

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	A	1.6566	1.6566	1.6566
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA (Kg)	B	6.1227	6.2182	6.2747
PESO DE LA MUESTRA (Kg)	B-A	4.4661	4.5616	4.6181
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	C	0.00274	0.00274	0.00274
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	(B-A) / C	1629.96	1664.82	1685.44

PESO UNITARIO PROMEDIO DEL AGREGADO FINO COMPACTADO EN CONDICIÓN SSS = 1660.07 Kg/m³

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO ESPECÍFICO APARANTE (g/cm ³)	A	2.42	2.42	2.42
DENSIDAD DEL AGUA (Kg/m ³)	B	998	998	998
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	C	1629.96	1664.82	1685.44
PORCENTAJE DE VACIOS (%)	$((A \times B) - C) / (A \times B)$	32.51	31.07	30.21

PORCENTAJE DE VACIOS PROMEDIO DEL AGREGADO FINO COMPACTADO EN CONDICIÓN SSS= 31.26%**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 WALTER VÁSQUEZ TAPIA Ingeniero Hidráulico	
Christian Lucano Condor	Michael Núñez Vásquez	Ing. Walter Vásquez Tapia	Ing. José Luis Silva Tarrillo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)	
	NORMA:	NTP 400.017	
	PROYECTO:	ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.	
UBICACIÓN:	Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLES:	Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	03/11/2022		

PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO SUELTO

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	A	4.7158	4.7158	4.7158
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA (Kg)	B	15.91	16.23	16.79
PESO DE LA MUESTRA (Kg)	B-A	11.1942	11.5142	12.0742
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	C	0.00911	0.00911	0.00911
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	(B-A) / C	1228.78	1263.91	1325.38

PESO UNITARIO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO SUELTO = 1272.69 Kg/m³

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO ESPECÍFICO APARANTE (Kg/m ³)	A	2.62	2.62	2.62
DENSIDAD DEL AGUA (Kg/m ³)	B	998	998	998
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	C	1228.78	1263.91	1325.38
PORCENTAJE DE VACIOS (%)	((A X B) – C) / (A X B)	53.00	51.66	49.31

PORCENTAJE DE VACIOS PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO SUELTO = 51.32 %

PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO SUELTO EN CONDICIÓN SATURADO CON SUPERFICIE SECA (SSS)





ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	A	4.6833	4.6833	4.6833
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA (Kg)	B	17.62	17.40	17.49
PESO DE LA MUESTRA (Kg)	B-A	12.9367	12.7167	12.8067
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	C	0.00911	0.00911	0.00911
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	(B-A) / C	1420.05	1395.91	1405.78

PESO UNITARIO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO SUELTO EN CONDICIÓN SSS = 1407.25 Kg/m³

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO ESPECÍFICO APARANTE (Kg/m ³)	A	2.62	2.62	2.62
DENSIDAD DEL AGUA (Kg/m ³)	B	998	998	998
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	C	1420.05	1395.91	1405.78
PORCENTAJE DE VACIOS (%)	((A X B) – C) / (A X B)	45.69	46.61	46.24

PORCENTAJE DE VACIOS PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO SUELTO EN CONDICIÓN SSS = 46.18 %

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
 Christian Lucano Condor	 Michael Núñez Vásquez	 WALTER MANUEL VÁSQUEZ TAPIA Ingeniero Hidráulico Reg. CIP. N° 214467 Ing. Walter Vásquez Tapia	 Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO**

ENSAYO:	PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)
NORMA:	NTP 400.017
PROYECTO:	ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:	Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLES:	Bach. Christian Lucano Cóndor y Michael Dennis Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	03/11/2022		

PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	A	4.7158	4.7158	4.7158
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA (Kg)	B	18.85	19.50	19.70
PESO DE LA MUESTRA (Kg)	B-A	14.1342	14.7842	14.9842
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	C	0.00911	0.00911	0.00911
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	(B-A) / C	1551.50	1622.85	1644.81

PESO UNITARIO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO = 1606.39 Kg/m³

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO ESPECÍFICO APARANTE (Kg/m ³)	A	2.62	2.62	2.62
DENSIDAD DEL AGUA (Kg/m ³)	B	998	998	998
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	C	1551.50	1622.85	1644.81
PORCENTAJE DE VACIOS (%)	$((A \times B) - C) / (A \times B)$	40.66	37.94	37.10

PORCENTAJE DE VACIOS PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO = 38.57 %**PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO EN CONDICIÓN SATURADO CON SUPERFICIE SECA (SSS)**

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO DEL RECIPIENTE (Kg)	A	4.6833	4.6833	4.6833
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA (Kg)	B	19.34	19.51	19.41
PESO DE LA MUESTRA (Kg)	B-A	14.6567	14.8267	14.7267
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	C	0.00911	0.00911	0.00911
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	(B-A) / C	1608.86	1627.52	1616.54

PESO UNITARIO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO EN CONDICIÓN SSS = 1617.64 Kg/m³

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
PESO ESPECÍFICO APARANTE (Kg/m ³)	A	2.62	2.62	2.62
DENSIDAD DEL AGUA (Kg/m ³)	B	998	998	998
PESO UNITARIO DEL AGREGADO (Kg/cm ³)	C	1608.86	1627.52	1616.54
PORCENTAJE DE VACIOS (%)	$((A \times B) - C) / (A \times B)$	38.47	37.76	38.18

PORCENTAJE DE VACIOS PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO EN CONDICIÓN SSS = 38.14 %**OBSERVACIONES:**

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 WALTER MANUEL VÁSQUEZ TAPIA Ingeniero de Edificación Reg. CIP. N° 214467 Ing. Walter Vásquez Tapia	 Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:****PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO****NORMA:****NTP 400.022****PROYECTO:****ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.****UBICACIÓN:****Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca****FECHA DE MUESTREO:****26/10/2022****RESPONSABLES:****Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez****FECHA DE ENSAYO:****03/11/2022**

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
MASA DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (gr)	A	487.1	490.2	482.1
MASA EL PICNÓMETRO + EL AGUA (gr)	B	638	635.3	638.6
MASA EL PICNÓMETRO + EL AGUA + MUESTRA (gr)	C	921.2	919.4	928.2
MASA DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	S	500	500	500

PESO ESPECÍFICO DE MASA (Pem)

$$P_{em} = \frac{A}{B + S - C}$$

PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)

$$P_{esss} = \frac{S}{B + S - C}$$

PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea)

$$P_{em} = \frac{A}{B + A - C}$$

ABSORCIÓN (Ab (%))

$$A_b(\%) = \frac{S - A}{A} \times 100$$

ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
PESO ESPECÍFICO DE MASA (gr/cm ³)	2.25	2.27	2.29	2.27
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr/cm ³)	2.31	2.32	2.38	2.34
PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	2.39	2.38	2.50	2.42
ABSORCIÓN (%)	2.65	2.00	3.71	2.79

OBSERVACIONES:**RESPONSABLES DEL ENSAYO****RESPONSABLE DE LABORATORIO****ASESOR**

 Christian Lucano Condor

 Michael Núñez Vásquez

 WALTER MÁNUEL VÁSQUEZ TAPIA
 Ingeniero Hidráulica
 Reg. CIP. N° 214467
 Ing. Walter Vásquez Tapia

 Ing. José Luis Silva Tarrillo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO:

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL CONFITILLO

NORMA:

NTP 400.022

PROYECTO:

ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

26/10/2022

RESPONSABLES:

Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez

FECHA DE ENSAYO:

03/11/2022

ENSAYO		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
MASA DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (gr)	A	491.2	492.4	491.1
MASA EL PICNÓMETRO + EL AGUA (gr)	B	638	635.3	638.6
MASA EL PICNÓMETRO + EL AGUA + MUESTRA (gr)	C	941.6	939.7	942.4
MASA DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	S	500	500	500

PESO ESPECÍFICO DE MASA (Pem)

$$P_{em} = \frac{A}{B + S - C}$$

PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)

$$P_{esss} = \frac{S}{B + S - C}$$

PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea)

$$P_{em} = \frac{A}{B + A - C}$$

ABSORCIÓN (Ab (%))

$$A_b(\%) = \frac{S - A}{A} \times 100$$

ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
PESO ESPECÍFICO DE MASA (gr/cm³)	2.50	2.52	2.50	2.51
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr/cm³)	2.55	2.56	2.55	2.55
PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm³)	2.62	2.62	2.62	2.62
ABSORCIÓN (%)	1.79	1.54	1.81	1.71

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO

RESPONSABLE DE LABORATORIO

ASESOR

Christian Lucano Condor

Michael Núñez Vásquez

WALTER MANUEL VÁSQUEZ TAPIA
Ingeniero Hidráulico
Reg. CIP. N° 214467
Ing. Walter Vásquez Tapia

Ing. José Luis Silva Tarrillo

Anexo D.2. Ensayos físicos de bloques de concreto con porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de sustitución de agregado fino por caucho granulado

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:****VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO****NORMA:****NTP 399.604****PROYECTO:****ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.****UBICACIÓN:**

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

20/12/2022

RESPONSABLES:

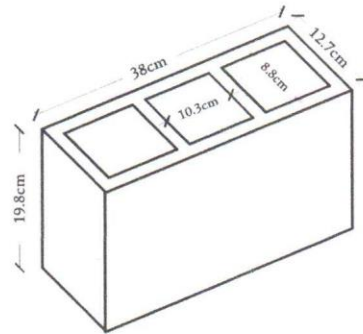
Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez

FECHA DE ENSAYO:

21/12/2022

VARIACIÓN DIMENSIONAL (VD %)

$$VD \% = \frac{DN - DP}{DN} * 100$$

**Donde:****VD %:** Variación de dimensión en porcentaje**DN:** Dimensión Nominal**DP:** Dimensión Promedio de cada dimensión

DIMENSIÓN PROMEDIO SIN ADICIÓN DE CAUCHO GRANULADO			
MUESTRA	DIM. MEDIDA LONGITUD (cm)	DIM. MEDIDA ALTURA (cm)	DIM. MEDIDA ANCHO (cm)
1	38.2	19.8	12.6
2	38	19.8	12.8
3	38.1	19.7	12.7
4	38	19.9	12.8
5	38	19.9	12.9
6	38.1	19.7	12.8
7	38	19.8	12.7
8	38	19.9	12.6
9	38	19.7	12.7
10	38.1	19.7	12.9
DIM.PROMEDIO (cm)	38.05	19.79	12.75

DIMENSIÓN PROMEDIO CON ADICIÓN DEL 5 % DE CAUCHO GRANULADO			
MUESTRA	DIM. MEDIDA LONGITUD (cm)	DIM. MEDIDA ALTURA (cm)	DIM. MEDIDA ANCHO (cm)
1	38.1	19.6	12.9
2	38	19.7	12.7
3	38.1	19.8	12.9
4	38.1	19.7	12.6
5	38.1	19.8	12.8
6	38	19.6	12.8
7	38.1	19.9	12.9

RESPONSABLES DEL ENSAYO	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
 Christian Lucano Condor Michael Núñez Vásquez	 Darwin Johan Burga Barboza INGENIERO CIVIL CIP 284385 Ing. Darwin Burga Barboza	 Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:****VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO****NORMA:****NTP 399.604****PROYECTO:****ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.****UBICACIÓN:**

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

20/12/2022

FECHA DE ENSAYO:

21/12/2022

RESPONSABLES:Bach. Christian Lucano Córdor y
Michael Dennis Núñez Vásquez

8	38	19.8	12.9
9	38.1	19.8	12.7
10	38.1	19.7	12.9
DIM.PROMEDIO (cm)	38.07	19.74	12.81

DIMENSIÓN PROMEDIO CON ADICIÓN DEL 10 % DE CAUCHO GRANULADO			
MUESTRA	DIM. MEDIDA LONGITUD (cm)	DIM. MEDIDA ALTURA (cm)	DIM. MEDIDA ANCHO (cm)
1	38	19.6	13
2	38	19.7	12.9
3	37.9	19.7	12.8
4	37.9	19.8	12.8
5	38	19.7	12.7
6	38	19.6	12.8
7	38.1	19.8	12.8
8	38	19.8	12.9
9	38	19.7	12.8
10	38	19.8	12.7
DIM.PROMEDIO (cm)	37.99	19.72	12.82

DIMENSIÓN PROMEDIO CON ADICIÓN DEL 15 % DE CAUCHO GRANULADO			
MUESTRA	DIM. MEDIDA LONGITUD (cm)	DIM. MEDIDA ALTURA (cm)	DIM. MEDIDA ANCHO (cm)
1	38.1	19.6	12.9
2	38.1	19.7	12.8
3	38	19.8	12.8
4	38	19.8	12.8
5	38.1	19.9	12.7
6	38	19.9	12.7
7	38.1	19.8	12.9
8	38	19.7	12.8
9	38	19.8	12.9
10	38	19.6	12.7
DIM.PROMEDIO (cm)	38.04	19.76	12.8

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 Darwin Johan Burgo Barboza INGENIERO CIVIL CIP: 88338	
Christian Lucano Condor	Michael Núñez Vásquez	Ing. Darwin Burgo Barboza	Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO**

ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO
NORMA:	NTP 399.604
PROYECTO:	ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:	Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca		
FECHA DE MUESTREO:	20/12/2022	RESPONSABLES:	Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	21/12/2022		

MUESTRA	DIM. MEDIDA LONGITUD (cm)	DIM. MEDIDA ALTURA (cm)	DIM. MEDIDA ANCHO (cm)
1	37.9	19.6	13
2	37.8	19.7	12.9
3	38	19.7	12.8
4	37.9	19.8	12.8
5	37.9	19.7	12.8
6	37.8	19.6	12.7
7	38	19.8	12.7
8	38	19.7	12.9
9	38.1	19.6	12.8
10	37.9	19.8	12.9
DIM.PROMEDIO (cm)	37.93	19.7	12.83

MUESTRA	DIM. MEDIDA LONGITUD (cm)	DIM. MEDIDA ALTURA (cm)	DIM. MEDIDA ANCHO (cm)
1	38	19.7	12.8
2	38	19.9	12.9
3	38.1	19.8	12.7
4	37.9	19.8	12.8
5	37.9	19.7	12.8
6	38	19.8	12.7
7	37.9	19.7	12.9
8	38.1	19.8	12.7
9	38	19.8	12.9
10	38	19.8	12.8
DIM.PROMEDIO (cm)	37.99	19.78	12.8

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 Darwin Johan Burga Barboza INGENIERO CIVIL CIP-294388	
Christian Lucano Condor	Michael Núñez Vásquez	Ing. Darwin Burga Barboza	Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:****VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO****NORMA:****NTP 399.604****PROYECTO:****ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.****UBICACIÓN:**

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

20/12/2022

FECHA DE ENSAYO:

21/12/2022

RESPONSABLES:Bach. Christian Lucano Córdor y
Michael Dennis Núñez Vásquez**VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES**

DIMENSIÓN DE MEDIDA	DIMENSIÓN NOMINAL DN (cm)	DIMENSIÓN PROMEDIO DP (cm)	VARIACIÓN (mm)	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)
ADICIONANDO 0 % DE CAUCHO GRANULADO				
Longitud	38	38.05	0.5	-0.13 %
Altura	19.8	19.79	-0.1	0.05 %
Ancho	12.7	12.75	0.5	-0.39 %
ADICIONANDO 5 % DE CAUCHO GRANULADO				
Longitud	38	38.07	0.7	-0.18 %
Altura	19.8	19.74	-0.6	0.30 %
Ancho	12.7	12.81	1.1	-0.87 %
ADICIONANDO 10 % DE CAUCHO GRANULADO				
Longitud	38	37.99	-0.1	0.03 %
Altura	19.8	19.72	-0.8	0.40 %
Ancho	12.7	12.82	1.2	-0.94 %
ADICIONANDO 15 % DE CAUCHO GRANULADO				
Longitud	38	38.04	0.4	-0.11 %
Altura	19.8	19.76	-0.4	0.20 %
Ancho	12.7	12.8	1	-0.79 %
ADICIONANDO 20 % DE CAUCHO GRANULADO				
Longitud	38	37.93	-0.7	0.18 %
Altura	19.8	19.7	-1	0.51 %
Ancho	12.7	12.83	1.3	-1.02 %
ADICIONANDO 25 % DE CAUCHO GRANULADO				
Longitud	38	37.99	-0.1	0.03 %
Altura	19.8	19.78	-0.2	0.10 %
Ancho	12.7	12.8	1	-0.79 %

RESPONSABLES DEL ENSAYO**RESPONSABLE DE LABORATORIO****ASESOR**
Darwin Jhonán Burga Barboza
INGENIERO CIVIL
CIP: 204305

Christian Lucano Condor

Michael Núñez Vásquez

Ing. Darwin Burga Barboza

Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:****ALABEO DE BLOQUES DE CONCRETO****NORMA:****NTP 399.613****PROYECTO:****ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.****UBICACIÓN:**

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

20/12/2022

FECHA DE ENSAYO:

21/12/2022

RESPONSABLES:Bach. Christian Lucano Córdor y
Michael Dennis Núñez Vásquez**ALABEO DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES**

N° MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)
ADICIONANDO 0 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	1	-	-	1
2	-	1	-	-
3	-	-	1	-
4	-	2	1	-
5	1	-	-	-
PROMEDIO (mm)	0.40	0.60	0.40	0.20
ADICIONANDO 5 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	-	2	2	-
2	2	-	1	-
3	-	1	-	-
4	-	-	-	-
5	-	2	-	-
PROMEDIO (mm)	0.40	1	0.60	0.00
ADICIONANDO 10 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	-	3	-	2
2	1.5	-	-	-
3	2	-	1	-
4	3	-	2	-
5	1	-	1	-
PROMEDIO (mm)	1.50	0.60	0.80	0.40
ADICIONANDO 15 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	1	-	1	-
2	-	-	1	-
3	-	2	-	1
4	-	2	-	-
5	-	2	1	-
PROMEDIO (mm)	0.20	1.20	0.60	0.20

RESPONSABLES DEL ENSAYO**RESPONSABLE DE LABORATORIO****ASESOR**

Christian Lucano Condor

Michael Núñez Vásquez

Darwin Shohan Burgá Barboza
INGENIERO CIVIL
OIP-284385

Ing. Darwin Burgá Barboza

Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:****ALABEO DE BLOQUES DE CONCRETO****NORMA:**

NTP 399.613

PROYECTO:

ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

20/12/2022

FECHA DE ENSAYO:

21/12/2022

RESPONSABLES:Bach. Christian Lucano Córdor y
Michael Dennis Núñez Vásquez**ALABEO DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES**

N° MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)
ADICIONANDO 20 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	-	2	2	-
2	-	1	-	2
3	-	2.5	-	1
4	-	1	-	1
5	-	2	-	2
PROMEDIO	0.00	1.70	0.40	1.20
ADICIONANDO 25 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	-	2	-	2
2	-	1.5	-	1
3	-	1	-	1
4	1	-	-	2
5	-	1	-	1
PROMEDIO	0.20	1.10	0.00	1.40

RESPONSABLES DEL ENSAYO**RESPONSABLE DE LABORATORIO****ASESOR**

Christian Lucano Condor

Michael Núñez Vásquez

Darwin Jhohan Burgá Barboza
INGENIERO CIVIL
CIP 284388

Ing. Darwin Burgá Barboza

Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:** ABSORCIÓN Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE BLOQUES DE CONCRETO**NORMA:** NTP 399.604**PROYECTO:** ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.**UBICACIÓN:** Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca**FECHA DE MUESTREO:** 21/12/2022**RESPONSABLES:**

Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez

FECHA DE ENSAYO: 22/12/2022**PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (AB (%))****Donde:**

$$Absorción (\%) = \frac{P.SAT - PS}{PS} * 100$$

P.SAT: Peso saturado de la muestra (inmersión en agua fría por 24 horas).**PS:** Peso seco de la muestra

ABSORCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES				
N° MUESTRA	PESO SECO. PS (gr)	PESO SATURADO.PSAT (gr)	ABSORCIÓN (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
ADICIONANDO 0 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	11782	12817	8.78	8.83 %
2	11634	12671	8.91	
3	11865	12920	8.89	
4	11765	12794	8.75	
5	11913	12965	8.83	
ADICIONANDO 5 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	10649	11711	9.97	9.82 %
2	10952	12018	9.73	
3	10955	12033	9.84	
4	10894	11957	9.76	
5	10947	12021	9.81	
ADICIONANDO 10 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	10745	11801	9.83	9.71 %
2	10696	11740	9.76	
3	10906	11952	9.59	
4	10947	12000	9.62	
5	10763	11811	9.74	
ADICIONANDO 15 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	10793	11869	9.97	9.87 %
2	10706	11812	10.33	
3	10779	11801	9.48	
4	10711	11767	9.86	
5	10754	11800	9.73	

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 Darwin Johan Burgo Barboza INGENIERO CIVIL CIP: 224328	
Christian Lucano Condor	Michael Núñez Vásquez	Ing. Darwin Burgo Barboza	Ing. José Luis Silva Tarrillo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO: ABSORCIÓN Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE BLOQUES DE CONCRETO

NORMA: NTP 399.604

PROYECTO: ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN: Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO: 21/12/2022

RESPONSABLES:

Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez

FECHA DE ENSAYO: 22/12/2022

ADICIONANDO 20 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	10613	11684	10.09	11.02 %
2	10178	11335	11.37	
3	10259	11414	11.26	
4	10364	11575	11.68	
5	10294	11398	10.72	
ADICIONANDO 25 % DE CAUCHO GRANULADO				
1	10392	11453	10.21	9.82 %
2	10605	11613	9.50	
3	10543	11570	9.74	
4	10468	11475	9.62	
5	10322	11356	10.02	

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 Darwin Johan Burga Barboza INGENIERO CIVIL CIP 284388	
Christian Lucano Condor	Michael Núñez Vásquez	Ing. Darwin Burga Barboza	Ing. José Luis Silva Tarrillo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO:	ABSORCIÓN Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE BLOQUES DE CONCRETO
NORMA:	NTP 399.604
PROYECTO:	ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:	Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca		
FECHA DE MUESTREO:	21/12/2022	RESPONSABLES:	Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	22/12/2022		

CONTENIDO DE HUMEDAD (CH (%))

$$CONT. HUMEDAD (%) = \frac{PR - PS}{P.SAT - PS} * 100$$

Donde:

P.SAT: Peso saturado de la muestra (inmersión en agua fría por 24 horas).

PS: Peso seco de la muestra.

PR: Peso recibido de la muestra al ambiente.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES					
N° MUESTRA	PESO RECIBIDO. PS (gr)	PESO SECO. PS (gr)	PESO SATURADO. PSAT (gr)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	CONT.HUMEDAD PROMEDIO (%)
ADICIONANDO 0 % DE CAUCHO GRANULADO					
1	12650	11782	12817	83.86	82.83 %
2	12495	11634	12671	83.03	
3	12726	11865	12920	81.61	
ADICIONANDO 5 % DE CAUCHO GRANULADO					
1	11502	10649	11711	80.32	80.07 %
2	11805	10952	12018	80.02	
3	11816	10955	12033	79.87	
ADICIONANDO 10 % DE CAUCHO GRANULADO					
1	11584	10745	11801	79.45	79.43 %
2	11523	10696	11740	79.21	
3	11739	10906	11952	79.64	
ADICIONANDO 15 % DE CAUCHO GRANULADO					
1	11508	10793	11869	66.45	73.23 %
2	11530	10706	11812	74.50	
3	11585	10779	11801	78.86	
ADICIONANDO 20 % DE CAUCHO GRANULADO					
1	11168	10613	11684	51.82	60.57 %
2	11026	10178	11435	67.46	
3	10980	10259	11414	62.42	
ADICIONANDO 25 % DE CAUCHO GRANULADO					
1	11005	10392	11453	57.78	56.47 %
2	11159	10605	11613	54.96	
3	11125	10543	11570	56.67	

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 Darwin Jhohan Búrqa Barboza INGENIERO CIVIL CIF: 244364	
Christian Lucano Condor	Michael Núñez Vásquez	Ing. Darwin Búrqa Barboza	Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO**

ENSAYO:	PORCENTAJE DE VACÍOS DE BLOQUES DE CONCRETO
NORMA:	NTP 399.613
PROYECTO:	ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:	Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca		
FECHA DE MUESTREO:	21/12/2022	RESPONSABLES:	Bach. Christian Lucano Cóndor y Michael Dennis Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	22/12/2022		

PORCENTAJE DE VACÍOS DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES									
MUESTRA	L (cm)	A (cm)	A. BRUTA (cm ²)	LV (cm)	AV (cm)	A. VACÍOS (cm ²)	A. NETA (cm ²)	A. NETA (%)	CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES
ADICIONANDO 0 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	38.3	13.1	501.73	30.9	8.8	271.92	229.81	45.80	HUECA
2	38.2	13.1	500.42	30.8	8.7	267.96	232.46	46.45	
3	38.1	12.9	491.49	30.7	8.8	270.16	221.33	45.03	
ADICIONANDO 5 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	37.9	13	492.7	30.7	8.6	264.02	228.68	46.41	HUECA
2	38	13.1	497.8	30.6	8.7	266.22	231.58	46.52	
3	38.2	13.1	500.42	30.7	8.6	264.02	236.4	47.24	
ADICIONANDO 10 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	38.1	13	495.3	30.7	8.7	267.09	228.21	46.08	HUECA
2	38	12.9	490.2	30.7	8.7	267.09	223.11	45.51	
3	38.2	13.1	500.42	30.7	8.6	264.02	236.4	47.24	
ADICIONANDO 15 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	38.2	13	496.6	30.8	8.7	267.96	228.64	46.04	HUECA
2	38.1	12.9	491.49	30.7	8.7	267.09	224.4	45.66	
3	38	13	494	30.7	8.8	270.16	223.84	45.31	
ADICIONANDO 20 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	37.9	13	492.7	30.8	8.6	264.88	227.82	46.24	HUECA
2	37.9	13	492.7	30.8	8.6	264.88	227.82	46.24	
3	38	13.1	497.8	30.6	8.8	269.28	228.52	45.91	
ADICIONANDO 25 % DE CAUCHO GRANULADO									
1	38	13	494	30.6	8.7	266.22	227.78	46.11	HUECA
2	37.9	13.1	496.49	30.8	8.7	267.96	228.53	46.03	
3	37.9	13	492.7	30.6	8.8	269.28	223.42	45.35	

Donde:

- L: Longitud de la unidad (cm)
- A: Ancho de la unidad (cm)
- A. BRUTA: Área bruta de la unidad (cm²)
- LV: Longitud vacía de la unidad (cm)
- AV: Ancho vacío de la unidad (cm)

- A. VACÍOS: Área de vacíos de la unidad (cm²)
- A. NETA: Área neta de la unidad (cm²)

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
 Christian Lucano Condor Michael Núñez Vásquez		 Ing. Darwin Burga Barboza CIP: 284385	 Ing. José Luis Silva Tarrillo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO:

POROSIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO

NORMA:

ASTM 642-97

PROYECTO:

ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

21/12/2022

RESPONSABLES:

Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez

FECHA DE ENSAYO:

22/12/2022

POROSIDAD (P)

$$P(\%) = \frac{M_{SSS} - M_S}{M_{SSS} - M_{AA}} * 100$$

VOLUMEN (V)

$$V(\text{cm}^3) = \frac{M_{SSS} - M_{AA}}{\rho}$$

DENSIDAD (D_s)

$$D_s(\text{gr/cm}^3) = \frac{M_S}{V}$$

Donde:

M_{SSS}: Masa saturada con superficie seca (gr)

ρ: Densidad del agua (1gr/cm³)

M_{AA}: Masa aparente en el agua (gr)

V: Volumen de la muestra (cm³)

M_S: Masa seca (gr)

ANÁLISIS DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES								
N° MUESTRA	M _{AA} (gr)	M _{SSS} (gr)	M _S (gr)	V(cm ³)	D _s (gr/cm ³)	D _s promedio (gr/cm ³)	P (%)	P. promedio (%)
ADICIONANDO 0 % DE CAUCHO GRANULADO								
1	3762.2	5168	4724	1405.8	3.36	3.36 gr/cm ³	31.58	30.78 %
2	3694.2	5072	4641	1377.8	3.37		31.28	
3	3763.2	5185	4766	1421.8	3.35		29.47	
ADICIONANDO 5 % DE CAUCHO GRANULADO								
1	3245.5	4537	4113.3	1291.5	3.18	3.15 gr/cm ³	32.81	32.19 %
2	3346.6	4718	4283.5	1371.4	3.12		31.68	
3	3361.9	4735	4294.7	1373.1	3.13		32.07	
ADICIONANDO 10 % DE CAUCHO GRANULADO								
1	3295.5	4656	4250.9	1360.5	3.12	3.13 gr/cm ³	29.78	30.35 %
2	3301.6	4665	4251.2	1363.4	3.12		30.35	
3	3373.8	4748	4323.1	1374.2	3.15		30.92	
ADICIONANDO 15 % DE CAUCHO GRANULADO								
1	3304.5	4698	4254.4	1393.5	3.05	3.07gr/cm ³	31.83	32.84 %
2	3240.8	4575	4136	1334.2	3.10		32.90	
3	3276.7	4649	4185.5	1372.3	3.05		33.77	

RESPONSABLES DEL ENSAYO

RESPONSABLE DE LABORATORIO

ASESOR

Darwin Hugo Barboza
INGENIERO CIVIL
CIP: 284385

Christian Lucano Condor

Michael Núñez Vásquez

Ing. Darwin Hugo Barboza

Ing. José Luis Silva Tarrillo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO:

POROSIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO

NORMA:

ASTM 642-97

PROYECTO:

ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

21/12/2022

FECHA DE ENSAYO:

22/12/2022

RESPONSABLES:

Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez

ANÁLISIS DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES

N° MUESTRA	M _{AA} (gr)	M _{SSS} (gr)	M _s (gr)	V(cm ³)	D _s (gr/cm ³)	D _s promedio (gr/cm ³)	P (%)	P. promedio (%)
ADICIONANDO 20 % DE CAUCHO GRANULADO								
1	3204.8	4531	4109.9	1326.2	3.10	3.05 gr/cm ³	31.75	31.59 %
2	3227.2	4597	4173	1369.8	3.05		30.95	
3	3162.7	4528	4090.2	1365.3	3.00		32.07	
ADICIONANDO 25 % DE CAUCHO GRANULADO								
1	3180.9	4536	4121.3	1355.1	3.04	3.04 gr/cm ³	30.60	31.35 %
2	3134.9	4465.2	4040.3	1330.3	3.04		31.94	
3	3135.6	4472.1	4051.2	1336.5	3.03		31.49	

RESPONSABLES DEL ENSAYO

RESPONSABLE DE LABORATORIO

ASESOR

Christian Lucano Condor

Michael Núñez Vásquez

 Darwin Johan Barga Barboza
 INGENIERO CIVIL
 97 224388

Ing. Darwin Barga Barboza

Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:****SUCCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO****NORMA:**

NTP 399.613

PROYECTO:

ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

21/12/2022

FECHA DE ENSAYO:

22/12/2022

RESPONSABLES:Bach. Christian Lucano Cóndor y
Michael Dennis Núñez Vásquez**SUCCIÓN (S)**

$$S(\text{gr}/200 \text{ cm}^2 - \text{min}) = \frac{(P_{su} - P_{se}) * 200}{A}$$

Donde: P_{se}: Peso seco de la unida (gr)P_{su}: Peso de la unidad en succión (gr)A: Área de contacto e la unidad (cm²)**SUCCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES**

N° MUESTRA	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	P _{SU} (gr)	P _{SE} (gr)	Succión gr/200 cm ² -min	Succión promedio gr/200 cm ² -min
ADICIONANDO 0 % DE CAUCHO GRANULADO							
1	38.3	13.1	501.73	11839	11782	22.72	27.41
2	38.2	13.1	500.42	11734	11634	39.97	
3	38.1	12.9	491.49	11913	11865	19.53	
ADICIONANDO 5 % DE CAUCHO GRANULADO							
1	37.9	13	492.7	10676	10649	10.96	11.53
2	38	13.1	497.8	10978	10952	10.45	
3	38.2	13.1	500.42	10988	10955	13.19	
ADICIONANDO 10 % DE CAUCHO GRANULADO							
1	38.1	13	495.3	10771	10745	10.50	10.23
2	38	12.9	490.2	10720	10696	9.79	
3	38.2	13.1	500.42	10932	10906	10.39	
ADICIONANDO 15 % DE CAUCHO GRANULADO							
1	38.2	13	496.6	10813	10793	8.05	9.31
2	38.1	12.9	491.49	10731	10706	10.17	
3	38	13	494	10803	10779	9.72	
ADICIONANDO 20 % DE CAUCHO GRANULADO							
1	37.9	13	492.7	10641	10618	9.34	9.04
2	37.9	13	488.91	10209	10186	9.34	
3	38	13.1	497.8	10280	10259	8.43	
ADICIONANDO 25 % DE CAUCHO GRANULADO							
1	38	13	494	10411	10392	7.69	8.63
2	37.9	13.1	496.49	10628	10605	9.27	
3	37.9	13	492	10565	10543	8.93	

RESPONSABLES DEL ENSAYO**RESPONSABLE DE LABORATORIO****ASESOR**

 Christian Lucano Condor

 Michael Núñez Vásquez


 Darwin Jhonatan Burga Barboza
 INGENIERO CIVIL
 CIP-264385

Ing. Darwin Burga Barboza

 Ing. José Luis Silva Tarrillo

Anexo D3. Ensayos mecánicos de bloques de concreto con porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de sustitución de agregado fino por caucho granulado



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION"
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUE PATRON (SIN ADICION DE CAUCHO GRANULADO)

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Arlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION S.
Arlin Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME DE ENSAYO		Código	SGC-F-28
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017		Versión	01
		Página	4 de 5

TESES : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Ubicación : CHOTA-2022".

Solicitantes : LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha : 19-12-2022

Identificación : BLOQUE PATRON

Tipo de Muestra : BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN) KN	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	11638	38.1	12.7	19.8	265.82	212.0	21618	81.3	7.98E+03
2	BLOQUE -02	11758	38.0	12.6	19.7	265.84	219.4	22372	84.2	8.25E+03
3	BLOQUE -03	11700	37.8	12.8	19.8	265.87	212.5	21672	81.5	7.99E+03
4	BLOQUE -04	11659	38.2	12.7	19.9	265.80	225.3	22974	86.4	8.48E+03
5	BLOQUE -05	11709	38.0	12.6	19.7	265.81	218.5	22280	83.8	8.22E+03

PROMEDIO	83.4	8.18E+03
DESV. ESTANDAR	2.11	2.07E+02
f'b	81.3	7.98E+03

OBSERVAC: Los Bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Bloques de concreto completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁶).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Gerardo Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL NTP 339.613: 2017



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION"
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUE DE CONCRETO SUSTITUYENDO EL 5% DE CAUCHO GRANULADO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SA.
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 207813

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME DE ENSAYO

Código	SGC-F-28
Versión	01
Página	4 de 5

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

TESIS : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Ubicación : CHOTA-2022".

Solicitantes : LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha : 19-12-2022

Identificación : SUSTITUYENDO EL 5% DE CAUCHO GRANULADO

Tipo de Muestra : BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN) KN	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	11620	38.0	12.7	19.8	265.85	199.6	20353	76.6	7.51E+03
2	BLOQUE -02	11613	38.1	12.7	19.8	265.85	203.5	20751	78.1	7.65E+03
3	BLOQUE -03	11618	37.9	12.8	19.7	265.85	205.3	20934	78.7	7.72E+03
4	BLOQUE -04	11601	38.0	12.6	19.9	265.85	198.5	20241	76.1	7.47E+03
5	BLOQUE -05	11712	37.9	12.8	19.7	265.85	198.6	20251	76.2	7.47E+03
PROMEDIO									77.1	7.56E+03
DESV. ESTANDAR									1.19	1.17E+02
f'b									75.9	7.45E+03

OBSERVAC: Los Bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Bloques de concreto completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin INGENIERO CIVIL



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION"
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUE DE CONCRETO SUSTITUYENDO EL 10% DE CAUCHO GRANULADO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Prin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremis Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 257927

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	INFORME DE ENSAYO		Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017		Versión	01
			Página	4 de 5

TESIS : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Ubicación : CHOTA-2022".

Solicitantes : LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha : 19-12-2022

Identificación : SUSTITUYENDO EL 10% DE CAUCHO GRANULADO

Tipo de Muestra : BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN) KN	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	11597	37.0	12.3	19.6	265.83	186.3	19000	71.5	7.01E+03
2	BLOQUE -02	11594	37.5	12.8	19.8	265.88	189.2	19290	72.6	7.11E+03
3	BLOQUE -03	11644	38.0	12.7	19.5	265.80	204.9	20894	78.6	7.71E+03
4	BLOQUE -04	11518	37.6	12.8	19.7	265.86	182.0	18557	69.8	6.84E+03
5	BLOQUE -05	11506	38.0	12.7	19.8	265.89	195.3	19915	74.9	7.35E+03

PROMEDIO	73.5	7.20E+03
DESV. ESTANDAR	3.42	3.35E+02
f'b	70.0	6.87E+03



OBSERVAC: Los Bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Bloques de concreto completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Caramias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION"
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUE DE CONCRETO SUSTITUYENDO EL 15% DE CAUCHO GRANULADO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 257970

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	INFORME DE ENSAYO		Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017		Versión	01
			Página	4 de 5

TESIS : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Ubicación : CHOTA-2022".

Solicitantes : LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha : 19-12-2022

Identificación : SUSTITUYENDO EL 15% DE CAUCHO GRANULADO

Tipo de Muestra : BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN) KN	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	11508	37.5	12.5	19.5	265.80	136.5	13917	52.4	5.13E+03
2	BLOQUE -02	11530	37.8	12.8	19.6	265.81	131.0	13353	50.2	4.93E+03
3	BLOQUE -03	11585	38.0	12.3	19.8	265.84	159.8	16295	61.3	6.01E+03
4	BLOQUE -04	11642	37.6	12.7	19.7	265.83	136.0	13864	52.2	5.11E+03
5	BLOQUE -05	11585	37.9	12.5	19.8	265.84	143.2	14602	54.9	5.39E+03

PROMEDIO	54.2	5.31E+03
DESV. ESTANDAR	4.31	4.22E+02
f'b	49.9	4.89E+03



OBSERVAC: Los Bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Bloques de concreto completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin INGENIERO CIVIL



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION"
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUE DE CONCRETO SUSTITUYENDO EL 20% DE CAUCHO GRANULADO



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	INFORME DE ENSAYO	Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017	Versión	01
		Página	4 de 5

TESIS : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Ubicación : CHOTA-2022".

Solicitantes : LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha : 19-12-2022

Identificación : SUSTITUYENDO EL 20% DE CAUCHO GRANULADO

Tipo de Muestra : BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN) KN	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	11168	37.6	12.4	19.5	265.84	143.6	14645	55.1	5.40E+03
2	BLOQUE -02	11296	37.8	12.8	19.8	265.82	146.5	14935	56.2	5.51E+03
3	BLOQUE -03	11387	37.5	12.6	19.7	265.84	135.8	13843	52.1	5.11E+03
4	BLOQUE -04	11252	37.8	12.8	19.9	265.84	125.3	12777	48.1	4.71E+03
5	BLOQUE -05	11182	37.6	12.6	19.5	265.81	130.3	13287	50.0	4.90E+03
PROMEDIO									52.3	5.13E+03
DESV. ESTANDAR									3.40	3.33E+02
f'b									48.9	4.79E+03



OBSERVAC: Los Bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Bloques de concreto completos.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁶).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION"
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUE DE CONCRETO SUSTITUYENDO EL 25% DE CAUCHO GRANULADO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 257970

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

Código	SGC-F-28
Versión	01
Página	4 de 5

TESIS : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Ubicación : CHOTA-2022".

Solicitantes : LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha : 19-12-2022

Identificación : SUSTITUYENDO EL 25% DE CAUCHO GRANULADO

Tipo de Muestra : BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (mm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN) KN	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
			LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	11123	37.6	12.5	19.6	265.82	27.7	2825	10.6	1.04E+03
2	BLOQUE -02	11159	37.7	12.6	19.7	265.80	34.8	3544	13.3	1.31E+03
3	BLOQUE -03	11005	37.8	12.8	19.8	265.85	35.9	3662	13.8	1.35E+03
4	BLOQUE -04	11102	37.7	12.7	19.9	265.86	43.5	4438	16.7	1.64E+03
5	BLOQUE -05	11125	37.6	12.8	19.5	265.83	45.3	4619	17.4	1.70E+03

PROMEDIO	14.4	1.41E+03
DESV. ESTANDAR	2.73	2.68E+02
f'b	11.6	1.14E+03

OBSERVAC: Los Bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Bloques de concreto completos.



Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁶).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
<p>Nombre y firma:</p>  <p>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</p>	<p>Nombre y firma:</p>	<p>Nombre y firma:</p>  <p>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. C.O.P. 20700</p>

*Anexo D.4. Ensayos físicos de bloques de concreto con el porcentaje óptimo (13%) de
sustitución de agregado fino por caucho granulado*



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO
NORMA:	NTP 399.604
PROYECTO:	ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

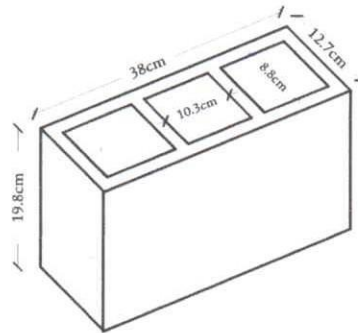
UBICACIÓN:	Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca		
FECHA DE MUESTREO:	31/01/2023	RESPONSABLES:	Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	01/02/2023		

VARIACIÓN DIMENSIONAL (VD %)

$$VD \% = \frac{DN - DP}{DN} * 100$$

Donde:

- VD %:** Variación de dimensión en porcentaje
- DN:** Dimensión Nominal
- DP:** Dimensión Promedio de cada dimensión



DIMENSIÓN PROMEDIO CON EL PORCENTAJE ÓPTIMO DEL 13% DE ADICIÓN DE CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS			
MUESTRA	DIM. MEDIDA LONGITUD (cm)	DIM. MEDIDA ALTURA (cm)	DIM. MEDIDA ANCHO (cm)
1	38	19.8	12.7
2	38	19.8	12.8
3	38.1	19.7	12.7
4	38.1	19.8	12.8
5	38	19.8	12.7
6	38.1	19.7	12.8
7	38.1	19.8	12.7
8	38.1	19.8	12.8
9	38	19.8	12.7
10	38.1	19.7	12.8
DIM.PROMEDIO (cm)	38.06	19.77	12.75

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES				
DIMENSIÓN DE MEDIDA	DIMENSIÓN NOMINAL. DN (cm)	DIMENSIÓN PROMEDIO. DP (cm)	VARIACIÓN (mm)	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%)
PORCENTAJE ÓPTIMO DEL 13% DE ADICIÓN DE CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS				
Longitud	38	38.06	0.6	-0.16 %
Altura	19.8	19.77	-0.3	0.15%
Ancho	12.7	12.75	0.5	-0.39 %

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 Ing. Darwin Burga Barboza INGENIERO CIVIL OIP 284386	 Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:****ALABEO DE BLOQUES DE CONCRETO****NORMA:**

NTP 399.613

PROYECTO:

ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

31/01/2023

RESPONSABLES:Bach. Christian Lucano Córdor y
Michael Dennis Núñez Vásquez**FECHA DE ENSAYO:**

01/02/2023

ALABEO DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES				
N° MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)
PORCENTAJE ÓPTIMO DEL 13% DE ADICIÓN DE CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS				
1	1	-	-	1
2	1	-	1	-
3	1	-	1	-
4	-	1	1	-
5	1	-	1	-
PROMEDIO (mm)	0.80	0.20	0.80	0.20

RESPONSABLES DEL ENSAYO**RESPONSABLE DE LABORATORIO****ASESOR**

Christian Lucano Condor

Michael Núñez Vásquez

Ing. Darwin Burgo Barboza

Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO**

ENSAYO:	ABSORCIÓN Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE BLOQUES DE CONCRETO
NORMA:	NTP 399.604
PROYECTO:	ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:	Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca		
FECHA DE MUESTREO:	31/01/2023	RESPONSABLES:	Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	01/02/2023		

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (AB (%))**Donde:**

$$Absorción (\%) = \frac{P.SAT - PS}{PS} * 100$$

P.SAT: Peso saturado de la muestra (inmersión en agua fría por 24 horas).**PS:** Peso seco de la muestra

ABSORCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES				
N° MUESTRA	PESO SECO. PS (gr)	PESO SATURADO.PSAT (gr)	ABSORCIÓN (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
PORCENTAJE ÓPTIMO DEL 13% DE ADICIÓN DE CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS				
1	10942	12013	9.79	9.72 %
2	10865	11944	9.93	
3	10822	11860	9.59	
4	10820	11872	9.72	
5	10883	11926	9.58	

CONTENIDO DE HUMEDAD (CH (%))**Donde:**

$$CONT. HUMEDAD (\%) = \frac{PR - PS}{P.SAT - PS} * 100$$

P.SAT: Peso saturado de la muestra (inmersión en agua fría por 24 horas).**PS:** Peso seco de la muestra.**PR:** Peso recibido de la muestra al ambiente.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES					
N° MUESTRA	PESO RECIBIDO. PS (gr)	PESO SECO. PS (gr)	PESO SATURADO. PSAT (gr)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	CONT.HUMEDAD PROMEDIO (%)
PORCENTAJE ÓPTIMO DEL 13% DE ADICIÓN DE CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS					
1	11450	10942	12013	47.43	49.22 %
2	11376	10865	11944	47.36	
3	11305	10822	11860	46.53	
4	11395	10820	11872	54.66	
5	11406	10883	11926	50.14	

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 Darwin Michan Burga Barboza INGENIERO CIVIL CIP 284385	
Christian Lucano Condor	Michael Núñez Vásquez	Ing. Darwin Burga Barboza	Ing. José Luis Silva Tarrillo

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA****PROTOCOLO****ENSAYO:****POROSIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO****NORMA:**

ASTM 642-97

PROYECTO:

ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:

Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca

FECHA DE MUESTREO:

01/02/2023

RESPONSABLES:

Bach. Christian Lucano Córdor y
Michael Dennis Núñez Vásquez

FECHA DE ENSAYO:

02/02/2023

POROSIDAD (P)

$$P(\%) = \frac{M_{SSS} - M_S}{M_{SSS} - M_{AA}} * 100$$

VOLUMEN (V)

$$V(\text{cm}^3) = \frac{M_{SSS} - M_{AA}}{\rho}$$

DENSIDAD (D_s)

$$D_s(\text{gr/cm}^3) = \frac{M_S}{V}$$

Donde:**M_{SSS}**: Masa saturada con superficie seca (gr)**ρ**: Densidad del agua (1gr/cm³)**M_{AA}**: Masa aparente en el agua (gr)**V**: Volumen de la muestra (cm³)**M_S**: Masa seca (gr)**ANÁLISIS DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES**

N° MUESTRA	M _{AA} (gr)	M _{SSS} (gr)	M _S (gr)	V(cm ³)	D _s (gr/cm ³)	D _s promedio (gr/cm ³)	P (%)	P. promedio (%)
PORCENTAJE ÓPTIMO DEL 13% DE ADICIÓN DE CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS								
1	3378.1	4749.9	4269.6	1371.8	3.11	3.31 gr/cm³	35.01	35.51 %
2	3395.5	4674.4	4229.0	1278.9	3.31		34.83	
3	3394.3	4505.2	4097.0	1110.9	3.69		36.74	
4	3341.9	4614.2	4163.7	1272.3	3.27		35.41	
5	3369.4	4698.3	4225.7	1328.9	3.18		35.56	

RESPONSABLES DEL ENSAYO**RESPONSABLE DE LABORATORIO****ASESOR**

Darwin Joshua Barboza Barboza
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 284385

Christian Lucano Condor

Michael Núñez Vásquez

Ing. Darwin Burga Barboza

Ing. José Luis Silva Tarrillo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO:	PORCENTAJE DE VACÍOS DE BLOQUES DE CONCRETO
NORMA:	NTP 399.613
PROYECTO:	ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:	Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca		
FECHA DE MUESTREO:	01/02/2023	RESPONSABLES:	Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	02/02/2023		

PORCENTAJE DE VACÍOS DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES									
MUESTRA	L (cm)	A (cm)	A. BRUTA (cm ²)	LV (cm)	AV (cm)	A. VACÍOS (cm ²)	A. NETA (cm ²)	A. NETA (%)	CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES
PORCENTAJE ÓPTIMO DEL 13% DE ADICIÓN DE CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS									
1	38	12.8	486.40	30.7	8.7	267.09	219.31	45.09	HUECA
2	38.1	12.8	487.68	30.8	8.8	271.04	216.64	44.42	
3	38.1	12.7	483.87	30.8	8.8	271.04	212.83	43.98	
4	38	12.7	482.60	30.6	8.7	266.22	216.38	44.84	
5	38	12.8	486.40	30.7	8.7	267.09	219.31	45.09	

Donde:

- L: Longitud de la unidad (cm)
- A: Ancho de la unidad (cm)
- A. BRUTA: Área bruta de la unidad (cm²)
- LV: Longitud vacía de la unidad (cm)
- AV: Ancho vacío de la unidad (cm)

- A. VACÍOS: Área de vacíos de la unidad (cm²)
- A. NETA: Área neta de la unidad (cm²)

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 Darwin Johan Burga Barboza INGENIERO CIVIL CIP: 284386	
Christian Lucano Condor	Michael Núñez Vásquez	Ing. Darwin Burga Barboza	Ing. José Luis Silva Tarrillo



LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO:	SUCCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO
NORMA:	NTP 399.613
PROYECTO:	ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS, CHOTA-2022.

UBICACIÓN:	Distrito de Chota – Provincia de Chota - Departamento de Cajamarca		
FECHA DE MUESTREO:	01/02/2023	RESPONSABLES:	Bach. Christian Lucano Córdor y Michael Dennis Núñez Vásquez
FECHA DE ENSAYO:	02/02/2023		

SUCCIÓN (S)

$$S(\text{gr}/200 \text{ cm}^2 - \text{min}) = \frac{(P_{su} - P_{se}) * 200}{A}$$

Donde: Pse: Peso seco de la unida (gr)

Psu: Peso de la unidad en succión (gr)

A: Área de contacto e la unidad (cm²)

SUCCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO PORTANTES							
N° MUESTRA	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	P _{su} (gr)	P _{se} (gr)	Succión gr/200 cm ² -min	Succión promedio gr/200 cm ² -min
ADICIÓN ÓPTIMA DEL 13% DE CAUCHO GRANULADO DE NEUMÁTICOS RECICLADOS							
1	38.1	12.8	487.68	10880	10853	11.07	11.71
2	38	12.7	482.60	10728	10702	10.77	
3	38	12.7	482.60	10989	10957	13.23	
4	38	12.8	486.40	10924	10895	11.92	
5	38	12.8	486.40	10762	10734	11.51	

RESPONSABLES DEL ENSAYO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		 Darwin Jürgen Barboza INGENIERO CIVIL CIP: 284385	
Christian Lucano Condor	Michael Núñez Vásquez	Ing. Darwin Jürgen Barboza	Ing. José Luis Silva Tarrillo

*Anexo D.5. Ensayos mecánicos de bloques de concreto con el porcentaje óptimo
(13%) de sustitución de agregado fino por caucho granulado*



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION"
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE CONCRETO CON EL PORCENTAJE OPTIMO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION



Carretera
Km. 1
Cajamarca



Carretera
Km. 1
Cajamarca

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME DE ENSAYO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA NTP 339.613: 2017

Código	SGC-F-28
Versión	01
Página	4 de 5

TESIS : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".
Ubicación : CHOTA-2022".
Solicitantes : LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS
Fecha : 30-01-2023
Identificación : SUSTITUYENDO EL PORCENTAJE OPTIMO (13%) DE CAUCHO GRANULADO
Tipo de Muestra : BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	DIAS	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (CM)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN)	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
				LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	7	11710	38.2	12.7	19.8	265.82	103.5	10554	39.7	3.89E+03
2	BLOQUE -02	7	11838	38.1	12.6	19.9	265.80	108.6	11069	41.6	4.08E+03
3	BLOQUE -03	7	11710	38.1	12.7	19.7	265.81	111.9	11410	42.9	4.21E+03
4	BLOQUE -04	7	11876	38.0	12.6	19.8	265.82	106.8	10886	41.0	4.02E+03
5	BLOQUE -05	7	11780	38.2	12.5	19.5	265.83	108.3	11043	41.5	4.07E+03

PROMEDIO	41.4	4.06E+03
DESV. ESTANDAR	1.17	1.15E+02
f'b	40.2	3.94E+03

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	DIAS	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (CM)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN)	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
				LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	14	11781	38.2	12.7	19.8	265.60	124.9	12738	48.0	4.70E+03
2	BLOQUE -02	14	11517	38.1	12.5	19.9	265.30	121.7	12407	46.8	4.59E+03
3	BLOQUE -03	14	11760	38.0	12.6	19.7	265.45	125.2	12763	48.1	4.72E+03
4	BLOQUE -04	14	11383	38.1	12.7	19.8	265.35	115.9	11815	44.5	4.37E+03
5	BLOQUE -05	14	11701	38.0	12.6	19.8	265.40	116.4	11867	44.7	4.39E+03

PROMEDIO	46.4	4.55E+03
DESV. ESTANDAR	1.71	1.68E+02
f'b	44.7	4.38E+03

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	DIAS	PESO (g)	DIMENSIONES PROMEDIO (CM)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA (KN)	CARGA MÁX. (kg) W	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C=A/W)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kpa)
				LARGO	ANCHO	ALTO					
1	BLOQUE -01	28	11376	38.2	12.6	19.8	265.30	150.7	15369	57.9	5.68E+03
2	BLOQUE -02	28	11136	38.3	12.7	19.7	265.40	150.3	15325	57.7	5.66E+03
3	BLOQUE -03	28	11305	38.1	12.5	19.6	265.30	162.9	16614	62.6	6.14E+03
4	BLOQUE -04	28	11450	38.2	12.6	19.8	265.40	155.4	15846	59.7	5.86E+03
5	BLOQUE -05	28	11210	38.2	12.7	19.7	265.10	162.7	16591	62.6	6.14E+03

PROMEDIO	60.1	5.90E+03
DESV. ESTANDAR	2.39	2.35E+02
f'b	57.7	5.66E+03

OBSERVAC: Los Bloques de concreto fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
 Se ensayaron Bloques de concreto completos.

Dónde: $C = W/A$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC

TECNICO LEM Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORIO DE BUELOS CONCRETO Y MORTARO	JEFE LEM Nombre y firma:	CQC - LEM Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 257620
--	------------------------------------	---



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO A LA COMPRESION DE PILAS

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 57727

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

	INFORME DE ENSAYO	Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA NTP 399.605:2018	Versión	01
		Página	5 de 5

Tesis : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Ubicación : CHOTA-2022

Solicitantes : LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha : 10/02/2023

Identificación : PILAS PATRON (0% DE ADICION DE CAUCHO GRANULADO)

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	DIAS	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²) (A)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²) (C)	ESBELTEZ (H/E)	FACTOR DE CORREC. ESBELTEZ - SENCICO	RESISTENCIA CORREGIDA kg/cm ²
			ANCHO (A)	LARGO (L)	ALTO (H)						
1	PILA N° 01	14	12.8	38.0	40.0	265.9	23052	86.7	3.1	1.10	95.38
2	PILA N° 02	14	12.7	38.0	40.0	265.9	23658	89.0	3.1	1.10	97.89
3	PILA N° 03	14	12.7	38.0	39.5	265.9	23251	87.5	3.1	1.10	96.21
PROMEDIO											96.49
DESV. ESTANDAR											1.28
f'm											95.21

OBSERVAC.: Las Pilas fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.

Se ensayaron Pilas de albañilería refrentado con yeso cemento.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión de la Pila, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
 Erlin Clavo Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 207829

	INFORME DE ENSAYO	Código	SGC-F-28
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA NTP 399.605:2018	Versión	01
		Página	5 de 5

Tesis : "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

Ubicación : CHOTA-2022

Solicitantes : LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha : 10/02/2023

Identificación : PILAS SUSTITUYENDO EL PORCENTAJE OPTIMO (13%) DE CAUCHO GRANULADO

N°	CÓDIGO/ MUESTRA	DIAS	DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA MÁX. (kg)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORREC. ESBELTEZ - SENCICO	RESISTENCIA CORREGIDA
			ANCHO (A)	LARGO (L)	ALTO (H)						
1	PILA N° 01	14	12.8	38.0	40.0	265.9	19635	73.9	3.1	1.10	81.24
2	PILA N° 02	14	12.7	38.0	40.0	265.9	20190	75.9	3.1	1.10	83.54
3	PILA N° 03	14	12.7	38.0	39.5	265.9	18721	70.4	3.1	1.10	77.46
PROMEDIO											80.75
DES. ESTANDAR											3.07
f'm											77.68

OBSERVAC.: Las Pilas fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo a la compresión.
Se ensayaron Pilas de albañilería refrentado con yeso cemento.

Dónde: $C = W / A$

C = Resistencia a la compresión de la Pila, (kg/cm²) (o Pa.10⁴).

W = Máxima carga indicada por la máquina de ensayo, kg.f o N.

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, cm².


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


**LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**
Geromias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO A LA COMPRESION DIAGONAL EN MURETES

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 257825

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME DE ENSAYO		Código	SGC-F-28
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL MURETES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.621:2015		Versión	01
		Página	5 de 5

Tesis "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

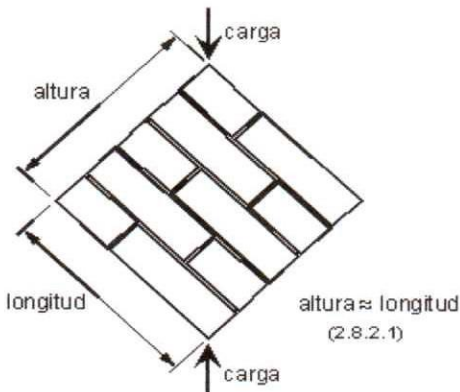
Ubicación CHOTA-2022

Solicitante LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha 10/02/2023

Identificación : MURETES PATRON (0% DE ADICION DE CAUCHO GRANULADO)

N° MUESTRA	DIAS	UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			Diagonal Principal (cm)	ÁREA DIAGONAL (cm ²) (A diag.)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA	
		LARGO	ANCHO	ALTO				kg/cm ²	Kpa
MURETE N° 01	14	79.00	12.70	79.20	110.00	1397.00	11096	9.93	9.74E+02
MURETE N° 02	14	79.05	12.70	79.10	110.00	1397.00	11025	9.86	9.67E+02
MURETE N° 03	14	79.10	12.70	79.12	110.00	1397.00	11185	10.01	9.81E+02
PROMEDIO (\bar{V}_m)								9.93	9.74E+02
DES. ESTANDAR (S)								0.07	7.03
V'm								9.86	9.67E+02



Factor Incremento por edad(14 días) = 1.25

FÓRMULAS:

$$V'm = \bar{V}_m - S \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A \text{ diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:

V'm = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm².

Vm = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm².

S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm².

W = Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A diag. = Promedio del área Diagonal en cm².

1MPa = 10.2 kg/cm²

Observ.

Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia ala corte.

Se ensayaron Muretes, con esquinas refrentado con yeso cemento.

Según lo indicado por el solicitante, la muestra es Tipo King Kong 30% vacíos; Marca Lark.

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26787c



INFORME DE ENSAYO

Código SGC-F-28

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL MURETES DE ALBAÑILERÍA NTP 399.621:2015

Versión 01

Página 5 de 5

Tesis "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022".

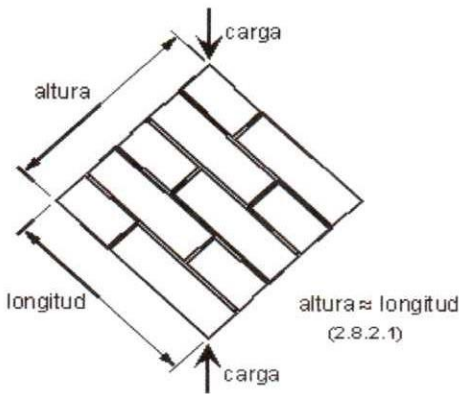
Ubicación CHOTA-2022

Solicitante LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS

Fecha 10/02/2023

Identificación : MURETES SUSTITUYENDO EL PORCENTAJE OPTIMO (13%) DE CAUCHO GRANULADO

N° MUESTRA	DIAS	UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			Diagonal Principal (cm)	ÁREA DIAGONAL (cm ²) (A diag.)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA	
		LARGO	ANCHO	ALTO				kg/cm ²	Kpa
MURETE N° 01	14	79.00	12.70	79.20	110.00	1397.00	9739	8.7	8.55E+02
MURETE N° 02	14	79.05	12.70	79.10	110.00	1397.00	9792	8.8	8.59E+02
MURETE N° 03	14	79.10	12.70	79.12	110.00	1397.00	9821	8.8	8.62E+02
PROMEDIO (\bar{V}_m)								8.8	8.59E+02
DESV. ESTANDAR (S)								0.0	3.65
V'm								8.7	8.55E+02



Factor Incremento por edad(14 días) = 1.25

FÓRMULAS:

$$V'm = \bar{V}_m - S \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A_{diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:

V'm = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm².

\bar{V}_m = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm².

S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm².

W= Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.

A diag. = Promedio del área Diagonal en cm².

1MPa = 10.2 kg/cm²

Observ.

Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia a la corte.

Se ensayaron Muretes, con esquinas refrentado con yeso cemento.

Según lo indicado por el solicitante, la muestra es Tipo King Kong 30% vacíos; Marca Lark.

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN
Erlin Clavo Rimarachin
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
REG. C.O. N° 127570

Anexo E. Certificados de elaboración de equipos, laboratorio GSE



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CONSTANCIA:

Quien subscribe, Geremias Rimarachín Rimarachín, Gerente General de la Empresa GSE LABORATORIO, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C, con RUC 20605442235, hago constar lo siguiente:

Que, los jóvenes LUCANO CÓNDROR CHRISTIAN YHERSON Y NÚÑEZ VÁSQUEZ MICHAEL DENNIS, identificado con DNI N° 72374730 y N° 75685550, Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, ha realizado sus ensayos en el laboratorio de GSE LABORATORIO, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C, para la tesis que lleva por título "ESTUDIO DEL BLOQUE PORTANTE DE CONCRETO SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR CAUCHO GRANULADO DE NEUMATICOS RECICLADOS, CHOTA-2022", dichos ensayos se desarrollaron desde el mes 18 de noviembre del 2022 hasta el 10 de febrero del 2023 como se indican en los resultados.

Se expide la presente, para los fines que se estime por conveniente.

Chota, 13 de febrero del 2023


LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachín Rimarachín
GERENTE GENERAL

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - IV - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0489-2022
2. Solicitante	GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
3. Dirección	JR. CAJAMARCA NRO. 792 (ESQUINA CON JR PONCIANO VIGIL) CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA
4. Equipo	PRENSA DE MURETES
Capacidad	20000 kgf
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-PM
Número de Serie	102
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315-X8
Número de Serie	102
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-07-15

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

CALIBRATEC 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

2021-03-17

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - IV - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillón lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.9 °C	21.6 °C
Humedad Relativa	65% HR	65% HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones Calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	1AD-0845-2022
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de CALIBRATEC S.A.C.
Avenida Chillón lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.9 °C	21.6 °C
Humedad Relativa	65% HR	65% HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	1AD-0845-2022
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 506 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 126-2022
Fecha de emisión : 2022-07-15

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PERUTEST
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 200910
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes

Punto de Precisión 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA
13 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,1	20,2
Humedad %	57	57

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-431-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 126-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-18

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**
Marca : OHAUS
Modelo : R21PE30ZH
Número de Serie : 47537336
Alcance de Indicación : 30 000 g
División de Escala de Verificación (e) : 10 g
División de Escala Real (d) : 1 g
Procedencia : NO INDICA
Identificación : 1
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2022-07-12

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

3. Método de Calibración

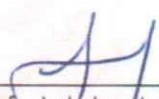
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registre: 87112-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-431-2022

Página 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,9	19,9
Humedad Relativa	60,6	61,6

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 30 012 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g	Temp. (°C)		Carga L2= 30 000,0 g	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
		Inicial	Final					
		19,9	19,9					
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1		
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4		
3	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3		
4	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,5	1,0		
5	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,7	0,8		
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4		
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,6	-0,1		
8	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0		
9	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,7	0,8		
10	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4		
Diferencia Máxima							0,4	1,4
Error máximo permitido							± 20 g	± 30 g



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 752631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-431-2022
 Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Inicial Final
 Temp (°C) 19,9 19,9

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,0	10	0,5	0,0	10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,3
2		10	0,9	-0,4		10 000	0,6	-0,1	0,3
3		10	0,6	-0,1		10 000	0,9	-0,4	-0,3
4		10	0,7	-0,2		10 000	0,5	0,0	0,2
5		10	0,9	-0,4		9 998	0,7	-2,2	-1,8
Error máximo permitido: ± 20 g									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Inicial Final
 Temp (°C) 19,9 19,9

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,9	-0,4						
20,0	20	0,5	0,0	0,4	20	0,8	-0,3	0,1	10
500,0	500	0,8	-0,3	0,1	500	0,6	-0,1	0,3	10
2 000,0	2 000	0,6	-0,1	0,3	2 000	0,9	-0,4	0,0	10
5 000,0	5 000	0,9	-0,4	0,0	5 000	0,5	0,0	0,4	10
7 000,0	7 000	0,5	0,0	0,4	7 000	0,7	-0,2	0,2	20
10 000,0	10 000	0,7	-0,2	0,2	10 000	0,9	-0,4	0,0	20
15 000,0	15 000	0,9	-0,4	0,0	15 000	0,6	-0,1	0,3	20
20 000,0	20 001	0,6	0,9	1,3	20 000	0,8	-0,3	0,1	20
25 000,0	25 000	0,8	-0,3	0,1	25 002	0,9	1,6	2,0	30
30 000,0	30 001	0,5	1,0	1,4	30 001	0,5	1,0	1,4	30

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 2,98 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{7,77 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 2,79 \times 10^{-9} \times R^2}$$

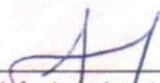
R Lectura de la balanza ΔL Carga Incrementada E Error encontrado E₀ Error en cero E_c Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.