

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado
fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de
concreto**

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

AUTOR

Limber Rojas Mego

ASESOR

Juan Jacobo Sanchez Bautista

<https://orcid.org/0000-0003-2820-8789>

Chiclayo, 2023

**Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del
agregado fino para evaluar el comportamiento físico-
mecánico en bloques de concreto**

PRESENTADA POR

Limber Rojas Mego

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Joaquín Hernán Rojas Oblitas

PRESIDENTE

Segundo Guillermo Carranza Cieza

SECRETARIO

Juan Jacobo Sanchez Bautista

VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por darme la vida, a mi papá Palermo Rojas Bautista por enseñarme que la vida no es fácil y que la disciplina es como el fuego que forja el acero, a mi mamá María Isabel Mego Mego, mujer que guio mis primeros pasos, me encaminó con amor y me enseñó a ser constante como la gota de agua que rompe la piedra, a mis hermanos que forjaron en mi un espíritu de valores y fortalezas para lograr hoy mi objetivo.

Agradecimiento

A Dios, a mis padres por ser el hombro que sostuvieron toda mi vida estudiantil, a mis hermanos que sin su apoyo incondicional no hubiese sido posible lograr mi meta.

A mis amigos, maestros y a mí código 2017-II que, durante mi paso por la universidad, siempre me apoyaron y encontraron en mí un amigo, por compartir momentos que siempre recordaré.

A mi asesor, el Ingeniero Juan Jacobo Sánchez Bautista, por tomarse el tiempo y compartir conmigo sus conocimientos y experiencia, para hacer posible este trabajo.

A la USAT, por albergarme en sus aulas durante mi carrera, enseñándome a ser un portador para mi pueblo y mi país del conocimiento que en sus aulas aprendí.

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

6%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.usmp.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

5

1library.co

Fuente de Internet

1%

6

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

1%

9

ri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

<1%

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	20
Antecedentes del problema	20
BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS	23
BASES LEGALES	23
BASES TEÓRICAS	25
MATERIALES Y MÉTODOS	33
Tipo de estudio y nivel de investigación	33
Población, muestra de estudio y muestreo	33
Método y técnicas de recolección de datos	38
Ensayos de los agregados	42
DISEÑO DE MEZCLA – CONCRETO F´C=50 Kg/cm2	55
Asentamiento del concreto – (slump)	55
Probetas cilíndricas	57
Elaboración:	57
Curado:	58
Ensayo de resistencia a compresión de las probetas	59
FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES DE ESTUDIO, CONCRETO F´C = 50 KG/CM2	61
Fabricación de los bloques de concreto patrón	61
Fabricación de los bloques de concreto con 20 % de vidrio molido	63
Fabricación de los bloques de concreto con 30 % de vidrio molido	65
Fabricación de los bloques de concreto con 40 % de vidrio molido	67
ENSAYOS FÍSICOS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO.....	70
Ensayo de Absorción	70
Ensayo de Alabeo	76
Ensayo de Variación dimensional	79
FABRICACIÓN Y ENSAYOS DE PILAS	82
Elaboración de pilas, proceso para todas las muestras	83
Ensayo a compresión axial de pilas elaboradas con bloques de concreto patrón	85
Ensayo a compresión axial de pilas elaboradas con bloques de concreto con 20 % de vidrio molido	86
Ensayo a compresión axial de pilas elaboradas con bloques de concreto con 30 % de vidrio molido	88
Ensayo a compresión axial de pilas elaboradas con bloques de concreto con 40 % de vidrio molido	89

FABRICACIÓN Y ENSAYOS DE MURETES.....	90
Fabricación de muretes, proceso para todas las muestras.....	91
Ensayo a compresión diagonal de murete elaborado con bloques de concreto patrón.....	92
Ensayo a compresión diagonal de murete elaborado con bloques de concreto con 20 % de vidrio molido.....	93
Ensayo a compresión diagonal de murete elaborado con bloques de concreto con 30 % de vidrio molido.....	94
Ensayo a compresión diagonal de murete elaborado con bloques de concreto con 40 % de vidrio molido.....	95
RESULTADOS.....	96
características de los agregados	96
Resistencia a compresión de probetas	106
Resistencia a compresión de bloques de concreto (f'_b).....	108
Absorción	116
Alabeo.....	119
Variación dimensional	121
Resistencia a la compresión axial en prisma (f'_m)	124
Resistencia a la compresión diagonal de muretes (v'_m)	126
Análisis de costo unitario de bloques de concreto	129
DISCUSIONES	133
CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES	136
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
Referencias	137
PANEL FOTOGRÁFICO	139
ANEXOS.....	142

LISTA DE FIGURAS

Figura N°01.	Tipos de fallas que ocurren al ensayar probetas	31
Figura N°02.	Reciclaje de botellas de vidrio.....	40
Figura N°03.	Lavado de botellas de vidrio.....	41
Figura N°04.	Trituración manual	41
Figura N°05.	Trituración del vidrio con máquina de los ángeles.....	42
Figura N°06.	Cuarteo de los agregados fino y grueso.....	43
Figura N°07.	Tamizado de la arena.....	44
Figura N°08.	Tamizado del confitillo.....	45
Figura N°09.	Tamizado del vidrio molido	46
Figura N°10.	Colocación de las muestras en el horno.....	47
Figura N°11.	Ensayo de la muestra el cono de absorción	50
Figura N°12.	Grado de absorción de la arena	51
Figura N°13.	Ensayo de peso específico del confitillo	52
Figura N°14.	Ensayo del peso unitario suelto de la arena y confitillo	54
Figura N°15.	Asentamiento del concreto	56
Figura N°16.	Elaboración de probetas	58
Figura N°17.	Desencofrado y curado de probetas.....	58
Figura N°18.	Ensayo de resistencia a la compresión de probetas	60
Figura N°19.	Colocación de máquina para fabricación de bloques de diseño patrón.....	61
Figura N°20.	Mezclado, fabricación y curado de bloques de diseño patrón	62
Figura N°21.	Refrentado de los bloques de diseño patrón	62
Figura N°22.	Ensayo de resistencia a compresión de los bloques patrón	63
Figura N°23.	Mezclado, elaboración y curado de bloques con 20% de vidrio molido	64
Figura N°24.	Refrentado de los bloques con 20 % de vidrio molido.....	64
Figura N°25.	Ensayo a compresión de bloques con 20 % vidrio molido.....	65
Figura N°26.	Mezclado, elaboración y curado de bloques con 30 % vidrio molido.....	66
Figura N°27.	Refrentado de los bloques de concreto con 30 % de vidrio.....	66
Figura N°28.	Ensayo a compresión de bloques con 30 % vidrio molido.....	67
Figura N°29.	Mezclado, elaboración y curado de bloques con 40 % vidrio molido.....	68
Figura N°30.	Refrentado de los bloques con 40 % de vidrio molido.....	68
Figura N°31.	Ensayo a compresión de bloques con 40 % vidrio molido.....	69
Figura N°32.	Condición humedad de los bloques patrón.....	70
Figura N°33.	Condición seca de los bloques patrón	71
Figura N°34.	Condiciones húmedas de los bloques con 20 % vidrio molido	72
Figura N°35.	Condiciones secas de los bloques con 20 % vidrio molido	73

Figura N°36.	Condiciones húmedas de los bloques con 30 % vidrio molido	74
Figura N°37.	Condiciones secas de los bloques con 30 % vidrio molido	74
Figura N°38.	Condiciones húmedas de los bloques con 40 % vidrio molido	75
Figura N°39.	Condiciones secas de los bloques con 40 % vidrio molido	76
Figura N°40.	Ensayo de alabeo de los bloques patrón	77
Figura N°41.	Ensayo de alabeo de los bloques con 20% vidrio molido	78
Figura N°42.	Ensayo de alabeo de los bloques con 30 % vidrio molido	78
Figura N°43.	Ensayo de alabeo de los bloques con 40% de vidrio molido	79
Figura N°44.	Ensayo de variación dimensional de bloques de concreto patrón	80
Figura N°45.	Ensayo de variación dimensional de bloques de concreto con 20 % de vidrio molido	80
Figura N°46.	Ensayo de variación dimensional de bloques de concreto con 30 % de vidrio molido	81
Figura N°47.	Ensayo de variación dimensional de bloques de concreto con 40 % de vidrio molido	82
Figura N°48.	Elaboración de pilas, proceso para todas las muestras	84
Figura N°49.	Secado de las pilas, proceso para todas las muestras	84
Figura N°50.	Ensayo a compresión axial de pilas patrón.....	85
Figura N°51.	Falla de pilas patrón	86
Figura N°52.	Ensayo a compresión axial de pilas con 20 % de vidrio molido	86
Figura N°53.	Falla de pilas con 20 % de vidrio molido	87
Figura N°54.	Ensayo a compresión axial de pilas con 30 % de vidrio molido	88
Figura N°55.	Falla de pilas con 30 % de vidrio molido	88
Figura N°56.	Ensayo a compresión axial de pilas con 40 % de vidrio molido	89
Figura N°57.	Falla de pilas con 40 % de vidrio molido	90
Figura N°58.	Elaboración de muretes para todas las muestras	91
Figura N°59.	Dimensionamiento y nivelación de los muretes	92
Figura N°60.	Ensayo a compresión diagonal de murete patrón	92
Figura N°61.	Ensayo a compresión diagonal de murete con 20 % vidrio molido	93
Figura N°62.	Ensayo a compresión diagonal de murete con 30 % vidrio molido	94
Figura N°63.	Ensayo a compresión diagonal de murete con 40 % vidrio molido	95
Figura N°64.	Elaboración de la mezcla.....	139
Figura N°65.	Ubicación de la máquina, vaciado y vibrado de los bloques.....	139
Figura N°66.	Elaboración de los bloques - $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$	140
Figura N°67.	Refrentado de los bloques	141
Figura N°68.	Ensayo de compresión de los bloques	141

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N°01.	Curva granulométrica de la arena gruesa	97
Gráfico N°02.	Curva granulométrica del - confitillo	101
Gráfico N°03.	Curva granulométrica del vidrio.....	105
Gráfico N°04.	Línea de tendencia de la resistencia a compresión de las probetas	107
Gráfico N°05.	Curva de tendencia de la resistencia de los bloques patrón.....	109
Gráfico N°06.	Curva de tendencia de la resistencia de los bloques con 20% de vidrio molido	110
Gráfico N°07.	Curva de tendencia de la resistencia de los bloques con 30% de vidrio molido	111
Gráfico N°08.	Curva de tendencia de la resistencia de los bloques con 40% de vidrio molido	113
Gráfico N°09.	Cuadro resumen de las Curvas de Tendencia.....	114
Gráfico N°10.	Cuadro resumen de las resistencias obtenidas de los bloques	115
Gráfico N°11.	Resumen del porcentaje de absorción de los bloques.....	118
Gráfico N°12.	Resumen del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas	126
Gráfico N°13.	Resumen de ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes	129

LISTA DE TABLAS

Tabla N°01.	Porcentaje que pasa según la malla	26
Tabla N°02.	Tiempo máximo permitido para ensayos de probetas	30
Tabla N°03.	Tipos de unidades según su uso.....	32
Tabla N°04.	Total, de bloques para el ensayo de resistencia a compresión.....	34
Tabla N°05.	Total, de bloques para el ensayo de absorción	34
Tabla N°06.	Número de bloques para el ensayo de alabeo.....	35
Tabla N°07.	Número de muestra para ensayo de variación dimensional.....	35
Tabla N°08.	Total, unidades para ensayo de prismas	36
Tabla N°09.	Total, unidades para ensayo de Muretes.....	36
Tabla N°10.	Total, número de bloques para ensayos.....	37
Tabla N°11.	Operacionalización de variables.....	38
Tabla N°12.	Técnicas de recolección de datos	39
Tabla N°13.	Resultado del ensayo granulométrico realizado a la arena gruesa.....	96
Tabla N°14.	Resultado de ensayo de contenido de humedad de la arena	98
Tabla N°15.	Resultado del ensayo de peso específico y absorción de la arena gruesa.....	98
Tabla N°16.	Resultado del ensayo de los pesos unitarios de la arena gruesa	99
Tabla N°17.	Resultado del ensayo granulométrico del confitillo	100
Tabla N°18.	Resultado de ensayo de contenido de humedad del confitillo	102
Tabla N°19.	Resultado del ensayo de peso específico y absorción del confitillo.....	102
Tabla N°20.	Resultados del ensayo de los pesos unitarios del confitillo	103
Tabla N°21.	Resultado de ensayo granulométrico del vidrio.....	104
Tabla N°22.	Cuadro resumen de las características de los agregados ensayados.....	106
Tabla N°23.	Resultado de ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto patrón.....	106
Tabla N°24.	Resultado del diseño de mezcla para cada lote de bloques de concreto	108
Tabla N°25.	Resultado del ensayo de resistencia a compresión de bloques patrón	109
Tabla N°26.	Resultados del ensayo de resistencia a compresión de bloques con 20 % vidrio molido 110	
Tabla N°27.	Resultados del ensayo de resistencia a compresión de bloques con 30 % vidrio molido 111	
Tabla N°28.	Resultados del ensayo de resistencia a compresión de bloques con 40 % vidrio molido 112	
Tabla N°29.	Resultados del ensayo de absorción de los bloques patrón.....	116
Tabla N°30.	Resultados del ensayo de absorción de los bloques con 20 % vidrio molido.....	116
Tabla N°31.	Resultados del ensayo de absorción de los bloques con 30 % vidrio molido	117
Tabla N°32.	Resultados del ensayo de absorción de los bloques con 40 % vidrio molido.....	117
Tabla N°33.	Resultados del ensayo de alabeo de los bloques patrón.....	119

Tabla N°34.	Resultados del ensayo de alabeo de los bloques con 20 % de vidrio molido	119
Tabla N°35.	Resultados del ensayo de alabeo de los bloques con 30 % de vidrio molido	120
Tabla N°36.	Resultados del ensayo de alabeo de los bloques con 40 % de vidrio molido	121
Tabla N°37.	Resultados del ensayo de variación dimensional de los bloques patrón	121
Tabla N°38.	Resultados del ensayo de variación dimensional de los bloques con 20 % de vidrio molido	122
Tabla N°39.	Resultados del ensayo de variación dimensional de los bloques con 30 % de vidrio molido	123
Tabla N°40.	Resultados del ensayo de variación dimensional de los bloques con 40 % de vidrio molido	123
Tabla N°41.	Resultados del ensayo de compresión axial de pilas patrón	124
Tabla N°42.	Resultados del ensayo de compresión axial de pilas con 20 % vidrio molido	124
Tabla N°43.	Resultados del ensayo de compresión axial de pilas con 30 % vidrio molido	125
Tabla N°44.	Resultados del ensayo de compresión axial de pilas con 40 % vidrio molido	125
Tabla N°45.	Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes patrón	127
Tabla N°46.	Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes con 20 % vidrio molido .	127
Tabla N°47.	Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes con 30 % vidrio molido .	128
Tabla N°48.	Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes con 40 % vidrio molido .	128
Tabla N°49.	Resultados del análisis del costo unitario de bloques patrón.....	130
Tabla N°50.	Resultados del análisis del costo unitario para bloques con 20% de vidrio molido	130
Tabla N°51.	Resultados del análisis del costo unitario para bloques con 30% de vidrio molido	131
Tabla N°52.	Resultados del análisis del costo unitario para bloques con 40% de vidrio molido	132

LISTA DE ANEXOS

Anexo N° 01	Requisitos físicos del Cemento Tipo MS-Pacasmayo.....	142
Anexo N° 02	Ensayo de granulometría de la arena gruesa	143
Anexo N° 03	Ensayo de contenido de humedad de la arena gruesa y confitillo	144
Anexo N° 04	Ensayo de peso específico y absorción de la arena y confitillo.....	145
Anexo N° 05	Ensayo de peso unitario suelto y compactado de la arena.....	146
Anexo N° 06	Ensayo granulométrico del confitillo	147
Anexo N° 07	Ensayo de peso unitario suelto y compactado del confitillo.....	148
Anexo N° 08	Ensayo de granulometría del vidrio molido	149
Anexo N° 09	Diseño de mezcla para bloques de concreto $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$	150
Anexo N° 10	Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto patrón	152
Anexo N° 11	Ensayo de resistencia a compresión de bloques patrón.....	153
Anexo N° 12	Ensayo de resistencia a compresión de bloques con 20 % vidrio molido	154
Anexo N° 13	Ensayo de resistencia a compresión de bloques con 30 % vidrio molido	155
Anexo N° 14	Ensayo de resistencia a compresión de bloques con 40 % vidrio molido	156
Anexo N° 15	Ensayo de absorción de bloques patrón.....	157
Anexo N° 16	Ensayo de absorción de bloques con 20 % vidrio molido	158
Anexo N° 17	Ensayo de absorción de bloques con 30 % vidrio molido	159
Anexo N° 18	Ensayo de absorción de bloques con 40 % vidrio molido	160
Anexo N° 19	Ensayo de alabeo de bloques patrón.....	161
Anexo N° 20	Ensayo de alabeo de bloques con 20 % de vidrio molido	162
Anexo N° 21	Ensayo de alabeo de bloques con 30 % de vidrio molido	163
Anexo N° 22	Ensayo de alabeo de bloques con 40 % de vidrio molido	164
Anexo N° 23	Ensayo de variación dimensional de bloques patrón.....	165
Anexo N° 24	Ensayo de variación dimensional de bloques con 20 % de vidrio molido	166
Anexo N° 25	Ensayo de variación dimensional de bloques con 30 % de vidrio molido	167
Anexo N° 26	Ensayo de variación dimensional de bloques con 40 % de vidrio molido	168
Anexo N° 27	Ensayo de compresión axial de pilas patrón.....	169
Anexo N° 28	Ensayo de compresión axial de pilas con 20 % vidrio molido.....	170
Anexo N° 29	Ensayo de compresión axial de pilas con 30 % vidrio molido.....	171
Anexo N° 30	Ensayo de compresión axial de pilas con 40 % vidrio molido.....	172
Anexo N° 31	Ensayo de compresión diagonal de muretes patrón.....	173
Anexo N° 32	Ensayo de compresión diagonal de muretes con 20 % vidrio molido.....	174
Anexo N° 33	Ensayo de compresión diagonal de muretes con 30 % vidrio molido.....	175
Anexo N° 34	Ensayo de compresión diagonal de muretes con 40 % vidrio molido.....	176

RESUMEN

Este trabajo de investigación actual investiga el comportamiento del vidrio molido como reemplazo parcial del 20%, 30% y 40% de agregado fino con respecto a su peso, en base a su potencial como alternativa al actual sistema constructivo de mampostería. Por lo que en el laboratorio se realizan ensayos de compresión, absorción, alabeo y variación dimensional, así como de resistencia axial y diagonal. El tamaño estándar de estos bloques de concreto es (12 x 20 x 40) cm. De los resultados adquiridos, la absorción de los bloques de concreto con vidrio molido presenta una reducción en comparación con los bloques patrón, también la resistencia a la compresión a los 28 días para bloques patrón fue de 61.42 kg/cm², para bloques con 20%, 30% y 40% fue de 63.93 kg/cm², 69.20 kg/cm² y 75.28 kg/cm² respectivamente. Para la resistencia a compresión axial de pilas patrón fue de 74.87 kg/cm², para pilas con 20%, 30% y 40% fue de 79.61 kg/cm², 84.64 kg/cm² y 90.91 kg/cm² respectivamente. La compresión diagonal en los muretes muestra el mismo comportamiento, siendo los muretes con vidrio los que logran mayor resistencia diagonal.

Palabras clave:

Materiales, vidrio molido, bloque de concreto, resistencia a compresión, reciclaje.

ABSTRACT

This current research work investigates the behavior of ground glass as a partial replacement of 20%, 30% and 40% of fine aggregate with respect to its weight, based on its potential as an alternative to the current masonry construction system. Therefore, in the laboratory compression, absorption, warpage and dimensional variation tests are carried out, as well as axial and diagonal resistance. The standard size of these concrete blocks is (12 x 20 x 40) cm. From the results obtained, the absorption of concrete blocks with ground glass presents a reduction compared to the standard blocks, also the compressive strength at 28 days for standard blocks was 61.42 kg/cm², for blocks with 20%, 30% and 40% was 63.93 kg/cm², 69.20 kg/cm² and 75.28 kg/cm² respectively. For the axial compression resistance of standard piles, it was 74.87 kg/cm², for piles with 20%, 30% and 40% it was 79.61 kg/cm², 84.64 kg/cm² and 90.91 kg/cm² respectively. The diagonal compression in the walls shows the same behavior, being the glass walls the ones that achieve the greatest diagonal resistance.

Keywords:

Materials, ground glass, concrete block, compressive strength, recycling.

INTRODUCCIÓN

En las décadas anteriores se han generado más de 100 millones de recipientes de vidrio, los cuales no se han dado una reutilización correcta, lo que hace desecharlos en diferentes rellenos sanitarios, si bien este material está compuesto por un mineral como la (arena de sílice), este no es biodegradable, el cual genera consecuencia en el ecosistema.

En la actualidad se han suscitado una serie de problemas dentro del ecosistema, siendo el principal la contaminación, estimándose que a largo plazo existirá escasez como el agua dulce, petróleo, carbón; como también alimentos entre otros productos. A causa de esto se inició la cultura del reciclaje, implementando en las industrias la producción de diferentes productos que estén compuestos por materiales que son difíciles de desintegrar como el vidrio, el caucho, el plástico, entre otros materiales reutilizables.

Por lo que se plantea, la opción de emplear el vidrio en la construcción civil, después de ser triturado agregarlo a la mezcla con los otros compuestos, dando como resultado una composición que puede ser empleada como una arena en los morteros y concretos, para la elaboración de bloques, entre otros, así como en la elaboración de BTC+V (Bloque de Tierra comprimida más Vidrio Molido). La utilización de este material permite mitigar el impacto ambiental y permite optimizar los recursos económicos, además este material en su correcto uso traería nuevas características en la implementación como acabados finales [1].

A nivel internacional la industria del vidrio y el cemento se están enfrentado a diversos cambios como el aumento del costo en combustibles, el uso de mayor energía, los apuros para reducir la emisión de gases en su gran proporción dañinos para la atmósfera, principalmente las emisiones de CO₂, así mismo el suministro en materias primas en cantidades y calidades suficientes.

En Bélgica, se generan un promedio de 22 millones de toneladas de desperdicios cada año, que incluyen los desechos de construcción, también los recipientes de vidrio y plásticos. Otras ciudades altamente pobladas como la ciudad de Hong Kong, donde su organismo de protección al medio ambiente ha dado a conocer que se genera un promedio de 300 toneladas de residuos de vidrio por día en año 2017, por lo tanto, nuevas investigaciones tratan de ver de qué forma se le puede dar un uso al residuo de vidrio y muchas conclusiones determinan que se debe usar como material adicional en mezclas convencionales de concreto. Por otro lado, en Chile, diferentes investigaciones apuntan en incorporar PET y vidrio en la elaboración de unidades de concreto con tereftalato reutilizado (PET) sustituyendo al agregado [2].

En Perú, el diagnóstico del flujo nacional de envases de vidrio se realiza a través de una indagación de flujos de componentes y validar los resultados en las empresas involucradas en las industrias de envases en el país. Según lo determinado, en 2018 circulando 632.500 toneladas de depósitos de vidrio, de las cuales el 52,1% (329.500 Tn) fueron envases retornables; el 1,1% (259.700 Tn) para contenedores de producción nacional; 3,6% (22.900 Tn) a importación y 3,2% (20.00 Tn) en la comercialización que incumple la normativa. En cuanto a la producción, el 83,5% (528.000 Tn) de los envases de vidrio se devolvieron al fabricante o se eliminan como residuos en menos de un año; El 6,5% (1.100 Tn) permaneció en servicio durante más de un año y el 10% (63.00 Tn) se exportó. Centrándonos en el resto de los recipientes de vidrio después del consumo de la población (178.100 Tn), el 73,9% (131.500 Tn) se pierde en vertederos, mientras que el 26,1% (6.500 Tn) se recicla. Esta cifra final se reduce al 23 % considerándose que además de consumir productos de forma ilegal. Estimándose que la mitad de los residuos de estos contenedores se quedan en la capital [3].

En el ámbito de la construcción, para asegurar la calidad y cumplimiento de los materiales utilizados en la construcción, existen normas técnicas que establecen los requisitos mínimos que deben cumplir los productos, incluyendo el concreto. Al incorporar el vidrio como componente del concreto, es importante asegurarse de que el producto final cumpla con estas normas correspondientes. Para garantizar el cumplimiento de estas normas al utilizar vidrio como componente del concreto, es recomendable realizar pruebas y ensayos de laboratorio para evaluar las propiedades del material resultante y compararlas con los requisitos establecidos en las normas. Además, es importante tener en cuenta que el uso de vidrio en el concreto puede requerir ajustes en las proporciones y procesos de mezcla para garantizar una adecuada incorporación del material y obtener un concreto con las propiedades deseadas. Por lo tanto, se recomienda consultar con expertos en la materia, como ingenieros estructurales o especialistas en concreto, para asegurar que se estén siguiendo las mejores prácticas y se estén cumpliendo con los estándares de calidad [4].

La ciudad de Chiclayo hoy en día pertenece a la ciudad de mayor rubro comercial dentro del país. Pero tiene un gran problema, como es el caso de la basura. Chiclayo produce aproximadamente 400 toneladas residuos sólidos al día de, del cual solo se recolecta 180 toneladas, las que son arrojados en los botaderos de Reque, por camiones que solo recogen de algunos lugares. Las otras 220 toneladas de basura se encuentran en calles y avenidas distribuidos en rumas pestíferas, teniendo un alto nivel de contaminación, entre todos estos residuos se encuentra el papel, vidrio, metal, desperdicios orgánicos. Mediante este estudio

investigativo se quiere aprovechar el reuso del vidrio, ya que como sabemos debido a su composición es un material que puede aportar propiedades positivas a las mezclas de concreto y de esta manera contribuir con el cuidado de la ciudad y el medio ambiente en general [5].

La utilización del vidrio molido en el concreto efectivamente demuestra resultados positivos en términos de desempeño y sostenibilidad en el campo de la construcción, ha mostrado mejoras en las propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión. Dentro de sus ventajas del uso de vidrio molido es su capacidad para reducir la cantidad de cemento necesaria en la mezcla de concreto. Al reducir la cantidad de cemento, se disminuye la huella de carbono asociada con la producción de concreto, Además, el vidrio molido es un material que se puede obtener fácilmente y de manera sostenible. El reciclaje de vidrio permite aprovechar este material en lugar de enviarlo a los vertederos, al utilizar vidrio molido en el concreto, se le da un nuevo uso a este material reciclado y se evita la generación de residuos.

Centrándose la investigación en las botellas de vidrio, pero teniendo en consideración los criterios muy importantes para el análisis del desarrollo de este residuo presentándose variedades en sus formas, tamaños, colores, como se descompone durante tiempo, convirtiéndose en un gran adecuado indicador cronológico. Además, los diferentes empleos que se han dado a las botellas de este material de vidrio, resultan ser marcadores de actividades que están presentes día a día y que siempre se va a necesitar el uso de estas, por lo que se puede decir que siempre existirán estos residuos.

Siendo el principal motivo de este proyecto, el brindar una mejor alternativa para el reciclaje del vidrio, que sea fácilmente aplicable e implementar en las pequeñas y medianas industrias referentes en su producción artesanal de bloques de cemento. El uso de vidrio reciclado aplicado en la ingeniería civil es una idea relativamente emergente, ya que la ingeniería civil moderna tiene objetivos principales como la fabricación de materiales de gran calidad y disminuir gastos de producción, ambos aspectos cuidando el medio ambiente.

En la actualidad, muchas de las edificaciones están siendo edificadas con bloques de concreto deficiente, entonces tratando dar una mejora a las infraestructuras de los ciudadanos, y ayudar a progresar la calidad de vida que llevan, se proyectó mejorar los bloques de concreto adicionando el vidrio molido, con el fin de mitigar el impacto ambiental causado por el desperdicio de estos envases, buscando disminuir la absorción, alabeo, y aumentar su resistencia comprimida.

Por ello, se busca dar una solución a la problemática antes expuesta, se revisó investigaciones las cuales tienen problemas similares por el arrojamiento del residuo a vertederos. En esta investigación se evaluará la reutilización del vidrio como un componente que reemplazará parcialmente a los agregados. Es de conocimiento que el vidrio es un material muy eficiente y puede ser de mucha importancia para la elaboración de bloques.

De acuerdo a la realidad problemática antes vista, esta investigación busca dar respuesta al planteamiento del siguiente problema. ¿Cuál es la influencia de la aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto?

Justificación de la investigación

El proyecto tiene su origen en la campaña de reciclaje de vidrio. Ya que en los últimos años se está utilizando lo que son materiales de residuos como componentes en diferentes mezclas. Usar vidrio reduce las cantidades que pueden ser tiradas en basurales, playas, vertederos, etc. y la emisión de CO₂ de forma común cuando se realiza la fabricación del cemento el cual causa un cambio climático a gran medida.

Esta investigación permite plantear las nuevas formas de solución para dar una mejora a los bloques de concreto, en donde se propone usar el vidrio molido como uso fragmentado del mismo agregado. Dándose en la adjunta investigación se cita a diversos autores que llegan a concluir que los bloques de concreto tienen una baja resistencia axial y tracción, en la cual se incorpora el vidrio triturado, y mejorar sus capacidades físicas y mecánicas del bloque, también se indica que esta investigación es de método experimental, ya que analizaremos los diferentes ensayos a los bloques. Además, es necesario su tipificación y comprobación a dichos ensayos verificando si son aptos y recomendables, mediante la identificación de puntos importantes que encontramos en las normas peruanas, con la finalidad de garantizar y recomendar el uso del mismo.

La aplicación de este material ayudará a disminuir el impacto ambiental causado por el arrojamiento a desmedida, lo que ocasiona contaminación del suelo, aire y agua dando paso a diferentes problemas. Con esta investigación se generará un instrumento para atraer información y poder crear los elementos de concreto adicionando el vidrio molido con el fin de construir viviendas más económicas, también se da a conocer que el vidrio se podrá usar como material de reemplazo en muchos materiales con otras finalidades, por lo que el propósito de esta investigación es facilitar la información a próximas investigaciones. Por ello se propuso

como **Objetivo general** de esta investigación Evaluar la aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto, y también se establecieron **Objetivos específicos** como: Identificar las características de los agregados y la resistencia a compresión del concreto con el cual se elaborará los bloques; realizar el diseño de mezcla para bloques de concreto con la adición de vidrio molido al 20%, 30% y 40% en reemplazo parcial del árido fino; determinar la resistencia a compresión de bloques de concreto con la incorporación de vidrio molido en reemplazo fragmentado de agregado fino; analizar la influencia del vidrio triturado en reemplazo parcial del agregado fino en el porcentaje de absorción y alabeo de bloques de concreto; Evaluar la resistencia a compresión en unidades de albañilería (f´b), en pilas (f´m) y muretes (v´m), de bloques de concreto con la incorporación de vidrio molido a partir de los ensayos de albañilería; comparar el comportamiento físico-mecánico tanto para bloques de concreto con una muestra patrón y bloques de concreto con incorporación de vidrio triturado; evaluar económicamente la utilización de bloques de concreto convencional y bloques de concreto con adición de vidrio molido.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Antecedentes del problema

TESIS DE PREGRADO: “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO POROSO CON ALVÉOLOS HORIZONTALES”. MAYORGA Y ROPERO, 2019. Mediante esta adjunta investigación estudiamos el comportamiento del concreto poroso con alveolos horizontales en bloques y para estos casos utilizamos las dimensiones estándar de 20x40x12 cm, además se puede utilizar de forma alternativa en el sistema de construcción de hoy en día. También se diseña la mezcla acorde a la especificación de la norma ACI 522R-10 y se elaboraron bloques en concreto absorbente con 6 alveolos horizontales que están distribuidos homogéneamente, y de manera longitudinal. En este trabajo se da como conclusión que los diferentes bloques que son porosos se presentan en una cantidad mayor de resistir la compresión a diferencia de los ladrillos que son hechos de arcilla cocida y las bloques de concreto convencional [6].

TESIS DE PREGRADO: “EL VIDRIO TRITURADO COMO ALTERNATIVA EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN”. TAMAYO, 2020. Este estudio trata en la actualidad de disminuir las afectaciones del medio ambiente generado por el arrojo de los desechos inadecuados, la mejora de la vivienda y varias cosas más fueron las que cambiaron la condición humana. Al utilizar estos materiales alternativos como el vidrio, dan lugar a esta investigación y en este trabajo de investigación se evalúa el comportamiento de este material como agregado parcial para ser producido en bloques de concreto, ya que por sus potencialidades tanto físicas como mecánicas, permiten su aprovechamiento total de este residuo. Esta investigación concluye a través de los ensayos identificados al momento de producir los materiales para el ámbito de la construcción con el vidrio molido que, si es recomendable, ya que posibilita la sustitución de materiales tradicionales y aportando una variedad de beneficios en el ámbito económico y medio ambiental [7].

ARTÍCULO CIENTÍFICO: “GROUNDED GLASS AS A SUSTAINABLE TECHNOLOGY IN HYDRAULIC CONCRETE”. ROJAS, 2021. El concreto es considerado el recurso más utilizado por el ser humano, pero su producción implica una

contaminación directa e indirecta del medio ambiente. Entre los componentes del concreto, el cemento es el más caro, así como el componente más contaminante del proceso productivo, que emitirá una gran cantidad de CO₂. Este artículo describe varias propiedades y ventajas del uso de residuos para reemplazar parcialmente el cemento en el concreto hidráulico. Investigadores de todo el mundo tienen la tarea de estudiar la optimización de mezclas de concreto y observar las variables involucradas. Estos estudios arrojaron resultados positivos que indican que la propuesta incluye no solo beneficios ambientales, sino también beneficios mecánicos y económicos. [8].

ARTÍCULO CIENTÍFICO: “COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE MADE WITH ELECTRIC ARC FURNACE SLAG AND RECYCLED GROUND GLASS AS REPLACEMENT OF COARSE AND FINE AGGREGATE”. ROJAS Y VERA, 2021. El concreto es una de las producciones industriales más investigadas cada año, con el fin de prosperar su dureza, solidez y elaboración de este mismo, también mecanismos productivos alternos para reducir el impacto al medio ambiente. Este estudio tuvo como objetivo el aprovechamiento de los residuos generados día a día como es el vidrio, en la producción de concreto para uso en la construcción. El estudio siguió varias etapas, donde se empieza con la determinación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del material y el diseño de una mezcla patrón según el método del ACI 211. Luego se sustituyó la grava por escoria de horno de arco eléctrico (EAFS) en la cantidad de 25%, 50%, 75% y 100%, y arena triturada de vidrio reciclado (VMR) en las proporciones de 20%, 30% y 40%. Por último, se evaluó el comportamiento a compresión simple en especímenes. Concluyendo que, el uso de estos materiales es válido, y se debe utilizar el diseño de mezclas del ACI 211 como guía [9].

TESIS DE PREGRADO: “INFLUENCIA DEL VIDRIO CRUDO MOLIDO RECICLADO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LADRILLO DE CONCRETO PARA MUROS PORTANTES”. FELIX Y SANCHEZ, 2020.

La investigación vela por el uso de los residuos que se desperdician en su gran mayoría sólidos; por ejemplo, el vidrio, que puede ser un material para uso constructivo mediante su adición o reemplazo para elaborar algún material. Al utilizar el vidrio beneficiaremos tanto al sector constructivo como al medio ambiente. Uno de los objetivos en

este trabajo fue evaluar el comportamiento del vidrio al utilizarlo como agregado fino para elaborar bloques portantes, por lo cual nuestra investigación cualitativa aplicativa con alcances de experimento para su diseño, esperando que el vidrio cumpla con el comportamiento en los muros de carga para la resistencia física y mecánica [10].

TESIS DE PREGRADO: “ANÁLISIS DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO ADICIÓN PARA CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON AGREGADOS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO”. CÓRDOVA, 2018.

Esta investigación nos permite conocer el estudio del concreto, pero dando una incorporación al vidrio triturado adicionando a la mezcla. Se conoce que en Chiclayo hay un bajo porcentaje de reciclaje del material ya mencionado, con este estudio se busca ser utilizado en el concreto, conociendo que el vidrio contiene un alto índice de sílice siendo este componente el que aporta gran cantidad de firmeza del concreto, y se examina determinar cuál sería su tanto por ciento y dimensión del vidrio que podría incorporarse al concreto para su óptimo estado siendo el resultado que, este material puede ser reemplazo de varios agregados y así cooperar en un porcentaje de su resistencia hacia el concreto, pero cuando se procesa hasta quedar en polvo, se puede reemplazar al cemento, también se identificó que adicionar el material del vidrio no ocasiona un cambio en las características del concreto reciente como el peso de unidad, el contenido del aire y la exudación, a diferencia que sí genera cambios notables al momento de fraguar y aplicarlo en la resistencia de compresión [5].

TESIS DE PREGRADO: “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN BLOQUES DE CONCRETO TIPO P INCORPORANDO VIDRIO TRITURADO”. CHÁVEZ, 2020.

La presente indagación se basa en la observación de los fallos en la uniformidad de la albañilería, lo cual se sabe que no se realiza ensayos para los diferentes agregados que se utilizan, y sin cumplir lo estipulado en la NTP, y así pretendiendo reducir en gran porcentaje la contaminación en el ambiente dando empleo del vidrio triturado reciclable. Por otra parte, su propósito investigativo es analizar las características mecánicas para bloques portantes mediante la incorporación de vidrio molido. Además, esta metodología que estudia la investigación es de forma de aplicación tecnológica, dando un enfoque de carácter cuantitativo y un diseño experimental. Por lo que, se concluyó que el material incorporado en este caso vidrio tiene un comportamiento útil en las propiedades mecánicas del bloque que se estudió [2].

BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS

BASES LEGALES

Para este estudio se tuvo en cuenta las normas y reglamentos existentes:

Reglamento Nacional de Edificaciones - E.0.70

➤ Albañilería

En esta norma encontraremos términos de la industria de la construcción que nos permitirán entender mejor las definiciones y aplicarlos a los procesos constructivos que nos ayudarán en el diseño y evaluación de elementos de construcción.

Norma Técnica Peruana 400.012 - Revisión 2018

➤ Análisis granulométrico de los agregados

Esta norma nos establece los parámetros a tener en cuenta sobre los tamaños de los agregados y su futura aplicación en los diseños de mezcla de concreto.

Norma Técnica Peruana 339.185 - Revisión 2018

➤ Contenido de humedad

Encontraremos los pasos a seguir para encontrar y determinar la cantidad de humedad que contienen los agregados, denominado porcentaje de humedad.

Norma Técnica Peruana 400.021 y 400.22 - Revisión 2020

➤ Peso específico y absorción del agregado grueso y agregado fino

Nos muestra los parámetros establecidos y el procedimiento a seguir para obtener el peso específico y la capacidad de absorción del agregado grueso y del agregado fino respectivamente.

Norma Técnica Peruana 400.017- Revisión 2020

➤ Peso unitario

Nos establece los procedimientos para obtener los resultados de los agregados en condición suelta y consolidada la cual nos permite determinar su densidad de masa.

Norma Técnica Peruana 339.035 – Revisión 2016**➤ Asentamiento**

Nos establece los procedimientos a tener en cuenta para obtener el asentamiento requerido del concreto a utilizar, el cual se obtendrá a través del cono de Abrams.

Norma Técnica Peruana 339.183 - revisión 2013**➤ Elaboración y curado de probetas cilíndricas**

Esta norma establece la forma de elaboración de especímenes de concreto los cuales se ensayarán en laboratorio.

Norma Técnica Peruana 339.034 - revisado 2015**➤ Resistencia a la compresión**

Esta norma establece los parámetros que se deben obtener tras la rotura de probetas o especímenes de concreto, además se verifica si cumplen con la resistencia requerida.

Norma Técnica Peruana 399.602 - Revisión 2016**➤ Unidades de albañilería**

Encontraremos las condiciones que deben cumplir estas unidades con el fin de garantizar su uso en la construcción.

Norma Técnica Peruana 399.604 - Revisión 2015**➤ Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto**

Esta norma define los ensayos que se realizarán a las unidades de concreto, los cuales son: resistencia a la compresión, contenido de humedad, absorción y dimensiones, además nos indica el muestreo que se debe realizar a cada lote de elaboración.

Norma Técnica Peruana 399.613 - Revisión 2015**➤ Determinación de alabeo**

Esta norma establece los pasos a seguir para obtener el alabeo a través de los

ensayos explicados paso a paso con el fin de realizar los ensayos correctamente.

Norma Técnica Peruana 399.602 - Revisión 2015

➤ Determinación de la variación dimensional

Encontraremos los ensayos que se deben realizar para obtener la variación dimensional de los especímenes elaborados.

Norma Técnica Peruana 399.605 - 2018

➤ Resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Establece los pasos para la elaboración de las pilas y parámetros a obtener a través de la resistencia a compresión axial (f'_m) de pilas de albañilería.

Norma Técnica Peruana 399.621 - Revisión 2015

➤ Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Aplica para la elaboración de muretes y nos establece los parámetros que se deben obtener a través de la carga diagonal que se le aplica al murete, con la finalidad de verificar si resiste al fisuramiento.

Reglamento Nacional de Edificaciones E.0.40

➤ Vidrio

Nos indica el uso del vidrio en la construcción y también lo clasifica según sus condiciones de diseño que se puede utilizar, además nos muestra las resistencias del mismo según su uso.

BASES TEÓRICAS

Teorías relacionadas al tema

El proyecto se realizó en base al estudio del potencial físico y mecánico de los bloques elaborados con concreto y con integración del vidrio molido, reemplazando una parte del árido fino. Para desarrollar este tema es necesario conocer los conceptos de concreto, mortero y bloques, sus componentes y propiedades, el vidrio y sus diversas características, entre otros puntos de vista

que se detallan a continuación.

Concreto

Es la mezcla del cemento, agregado fino y grueso, agua y eventualmente aditivos, con cantidades diseñadas, que cuando endurecen presentan propiedades químicas, físicas y mecánicas [11].

Agregados

Es un conjunto de partículas inertes, con forma granular de procedencia natural o artificial, que logran ser procesados o transformados, macizado con cemento y agua para formar un todo sólido, estos agregados son: agregado fino y agregado grueso, donde las dimensiones están determinadas en los índices de referencia de la normatividad peruana. Los agregados son parte del concreto los cuales proporciona, trabajabilidad, reducción en la retracción e influye en la durabilidad de los elementos [12].

Agregado fino

Se considera al material que logra pasar por el tamiz 3/8'' y quedando retenido por la malla N° 200, el más usado es la arena originada por la desintegración de la roca [12].

Tabla N°01. Porcentaje que pasa según la malla

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8''	100
N° 4	95 a 100
N° 8	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	5 a 30
N° 100	0 a 10
N° 200	0 a 3

Fuente: Norma NTP 400.037

Arena

Material reducido natural o artificialmente a partículas muy pequeñas que provienen de la desintegración de rocas.

Cuya función principal en la mezcla es llenar los vacíos que se generan dentro de la misma dejado por los más componentes

Agregado grueso

Es una sustancia retenida en la malla N° 4 y producida a partir de la descomposición de la roca, la cual se clasifica en piedra triturada, grava, confitillo entre otros [12].

Confitillo

Son partículas duras, portantes y duraderas. Además, por su forma y textura, ofrecen durabilidad del concreto. Deriva de disgregar los componentes pétreos [12].

Este material tiene una misión importante en la mezcla, la cual es aumentar el volumen y también contribuir con la resistencia.

Cemento Portland

El cemento hidráulico se produce por inyección de Clinker, es rico en silicato de calcio hidráulico y, a menudo, abarca sulfato de calcio y posiblemente piedra caliza a medida que aumenta durante la molienda [13].

Es un material indispensable en la construcción. Podemos decir que ningún trabajo sería posible sin su ayuda. Además, es el elemento activo mas importante en las mezclas tanto de concreto como de morteros.

Agua

Es un componente de los concretos y morteros que a través de ella el cemento sufre reflejos químicos que le confieren las propiedades de fraguar y endurecer conformando un solo bloque con los agregados.

Mortero

Es una mezcla de pasta y árido fino (arena), y eventualmente aditivos, que se emplea para adherir horizontal y verticalmente unidades en muros, también

se usa para revestimiento [14].

En general, el mortero forma parte de los materiales usados con mayor frecuencia en las construcciones debido a sus diferentes posibilidades de trabajo.

Granulometría

Es el procedimiento que puede ser mecánico o de forma manual, a través del cual se expresa la distribución de gránulo que son constituidas del mismo agregado, por los tamaños, eventualmente se realiza una distinción consistiendo en dar paso a una precisa cantidad del agregado por una serie de filtros estándares [15].

Dosificación

Es la acción de determinar una cantidad de un componente mediante una combinación, la cual nos brinda una mezcla adecuada.

Vidrio

Es un material compuesto principalmente por arena, pedernal o cuarzo de aspecto duro y comúnmente translúcido, no obstante, actúa como un sólido. Está formado por una combinación de óxidos metálicos, cuyo principal integrante es el óxido de silicio, denominado silicio (SiO_4) [3].

Propiedades y Características del vidrio

Este componente de forma química es inactivo e impenetrable a líquidos y gases. Sus características físicas y químicas difieren de los materiales que lo componen [3].

Algunas de sus características son las siguientes:

- ✓ Material sólido y duro.
- ✓ Transparente para la visibilidad de la luz.
- ✓ Frágil y fácilmente rompible.
- ✓ Material inerte y biológicamente inactivo.

- ✓ No se deteriora, corroe, resiste al desgaste.
- ✓ Es un material 100 % reciclable

Estas propiedades y características pueden ser modificadas y cambiadas al adherir otros componentes.

Aplicaciones en la construcción

El vidrio reciclado triturado se puede usar de varias formas, en la construcción también se usa como agregados para fabricar muchos materiales como pueden ser los adoquines, bloques con acabados estéticos muy relucientes, así como sustituto del árido para concretos y morteros. En esta aplicación final, es dar uso de componentes de alternativa distinta en la producción de concretos ya que es objeto de investigación por parte de varias instituciones educativas como universidades a nivel mundial, la disminución de la utilización de dichas materias primas no renovables mediante la creación de edificios reciclados con excelentes propiedades de resistencia y durabilidad.

Tipo de vidrio para el estudio

Para este estudio utilizaremos los envases de vidrio (botellas) de manera indiscriminada, que están fabricadas en vidrio sódico-cálcico, en la cual la sílice, la soda y la cal constituyen el 96% de su constitución.

Reacciones expansivas en el concreto

Cuando se incorpora un componente nuevo en las mezclas del concreto, en este caso el vidrio molido, cuya constitución principalmente es la sílice, permite examinar una posible respuesta producida, nombrada teóricamente como la reacción extendida álcali-silicato.

Reacciones químicas

Reacción Álcali-Agregado

La reactividad álcali agregado (RAA) es un fenómeno que ataca al concreto endurecido, esto ocurre cuando los componentes minerales se encuentran activos de algunos áridos reaccionan con los hidróxidos de álcali en el cemento produciéndose un gel alrededor de partículas gruesas haciendo que

el volumen aumente a medida que absorbe agua, lo que genera presión dentro del concreto y hace que la estructura se expanda, se agriete y se desintegre. Esta reacción se llama sílice alcalina [16].

Álcali-sílice

Esta es una reacción química que ocurre entre el cemento alcalino y la sílice reactiva presente en ciertos agregados, en este caso de estudio el vidrio, ya que en su composición se utiliza la sílice como se menciona en párrafos anteriores [16].

Agregado reciclado

El agregado reciclado se obtiene triturando botellas de vidrio desechadas de forma indiscriminada.

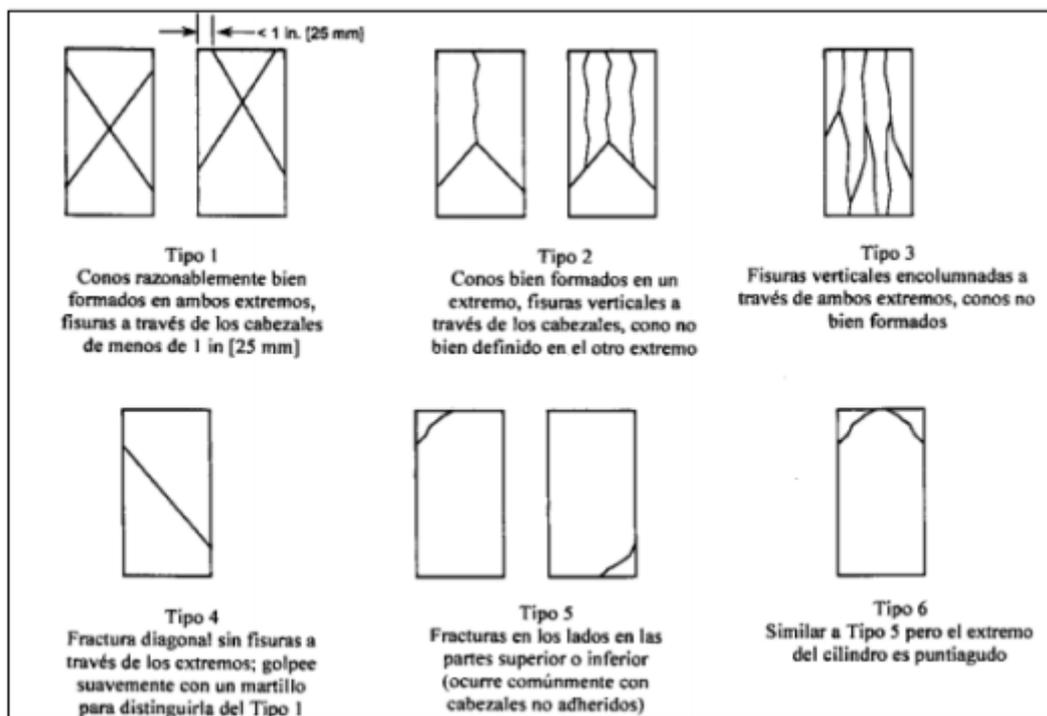
Resistencia a compresión de probetas

Tabla N°02. Tiempo máximo permitido para ensayos de probetas

EDAD	TOLERANCIA DE TIEMPO DE ENSAYO
24 horas	+ - 0.5 horas
3 días	2 horas
7 días	6 horas
28 días	20 horas

Fuente: Norma NTP 339.034

Figura N°01. Tipos de fallas que ocurren al ensayar probetas



Fuente: Norma NTP 339.034

Unidades de albañilería – Bloques de concreto

Un bloque se toma en referencia a la unidad que su tamaño y peso nos permite un adecuado manejo, éstas pueden ser de forma hondonada, resistente, tubular y son fabricados de forma artesanal o industrial [14].

Resistencia a la compresión

Esta es la capacidad de resistencia que la sección transversal del concreto puede alcanzar antes de fallar, además es la principal propiedad mecánica del concreto. Se expresa como esfuerzo generalmente en kg/cm², MPa [17].

Tabla N°03. Tipos de unidades según su uso

TABLA 1					
CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

- (1) Bloque usado en la construcción de muros portantes
 (2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Fuente: E.070 – Albañilería

Absorción

Es una dimensión de transferir agua, desde un ambiente exterior hacia el bloque, el agua ingresa a los poros de las partículas dentro de un tiempo específico, excluyendo la cantidad de agua que es incorporada en la superficie de las partículas [18].

Alabeo

Es un cambio en las dimensiones de la mampostería, es decir, provoca un incremento o reducción del espesor de las juntas de mortero, afectando su resistencia de su alcance en la mampostería, es más común en bloques contruidos artesanalmente con las unidades hechas en fábricas, encontramos superficies cóncavas y superficies convexas [19].

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio y nivel de investigación

Tipo de estudio

Se considera que la investigación será de tipo aplicada debido a que consiste fundamentalmente en analizar la adición de materiales para este caso de estudio el vidrio molido referido a los bloques de concreto para mejorar su característica mecánica como es la resistencia a compresión y sus características físicas, además esta investigación se proyecta a obtener una nueva concepción orientando a dar soluciones con el motivo de conocer la reacción de la sustitución parcial de los elementos que componen la elaboración de unidades de concreto.

Diseño de investigación

Esta investigación presenta un diseño experimental, cuyo objetivo fundamental es descubrir las consecuencias que produce el vidrio triturado como porcentaje de reemplazo en 20%, 30%, 40% del agregado fino. También observar la incidencia en las propiedades físicas y mecánicas del elemento en experimento, cuyo nombre de la unidad de albañilería es denominado como (Bloque de Concreto). El diseño a experimentar incluye variables independientes así mismo variables dependientes. También se emplean pruebas para analizar los procesos de la evolución del tratamiento experimental, ya que este plan de estudio permite analizar los resultados donde se indique si afectan o no las características ya antes mencionadas con la incorporación de vidrio molido en la mezcla.

Población, muestra de estudio y muestreo

Población

Conformada por bloques de concreto, donde encontramos muestras patrón y muestras con vidrio molido, sometidos a ensayos de laboratorio, considerando que la medida del bloque creado es de 12 x 20 x 40 cm. Con la finalidad de adquirir los óptimos estándares que den seguridad, para ello, se preparan y se hacen los ensayos correspondientes a los bloques para todas las muestras, la cuales ya están mencionadas, además, estos ensayos se harán para edades de 7, 14 y 28 días respectivamente. Esto nos permitirá conocer la influencia de cada uno de los

porcentajes de vidrio molido el cual se le incorporó al diseño de mezcla realizado para elaborar los bloques.

Está conformada por 136 especímenes de los cuales (34 unidades son bloques patrón, 34 unidades con 20 %, 34 unidades con 30 % y 34 unidades con 40 % de vidrio respectivamente).

Tabla N°04. Total, de bloques para el ensayo de resistencia a compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD DE ALBAÑILERÍA				Total bloques elaborados
Rotura de especímenes	07 días	14 días	28 días	
Patrón	3	3	3	9
Con 20 % de vidrio	3	3	3	9
Con 30 % de vidrio	3	3	3	9
Con 40 % de vidrio	3	3	3	9
Total bloques de rotura	12	12	12	36

Fuente: Propia del autor

Tabla N°05. Total, de bloques para el ensayo de absorción

ENSAYO DE ABSORCIÓN PARA BLOQUES DE CONCRETO	
<i>Ensayos</i>	<i>Cantidad</i>
Patrón	3
Con 20 % de vidrio	3
Con 30 % de vidrio	3
Con 40 % de vidrio	3
Total de muestras	12

Fuente: Propia del autor

Tabla N°06. Número de bloques para el ensayo de alabeo

ENSAYO DE ALABEO PARA BLOQUES DE CONCRETO	
<i>Ensayos</i>	<i>Cantidad</i>
Patrón	3
Con 20 % de vidrio	3
Con 30 % de vidrio	3
Con 40 % de vidrio	3
Total de muestras	12

Fuente: Propia del autor

Tabla N°07. Número de muestra para ensayo de variación dimensional

BLOQUES DE CONCRETO PARA EL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL	
<i>Ensayos</i>	<i>Unidades</i>
Patrón	3
Con 20 % de vidrio	3
Con 30 % de vidrio	3
Con 40 % de vidrio	3
Total de muestras	12

Fuente: Propia del autor

Tabla N°08. Total, unidades para ensayo de prismas

BLOQUES DE CONCRETO PARA ENSAYO DE PILAS	
<i>Ensayos</i>	<i>Unidades</i>
Patrón	6
Con 20 % de vidrio	6
Con 30 % de vidrio	6
Con 40 % de vidrio	6
Total de muestras	24

Fuente: Propia del autor

Tabla N°09. Total, unidades para ensayo de Muretes

BLOQUES DE CONCRETO PARA ENSAYO DE MURETES	
<i>Ensayos</i>	<i>Unidades</i>
Patrón	10
Con 20 % de vidrio	10
Con 30 % de vidrio	10
Con 40 % de vidrio	10
Total de muestras	40

Fuente: Propia del autor

Muestra

Esta corresponde a la representación de una cantidad de especímenes del mismo producto que se utilizará, ensayados a la misma edad para un análisis o experimentación, en este caso bloques de concreto con incorporación de vidrio molido es sustitución parcial del agregado fino y una muestra patrón para el estudio de dicha investigación.

Estas muestras fueron distribuidas equitativamente para los ensayos, donde:

Tabla N°10. Total, número de bloques para ensayos

1.- Bloques de concreto	34
2.- Bloques de concreto con 20 % de vidrio molido	34
3.- Bloques de concreto con 30 % de vidrio molido	34
4.- Bloques de concreto con 40 % de vidrio molido	34

Fuente: Propia del autor

La cantidad de bloques para cada ensayo se elaboró por lotes de 34 unidades cada lote, siendo un total de 136 las unidades que elaboraremos en este proyecto.

Operacionalización de variables

Variables

Variable independiente:

Incorporación de vidrio molido.

Variable dependiente:

Propiedades físico-mecánicas.

Tabla N°11. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDICIÓN	INSTRUMENTOS	
INDEPENDIENTE	Incorporación de vidrio molido	Dosificación en porcentaje (%) por reemplazo parcial del agregado fino	20% ---> En peso	(kg)	Balanza Calibrada
			30% ---> En peso	(kg)	
			40% ---> En peso	(kg)	
DEPENDIENTE	Propiedades fisico-mecánicas	PROPIEDAD MECÁNICA	Resistencia a Compresión	(kg/cm ²)	Ensayo de resistencia a la compresión NTP 399.605
		PROPIEDADES FÍSICAS	Granulometría	(mm)	Ensayo de Granulometría NTP 400.012
			Absorción	(%)	Ensayo de Absorción NTP 400.022
			Alabeo	(mm)	Ensayo de Alabeo NTP 399.613

Fuente: Propia del autor

Método y técnicas de recolección de datos

Para obtener un apropiado comportamiento tanto físico como mecánico a cada edad de ensayo especificado en el reglamento, tanto para una muestra patrón como para una muestra con incorporación de vidrio, se debe realizar los ensayos tanto al vidrio y a los agregados, además de debe realizar una correcta dosificación que se logra mediante el diseño de mezcla.

Tabla N°12. Técnicas de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	NORMATIVA
Definición y clasificación de agregados para uso en concreto y mortero	Criterios según norma	(NTP 400.011)
Contenido de humedad	Horno y bandejas	(NTP 339.185)
Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	Tamizado	(NTP 400.012)
Peso específico y absorción del agregado fino y grueso	Fiola, Horno y bandejas	(NTP 400.021) (NTP 400.022)
Ensayo de Alabeo	Regla granulométrica	(NTP 399.613)
Diseño de mezclas	Hojas excel	(NTP 334.051) (ACI 211)
Ensayo de resistencia a compresión en unidades de albañilería de concreto	Prensa hidráulica	(NTP 339.007)
Agua	Balde	(NTP 339.088)
Albañilería - Bloques	Molde	(NORMA E.070)

Fuente: Propia del autor

Estrategia metodológica para demostración de la hipótesis

Para demostrar lo dicho en la hipótesis se realizarán diferentes procesos y los siguientes pasos:

- ✓ Obtención de información de investigaciones con similar temática.
- ✓ Conceptualización de la información obtenida.
- ✓ Revisión de normas y reglamentos para ser aplicadas en la investigación.
- ✓ Determinar los ensayos a realizarse.
- ✓ Obtención de las muestras para realizarse los ensayos respectivos.
- ✓ Ensayos para verificar el comportamiento físico-mecánicas de los bloques de estudio con la incorporación de vidrio molido.
- ✓ Obtención de los datos dados a partir de los ensayos de laboratorio con la incorporación de vidrio molido con diferentes porcentajes (%).
- ✓ Comparación de los datos para todas las muestras de bloques experimentado.

Búsqueda, reciclaje y transformación de las botellas de vidrio

El inicio de este trabajo fue con la recolección de botellas de vidrio, donde este material se recolectó de forma indiscriminada siendo de todo tipo, tamaño, forma, y color. En la imagen siguiente se observan muestras de botellas recolectadas.

Figura N°02. Reciclaje de botellas de vidrio



Fuente: Propia del autor

Las botellas de vidrio recolectadas deberían estar completamente limpias, por lo que se tuvo que lavar cuidadosamente, también se les dejó secar para poder triturarlo.

Figura N°03. Lavado de botellas de vidrio



Fuente: Propia del autor

Para seguir con el procedimiento de la trituración de las botellas de vidrio, primero se hizo de una forma manual, con el propósito de reducir el volumen y poder meterlo a la máquina para el proceso de molienda final.

Figura N°04. Trituración manual



Fuente: Propia del autor

Después de este proceso se lleva el vidrio a la máquina de los ángeles donde será molido hasta lograr un tamaño de muestra semejante al de la arena gruesa. Para lograr este tamaño que cumpliera con las características ya mencionadas se hizo la

molienda con 12 esferas metálicas a 600 rpm.

Figura N°05. Trituración del vidrio con máquina de los ángeles



Fuente: Propia del autor

Ensayos de los agregados

Los agregados son muy importantes dentro de la mezcla de concreto, por lo cual se les hizo todos sus ensayos para verificar si cumplen con las características requeridas. En este caso tanto el agregado fino como el agregado grueso cumplieron con los parámetros necesarios para su utilización, lo cual permitió una correcta dosificación.

Cuarteo de los agregados

Se toman muestras representativas de los agregados, una muestra de agregado fino y una muestra de agregado grueso las cuales serán tendidos en el suelo donde lo dividiremos en cuatro partes iguales, luego se toman las partes opuestas volviéndolas a cuartear, esto se hace para obtener una mejor muestra representativa.

Figura N°06. Cuarteo de los agregados fino y grueso



Fuente: Propia del autor

Análisis granulométrico del agregado fino y grueso

Este ensayo se hace con la finalidad de verificar si los tamaños de los agregados están dentro de los parámetros, para la cual se toman muestras representativas las cuales pasarán por una serie de tamices que nos permitirán identificar su tamaño. Este proceso se realiza para cada uno de los agregados siguiendo los pasos mencionados en la norma técnica peruana.

Antes de realizar estos ensayos debemos conocer los siguientes términos.

Tamaño máximo: Es el menor tamiz por el cual pasa toda la muestra del agregado grueso.

Tamaño máximo nominal: Es el tamiz donde se produce el primer retenido.

Módulo de fineza: Es el grosor de las partículas del agregado fino, el cual se obtiene de la suma de los retenidos en los tamices.

Curva granulométrica: Es un gráfico donde podemos apreciar el comportamiento de los agregados y verificar si están dentro de los límites establecidos.

Husos granulométricos: Muestra los límites que deben tener los agregados, los cuales están normados.

Para este ensayo se utilizaron las siguientes herramientas:

Equipos	Instrumentos	Materiales
➤ Balanza electrónica	➤ Tamices	➤ Arena
➤ Horno	➤ Brocha	➤ Confitillo
	➤ Cucharones	➤ Vidrio
	➤ Tazones	

Procedimiento:

Para el agregado fino:

1. Colocar al horno la muestra de agregado fino durante 24 horas, para secarla completamente.
2. Colocamos los tamices de forma ordenada desde el fondo hasta el mayor tamiz a utilizar o requerido en este caso el tamiz N°4.
3. Se hecha la muestra obtenida en la malla N°4 para posteriormente mover en círculos y que a su vez pase las partículas por las mallas según su correspondiente tamaño hasta llegar al fondo, después, se debe pesar todo hasta el polvo que llega al fondo.
4. Posteriormente se realiza trabajo en gabinete para luego graficar en tablas y la curva granulométrica.

Figura N°07. Tamizado de la arena



Fuente: Propia del autor

Después de obtener todos los porcentajes de los retenidos acumulados calculamos el módulo de fineza del agregado fino en este caso arena, mediante la siguiente fórmula:

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ retenidos acumulados}}{100}$$

Para el agregado grueso:

Procedimiento:

1. Se pesan la muestra del material en este caso confitillo.
2. El procedimiento es el similar al realizado al agregado fino, con la variación de los tamices, además el agregado grueso en este caso confitillo contiene su peso húmedo. Los tamices usados son desde el tamiz de 3" hasta la malla N°4.

Figura N°08. Tamizado del confitillo



Fuente: Propia del autor

Para el vidrio:

En el caso del vidrio utilizado en esta investigación, se le hizo el ensayo granulométrico con la finalidad de tener partículas similares al de la arena gruesa, ya que será reemplazado parcialmente por dicho agregado, para esto se tuvo en cuenta los requisitos estipulados en la NTP sobre el agregado fino y se realizó el ensayo siguiendo los mismos pasos.

Figura N°09. Tamizado del vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Contenido de humedad de los agregados fino y grueso

Este ensayo nos permite conocer la cantidad de agua que contiene los agregados de forma natural.

En este ensayo se utilizaron las siguientes herramientas:

Equipos

- Balanza electrónica
- Horno eléctrico

Instrumentos

- Tazones metálicos

Materiales

- Arena
- Confitillo

Procedimiento:

Para los agregado fino y grueso:

1. Pesamos el recipiente en el cual vamos a colocar la muestra.
2. Luego de tarar el recipiente, se procede a pesar el material.
3. Después de realizar los pasos ya mencionados, obtendremos el peso real de la muestra la cual colocaremos al horno a una temperatura estable de 110°C durante 24 horas.
4. Posteriormente retiramos la muestra después que haya pasado 24 h en el horno y se deja enfriar un tiempo prudente.

5. Luego de haber esperado a que la muestra enfríe, se procede a pesarlo donde obtendremos un nuevo peso para los cálculos a realizar.

Figura N°10. Colocación de las muestras en el horno



Fuente: Propia del autor

Después de haber realizado todos los procedimientos, finalmente calculamos el porcentaje de humedad que contiene dichas muestras con la fórmula:

$$H (\%) = 100 \times (W_h - W_S) / W_S$$

Donde

Wh: Peso del agregado en condición húmeda (g)

WS: Peso del agregado en condición seca (g)

H: Contenido de humedad (%)

Peso específico y absorción del agregado fino

Peso específico - Arena

Este ensayo nos permitirá conocer el peso que tienen las partículas en un determinado volumen de muestra.

Para lo cual utilizaremos las siguientes herramientas como:

Equipos	Instrumentos	Materiales
➤ Balanza electrónica	➤ Cesta metálica	➤ Arena
➤ Horno eléctrico	➤ Cono metálico y pilón	➤ Confitillo
➤ Cocina eléctrica	➤ Matraz	➤ Agua
➤ Fiola	➤ Franela	

Procedimiento:

Para el agregado fino - Arena:

1. Se satura una muestra aproximada de 1.5 kg por 24 horas.
2. Después de que la muestra haya permanecido 24 horas saturada, se procede a secar superficialmente al aire libre.
3. Una vez secada al aire superficialmente, se procede a pasar por el tamiz #4.
4. Luego de que la muestra haya pasado por el tamiz #4 se pesa 500g para poner a la fiola.
5. Después de pesar la muestra, procedemos a pesar la fiola y empezamos a llenar la muestra a la fiola.
6. Una vez introducida la muestra en la fiola, se agrega agua y se empieza a mover para sacar el aire atrapado en la mezcla
7. Una vez terminado ese procedimiento, se deja reposar 24h y anotamos el peso total de la fiola + agua + muestra.
8. Después, colocamos el material en un recipiente, el cual se debe tomar su peso antes de colocar la muestra.
9. Ya depositada la muestra en el recipiente, se lleva al horno y se deja 24h para

obtener su peso seco.

Después de haber completados todos los pasos, se procede a calcular el peso específico donde se utilizó la fórmula:

$$PE = \frac{Ws}{W_{sss} - Wv}$$

Donde:

P.E: Peso específico de masa del agregado

Ws: Peso de la muestra en estado seco

W_{sss}: Peso de la muestra en estado saturado superficialmente seco

W_v: Peso del volumen de agua del frasco

También se calcula el peso del volumen del agua para la muestra en condición de: saturado superficialmente seco, mediante la siguiente fórmula.

$$Wv = Wt - (Wm + W_{sss})$$

Donde:

W_v: Peso del agua del frasco

W_t: Peso de la fiola + muestra + agua

W_{sss}: Peso de la muestra en esta superficialmente seca

W_m: Peso del matraz

Figura N°11. Ensayo de la muestra el cono de absorción



Fuente: Propia del autor

En este ensayo se observó que el montículo sufrió caídas por los costados, por lo que se puede decir que la muestra se encuentra en un estado saturado superficialmente seco (S.S.S).

Grado de absorción - Arena

Utilizaremos los datos obtenidos del ensayo ya realizado para peso específico, los cuales lo calculamos a través de la siguiente fórmula.

$$A(\%) = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s}$$

Donde:

A: grado de absorción

W_{sss}: Peso en estado saturado superficialmente seco

W_s: Peso de la muestra seca el horno.

Figura N°12. Grado de absorción de la arena



Fuente: Propia del autor

Peso específico y absorción del agregado grueso

Peso específico - Agregado grueso

Procedimiento:

1. Se toma una muestra del agregado grueso en este caso confitillo y se sumerge en agua durante 24 horas para saturarlo.
2. Luego de retirar la muestra del recipiente, procedemos a secar el agua con una franela de manera superficial, logrando así obtener una muestra seca superficialmente, finalmente pesamos el material y descontamos el peso de la tara del recipiente que lo contiene.
3. Después colocamos la muestra en la canastilla metálica para poder calcular el peso sumergido en agua, se recomienda que el agua debe mantener una temperatura entre 21°C y 25°C aproximadamente.
4. Luego procedemos a colocar la muestra en el horno, también es necesario mantener a una temperatura de 110°C durante 24 horas.
5. Después de retirar la muestra del horno se deja enfriar por unos minutos.
6. Finalmente se pesa la muestra para reemplazar en la fórmula y obtener su peso específico.

Figura N°13. Ensayo de peso específico del confitillo



Fuente: Propia del autor

Los resultados se obtienen a través de la siguiente fórmula.

$$PE = \frac{W_s}{W_{sss} - W_{sa}}$$

Donde:

P.E: Peso específico de masa del agregado

W_s: Peso de la muestra en estado seco

W_{sss}: Peso de la muestra en estado saturado superficialmente seco

W_{sa}: Peso de la muestra sumergido en agua

Grado de absorción – Agregado grueso

Utilizaremos los datos obtenidos del ensayo ya realizado para peso específico, los cuales lo calculamos a través de la fórmula.

$$A(\%) = \frac{W_{sss} - W_s}{W_s}$$

Donde:

A: grado de absorción

W_{sss}: Peso en estado saturado superficialmente seco

W_s: Peso de la muestra seca el horno

Peso Unitario del agregado fino y grueso

Este ensayo se realiza para determinar la relación existente entre el peso de la muestra y el volumen del molde que lo contiene, además para este ensayo la norma nos establece dos tipos de pesos:

- *Peso unitario suelto*

- *Peso unitario compactado*

Peso Unitario Suelto

Para este ensayo se utilizaron las siguientes herramientas:

Equipos	Instrumentos	Materiales
➤ Balanza electrónica	➤ Molde metálico	➤ Arena
➤ Horno eléctrico	➤ Barra compactadora	➤ Confitillo
➤ Estufa	➤ Martillo de goma	
	➤ Cucharón	
	➤ Brocha	

Procedimiento:

1. Calculamos el peso del molde en condición vacía, esto se hace con la finalidad utilizar estos valores en los próximos cálculos, también se tiene en cuenta que este peso no siempre es el mismo para todos los moldes.
2. Llenamos el molde hasta dejar una pequeña corona para poder enrasar con la varilla.
3. Una vez quitado el agregado que sobrepasa el molde mediante la enrasada con la varilla, el agregado debe quedar nivelado completamente con el molde.
4. Después de este proceso se procede a quitar cualquier material que haya quedado fuera del molde o en los costados, esto se hace con el fin de no alterar al peso al momento de pesar la muestra.
5. Finalmente procedemos a pesar la muestra del agregado más el molde.

Figura N°14. Ensayo del peso unitario suelto de la arena y confitillo



Fuente: Propia del autor

Para el cálculo del peso unitario suelto realizado a los agregados mediante los ensayos, los resultados obtenidos se calcularon a través de la fórmula:

$$PUSH = WS/ VR$$

Donde:

WS: Peso del agregado suelto (kg)

VR: Volumen de recipiente (m³)

$$PUSS = \text{Peso Unitario Suelto Seco} = \frac{PUSH}{1 - \frac{\%H}{100}}$$

Peso Unitario Compactado

1. Se llena la tercera parte del molde, donde se golpeará 25 veces con la varilla metálica, teniendo en cuenta que no se debe golpear la base del molde, seguidamente se le proporciona 15 golpes con el martillo de goma alrededor del recipiente.
2. Después llenamos las dos terceras partes. Y hacemos lo mismo que el anterior.
3. A continuación, se llena completamente el molde y seguimos el mismo procedimiento que los pasos anteriores.

4. Por último se enrasa el molde con la varilla metálica y procedemos a pesar el molde y la muestra de agregado.
5. Además de debe tener en cuenta que los resultados no deben diferir en más de 1%.

Para el cálculo del peso unitario compactado realizado a los agregados mediante los ensayos, los resultados obtenidos se calcularon a través de la fórmula:

$$\text{PUSH} = \text{WC} / \text{VR}$$

Donde

WC: Peso del agregado compactado (kg)

VR: Volumen de recipiente (m3)

$$PUCS = \text{Peso Unitario Compactado Seco} = \frac{PUCH}{1 - \frac{\%H}{100}}$$

DISEÑO DE MEZCLA – CONCRETO F´C=50 Kg/cm2

Asentamiento del concreto – (slump)

Para este ensayo se utilizaron los siguientes instrumentos:

Equipos	Instrumentos	Materiales
➤ Balanza electrónica	➤ Cono de Abrams	➤ Cemento
➤ Trompo	➤ Varilla lisa	➤ Arena
	➤ Wincha	➤ Confitillo
	➤ Cucharón	➤ Agua
	➤ Bandeja metálica	➤ Vidrio

Procedimiento:

1. Comenzamos a elaborar la mezcla de concreto.

2. Colocamos los instrumentos a utilizar en el piso completamente húmedos, con la finalidad de que el concreto no se adhiera en sus paredes o superficie.
3. Procedemos a llenar la tercera parte del cono, se debe tener mucho cuidado para no generar demasiado desperdicio.
4. Se empieza a compactar la primera capa del cono dándole 25 golpes con la varilla lisa metálica de 5/8''.
5. Luego llenamos la siguiente capa y repetimos el procedimiento anterior.
6. Después llenamos la capa final del cono, realizamos el procedimiento mencionado y al material sobrante lo enrazamos hasta dejar nivelado el concreto con el cono, esto con la finalidad de mantener una superficie homogénea para luego medirla.
7. Posteriormente de haber realizado estos pasos, se procede a levantar el cono, este movimiento se debe hacer con mucha precisión ya que no se debe hacer movimientos bruscos que pueden dañar la mezcla.
8. Finalmente, una vez retirado el cono se coloca a su costado de manera invertida y se procede a medir con la wincha o regla al centro del montículo, donde se obtiene el asentamiento.

Figura N°15. Asentamiento del concreto



Fuente: Propia del autor

Probetas cilíndricas

Elaboración:

Se elaboraron probetas cilíndricas con el diseño de mezcla de concreto patrón que tiene un $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$ con la finalidad de evaluar si la mezcla cumple los parámetros y poder elaborar los bloques.

Para llevar a cabo estas probetas se utilizó lo siguiente:

Instrumentos

- Moldes metálicos
- Varilla lisa
- Cucharón
- Martillo de goma

Procedimiento:

1. Se coloca los moldes en un área que sea propicia para la realización de estos especímenes.
2. Se limpia todos los moldes y se les pasa aceite o algún aditivo que le permita estar húmedo y no se adhiera el concreto al momento de su desencofrado.
3. Para las herramientas que se van a utilizar se recomienda humedecerlas antes de realizar el ensayo.
4. Las probetas se llenarán en tres capas, donde a cada capa se le compactará 25 veces con la varilla lisa, además se le golpeará 15 veces en cada capa con el martillo de goma.
5. Finalmente, después de completar la última capa se procede enrazar, esto se puede hacer con una plancha metálica para lograr un mejor acabado, además se limpia de todo el concreto que se haya desperdiciado, también se recomienda colocar la descripción a cada elemento, con la finalidad de mantener el control y día de elaboración de cada probeta.

Figura N°16. Elaboración de probetas



Fuente: Propia del autor

Curado:

6. Después de realizar el vaciado de las probetas, se deja fraguar durante 24 horas.
7. Luego procedemos a desencofrar las probetas elaboradas.
8. Se sumergen completamente en agua durante los días que demoren en realizar los ensayos de rotura.
9. Para este proyecto se hicieron ensayos a los 3, 7, 14 y 28 días respectivamente.

Figura N°17. Desencofrado y curado de probetas



Fuente: Propia del autor

Ensayo de resistencia a compresión de las probetas

Equipo

- Máquina de ensayo a compresión

Procedimiento:

1. Para este ensayo se debe extraer la probeta sumergida en agua y se debe secar al sol unos minutos.
2. Las probetas se deben ensayar según los días establecidos en las normas, además se debe respetar los tiempos de tolerancias para no afectar a los resultados
3. Llevar el espécimen a la maquina y colocarlo para recibir la carga, cabe mencionar que debe estar centrado para recibir de manera homogénea la carga.
4. Una vez colocado la probeta en la máquina, se le proporciona la carga la cual ira aumentando lentamente hasta romper la probeta.
5. Por último, después que el espécimen falle, se debe verificar el tipo de falla, tomar foto y anotar la carga ultima que resistió hasta fallar.

Figura N°18. Ensayo de resistencia a la compresión de probetas



Fuente: Propia del autor

Para este ensayo se utilizó 8 muestras, las cuales fueron ensayadas con muestras por cada día de ensayo: a) 3 días, b) 7 días, c) 14 días y d) 28 días, donde se determinará si el diseño utilizado cumple con lo esperado.

Para obtener la resistencia a compresión se calculó de la siguiente manera:

$$R = \frac{P}{A}$$

Donde:

R: resistencia a compresión (kg/cm²)

P: carga máxima aplicada (kg)

A: Área del espécimen sometida a la carga (cm²)

FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES DE ESTUDIO, CONCRETO F'C = 50 KG/CM2

La fabricación de bloques se realizó en el mismo día, con la dosificación para cada diseño ya que se le tenía que incorporar el vidrio molido en reemplazo de la arena, también por cada tanda se realizaron 32 bloques, siendo en total 128 unidades, cabe mencionar que se hizo el mismo proceso de elaboración para todas las mezclas.

Para este ensayo utilizaremos los siguientes implementos:

Equipos	Herramientas	Materiales
➤ Máquina bloquera	➤ Carretilla	➤ Cemento
➤ Balanza electrónica	➤ Palana	➤ Arena
	➤ Baldes	➤ Confitillo
	➤ Plancha metálica	➤ Agua
		➤ Vidrio

Fabricación de los bloques de concreto patrón

Para poder fabricar de los bloques se contó con un área amplia y de buenas condiciones, es decir sin malezas o escombros que interfieran en dicha elaboración, además las dosificaciones se obtuvieron del diseño de mezcla, cabe mencionar que se elaboraron 32 unidades por cada lote para realizar todos los ensayos necesarios.

Figura N°19. Colocación de máquina para fabricación de bloques de diseño patrón



Fuente: Propia del autor

Este proceso se hace repetidamente ya que la máquina elabora 4 unidades, este proceso consiste en colocar la mezcla dentro de la máquina la cual lo vibra y lo compacta por un minuto aproximadamente y luego lo desencofra y se retira de la zona para poder elaborar más unidades.

Figura N°20. Mezclado, fabricación y curado de bloques de diseño patrón



Fuente: Propia del autor

Después de haberlos dejado secar a los bloques, se le traslada a un área adecuada donde recibirán el curado necesario antes de ser ensayados, este curado se hizo de forma manual un aproximado de tres veces por día, después se les marcó y se hizo el refrentado.

Figura N°21. Refrentado de los bloques de diseño patrón



Fuente: Propia del autor

El refrentado se hace mínimo 2 días antes de ser ensayada la unidad, con el fin de que se adhiera a las caras del bloque. El refrentado se puede hacer con pasta de agua y yeso, este proceso también ayuda a dar un mejor acabado a las caras del bloque, permitiendo la distribución homogénea de la fuerza aplicada para su rotura.

Figura N°22. Ensayo de resistencia a compresión de los bloques patrón



Fuente: Propia del autor

Este ensayo se realizó a los 7, 14 y 28 días respectivamente, por cada ensayo se rompieron 3 unidades de las cuales se le saca un promedio para analizar su resistencia y compararla con la norma, verificando si cumplen su capacidad de resistencia a compresión requerida.

Fabricación de los bloques de concreto con 20 % de vidrio molido

En la fabricación de los bloques se contó con un área óptima, es decir sin malezas o escombros que interfieran en dicha elaboración, además las dosificaciones se

obtuvieron del diseño de mezcla, para estos bloques se le reemplazó el 20% de la arena por vidrio molido, al igual que el diseño anterior también se elaboraron 32 unidades por cada lote.

Figura N°23. Mezclado, elaboración y curado de bloques con 20% de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Después de haberlos dejado secar a los bloques, se le traslada a un área adecuada donde recibirán el curado necesario antes de ser ensayados, este curado se hizo de forma manual un aproximado de tres veces por día, después se les marcó y se hizo el refrentado.

Figura N°24. Refrentado de los bloques con 20 % de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

El refrentado se hace mínimo 2 días antes de ser ensayada la unidad, con el fin de que se adhiera a las caras del bloque. El refrentado se puede hacer con pasta de agua y yeso, este proceso nos permitirá obtener un área con mejor acabado, permitiendo que la fuerza aplicada a la unidad se distribuya de manera uniforme en toda la sección.

Figura N°25. Ensayo a compresión de bloques con 20 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Este ensayo se realizó a los 7, 14 y 28 días respectivamente, por cada ensayo se rompieron 3 unidades de las cuales se le saca un promedio para analizar su resistencia y compararla con la norma, verificando si cumplen su capacidad de resistencia a compresión requerida.

Fabricación de los bloques de concreto con 30 % de vidrio molido

Para la fabricación de los bloques se contó con un área limpia, es decir sin malezas

o escombros que interfieran en dicha elaboración, además las dosificaciones se obtuvieron del diseño de mezcla, para estos bloques se le reemplazó el 30% de la arena por vidrio molido, del mismo modo que los diseños anteriores también se elaboraron 32 unidades por cada lote.

Figura N°26. Mezclado, elaboración y curado de bloques con 30 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Después de haberlos dejado secar a los bloques, se le traslada a un área adecuada donde recibirán el curado necesario antes de ser ensayados, además este curado se realizó de forma manual un aproximado de tres veces por día, después se les marcó y se hizo el refrentado.

Figura N°27. Refrentado de los bloques de concreto con 30 % de vidrio



Fuente: Propia del autor

El refrentado se hace mínimo 2 días antes de ser ensayada la unidad, con el fin de que se adhiera a las caras del bloque. El refrentado se puede hacer con pasta de agua y yeso, este proceso nos permitirá obtener un área con mejor acabado, permitiendo que la fuerza aplicada a la unidad se distribuya de manera uniforme en toda la sección.

Figura N°28. Ensayo a compresión de bloques con 30 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Este ensayo se realizó a los 7, 14 y 28 días respectivamente, por cada ensayo se rompieron 3 unidades de las cuales se le saca un promedio para analizar su resistencia y compararla con la norma, verificando si cumplen su capacidad de resistencia requerida.

Fabricación de los bloques de concreto con 40 % de vidrio molido

En la fabricación de los bloques se contó con un área en buenas condiciones, es

decir sin malezas o escombros que interfieran en dicha elaboración, además las dosificaciones se obtuvieron del diseño de mezcla, para estos bloques se le reemplazó el 40% de la arena por vidrio molido, del mismo modo que los diseños anteriores también se elaboraron 32 unidades por cada lote para sus respectivos ensayos.

Figura N°29. Mezclado, elaboración y curado de bloques con 40 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Después de su elaboración y de haberlos dejado secar, se le traslada a los bloques a un área adecuada donde recibirán el curado necesario antes de ser ensayados, además este curado se realizó de forma manual un aproximado de tres veces por día, después se les marcó y se hizo el refrentado.

Figura N°30. Refrentado de los bloques con 40 % de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

El refrentado se hace mínimo 2 días antes de ser ensayada la unidad, con el fin de que se adhiera a las caras del bloque. El refrentado se puede hacer con pasta de agua y yeso, este proceso nos permitirá obtener un área con mejor acabado, permitiendo que la fuerza aplicada a la unidad se distribuya de manera uniforme en toda la sección.

Figura N°31. Ensayo a compresión de bloques con 40 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Este ensayo se realizó a los 7, 14 y 28 días respectivamente, por cada ensayo se rompieron 3 unidades de las cuales se le saca un promedio para analizar su resistencia y compararla con la norma, verificando si cumplen su capacidad de resistencia requerida.

ENSAYOS FÍSICOS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO

Estos ensayos nos permitirán conocer sus propiedades físicas de los bloques, además podemos verificar si están dentro de los parámetros establecidos en las diferentes normas.

Ensayo de Absorción

Este ensayo se realiza para verificar la capacidad de agua que retiene cada unidad, cabe mencionar que el acabado de la unidad influye mucho en este ensayo, ya que mientras más poroso es el bloque, mayor será su retención de agua.

Para este ensayo se utilizamos los siguientes implementos:

Equipos	Materiales
➤ Balanza electrónica	➤ Agua
➤ Horno eléctrico	➤ Franela
	➤ Bloques de concreto, 3 unidades por cada diseño

Ensayo de absorción de los bloques de concreto patrón

Figura N°32. Condición humedad de los bloques patrón





Fuente: Propia del autor

Cada ensayo se realizó con tres unidades, las cuales fueron sumergidas en agua durante 24 horas, después de este tiempo se retiró y se dejó secar por un periodo de 5 minutos aproximadamente, también se puede secar con la ayuda de una franela, seguidamente se pesa para obtener su peso saturado y se va anotando en la hoja de cálculo.

Figura N°33. Condición seca de los bloques patrón



Fuente: Propia del autor

Luego del proceso anterior, procedemos a colocar al horno durante 24 horas, se recomienda que la temperatura sea constante a 110°C, después de este periodo se retira el espécimen y se obtiene el peso seco y se va anotando los datos obtenidos.

- Con estos datos obtendremos la capacidad de absorción que tiene cada unidad y por consiguiente cada lote de fabricación.

Ensayo de absorción de los bloques de concreto con 20 % de vidrio molido

Figura N°34. Condiciones húmedas de los bloques con 20 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Cada ensayo se realizó con tres unidades, las cuales fueron sumergidas en agua durante 24 horas, después de este tiempo se retiró y se dejó secar por un periodo de 5 minutos aproximadamente, también se puede secar con la ayuda de una franela, seguidamente se pesa para obtener su peso saturado y se va anotando en la hoja de cálculo.

Figura N°35. Condiciones secas de los bloques con 20 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Luego del proceso anterior, procedemos a colocar al horno durante 24 horas, se recomienda que la temperatura sea constante a 110°C, después de este periodo se retira el espécimen y se obtiene el peso seco y se va anotando los datos.

- Con estos datos obtendremos la capacidad de absorción que tiene cada unidad y por consiguiente cada lote de fabricación.

Ensayo de absorción de los bloques de concreto con 30 % de vidrio molido

Figura N°36. Condiciones húmedas de los bloques con 30 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Cada ensayo se realizó con tres unidades, las cuales fueron sumergidas en agua durante 24 horas, después de este tiempo se retiró y se dejó secar por un periodo de 5 minutos aproximadamente, también se puede secar con la ayuda de una franela, seguidamente se pesa para obtener su peso saturado y se va anotando en la hoja de cálculo.

Figura N°37. Condiciones secas de los bloques con 30 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Luego del proceso anterior, procedemos a colocar al horno durante 24 horas, se recomienda que la temperatura sea constante a 110°C, después de este periodo se retira el espécimen y se obtiene el peso seco y se va anotando los datos obtenidos.

- Con estos datos obtendremos la capacidad de absorción que tiene cada unidad y por consiguiente cada lote de fabricación.

Ensayo de absorción de los bloques de concreto con 40 % de vidrio molido

Figura N°38. Condiciones húmedas de los bloques con 40 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Cada ensayo se realizó con tres unidades, las cuales fueron sumergidas en agua durante 24 horas, después de este tiempo se retiró y se dejó secar por un periodo de 5 minutos aproximadamente, también se puede secar con la ayuda de una franela, seguidamente se pesa para obtener su peso saturado y se va anotando en la hoja de cálculo.

Figura N°39. Condiciones secas de los bloques con 40 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Luego del proceso anterior, procedemos a colocar al horno durante 24 horas, se recomienda que la temperatura sea constante a 110°C, después de este periodo se retira el espécimen y se obtiene el peso seco y se va anotando los datos obtenidos.

- Con estos datos obtendremos la capacidad de absorción que tiene cada unidad y por consiguiente cada lote de fabricación.

Ensayo de Alabeo

Este ensayo se realizó con el objeto de saber las condiciones de las unidades de estudio, verificando su concavidad y convexidad, también este ensayo nos permitirá conocer el espesor de junta que se necesitará para unir estos bloques.

Para este ensayo se utilizaremos los siguientes implementos:

Equipos

- Regla metálica graduada
- Vernier

Materiales

- Bloques de concreto, 3 unidades por cada diseño

Este ensayo se realiza en las caras donde se asienta el bloque, para ello colocamos una regla de manera diagonal, luego con la ayuda del vernier identificamos la parte más deformada para el caso de la concavidad, y para la convexidad verificamos que la regla esté asentada de forma homogénea en ambos extremos, caso contrario procedemos a medir con el vernier la deformación de cada punto extremo, cabe mencionar que este proceso se realizó en todas las caras de asentamiento del bloque, luego se anotan los datos obtenidos para poder procesarlos y verificar si las deformaciones de las unidades no pasan los límites.

➤ *Este proceso se realizó de la misma manera para todos los bloques en estudio.*

Alabeo de bloques de concreto patrón

Figura N°40. Ensayo de alabeo de los bloques patrón



Fuente: Propia del autor

Alabeo de bloques de concreto con 20 % de vidrio molido

Figura N°41. Ensayo de alabeo de los bloques con 20% vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Alabeo de bloques de concreto con 30 % de vidrio molido

Figura N°42. Ensayo de alabeo de los bloques con 30 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Alabeo de bloques de concreto con 40 % de vidrio molido

Figura N°43. Ensayo de alabeo de los bloques con 40% de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Ensayo de Variación dimensional

Este ensayo se realiza con la finalidad de comparar las dimensiones a los bloques fabricados con las dimensiones obtenidas.

Para este ensayo se utilizaremos los siguientes implementos:

Equipos

- Regla metálica graduada

Materiales

- Bloques de concreto, 3 unidades por cada diseño

Variación dimensional de bloques de concreto patrón

Figura N°44. Ensayo de variación dimensional de bloques de concreto patrón



Fuente: Propia del autor

Para llevar a cabo este ensayo se utilizó 3 bloques de concreto en representación del lote fabricado, luego con la regla metálica graduada se midió su largo, ancho y altura con la finalidad de obtener medidas más exactas. Después de este proceso se anotaron todos los datos obtenidos los cuales fueron llevados a las hojas de cálculo para su reporte final.

Variación dimensional de bloques de concreto con 20 % de vidrio molido

Figura N°45. Ensayo de variación dimensional de bloques de concreto con 20 % de vidrio molido

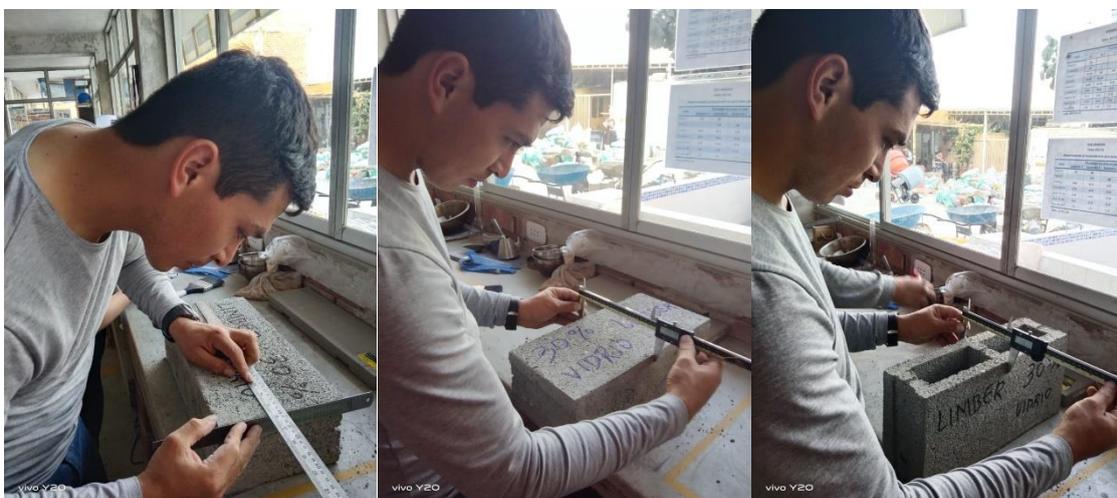


Fuente: Propia del autor

Para llevar a cabo este ensayo se utilizó 3 bloques de concreto en representación del lote fabricado, luego con la regla metálica graduada se midió su largo, ancho y altura con la finalidad de obtener medidas más exactas. Después de este proceso se anotaron todos los datos obtenidos los cuales fueron llevados a las hojas de cálculo para su reporte final.

Variación dimensional de bloques de concreto con 30 % de vidrio molido

Figura N°46. Ensayo de variación dimensional de bloques de concreto con 30 % de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Para llevar a cabo este ensayo se utilizó 3 bloques de concreto en representación del lote fabricado, luego con la regla metálica graduada se midió su largo, ancho y altura con la finalidad de obtener medidas más exactas. Después de este proceso se anotaron todos los datos obtenidos los cuales fueron llevados a las hojas de cálculo para su reporte final.

Variación dimensional de bloques de concreto con 40 % de vidrio molido

Figura N°47. Ensayo de variación dimensional de bloques de concreto con 40 % de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Para llevar a cabo este ensayo se utilizó 3 bloques de concreto en representación del lote fabricado, luego con la regla metálica graduada se midió su largo, ancho y altura con la finalidad de obtener medidas más exactas. Después de este proceso se anotaron todos los datos obtenidos los cuales fueron llevados a las hojas de cálculo para su reporte final.

FABRICACIÓN Y ENSAYOS DE PILAS

Para fabricar estos elementos de mampostería se utilizó la norma técnica peruana, donde nos indica el correcto procedimiento a seguir para obtener muestras de buena calidad para poder realizar los ensayos.

También, se tuvo en cuenta la dosificación que nos recomienda la norma que es de una relación 1:4 de cemento y arena, además esta norma nos establece que los ensayos se deben realizar a los 21 días después de su elaboración.

Por otra parte, dicha elaboración de pilas fue de dos muestras por cada diseño de mezcla, es decir 2 pilas para los bloques patrón y 2 pilas para los bloques con 20%, 30% y 40% de vidrio molido.

Utilizaremos los siguientes implementos:

Equipos	Herramientas	Materiales
➤ Máquina a compresión	➤ Nivel de mano	➤ Cemento
	➤ Plancha de acero	➤ Arena
	➤ Palana	➤ Agua
	➤ Plástico	➤ Bloques, muestras (patrón, 20%, 30% y 40%)
	➤ Bandeja metálica	

Elaboración de pilas, proceso para todas las muestras

Para la elaboración de las pilas se buscó el área adecuada que nos permita trabajar con facilidad, cada pila se elaboró con 2 bloques, los cuales fueron asentados uno sobre otro en un área nivelada con una junta horizontal de 1.5 cm, además se tuvo en cuenta su nivelación para el cual se utilizó el nivel de mano, esto nos permitirá en el momento de la rotura no haya imperfecciones en las pilas, es decir que estén desniveladas y la carga no se distribuya de manera homogénea en el área de contacto.

- Este proceso se realizó para la elaboración de todas las pilas, es decir para pilas elaboradas con bloques de concreto patrón y pilas elaboradas con bloques de concreto con porcentaje de vidrio que son en 20%, 30% y 40% respectivamente.

Figura N°48. Elaboración de pilas, proceso para todas las muestras



Fuente: Propia del autor

Se puede apreciar que se está realizando la verificación de la nivelación de las pilas, esto se hace en ambos sentidos es decir en la parte horizontal y vertical de la pila, cabe mencionar que todas las pilas fueron elaboradas el mismo día.

Figura N°49. Secado de las pilas, proceso para todas las muestras



Fuente: Propia del autor

Después de la elaboración, se las deja secar por un periodo de 21 días, con la finalidad de que el mortero se adhiera correctamente con las caras del bloque. También se recomienda si en caso haya lluvia protegerlas con plástico u otro material para no afectar el proceso de secado de las mismas.

Ensayo a compresión axial de pilas elaboradas con bloques de concreto patrón

Figura N°50. Ensayo a compresión axial de pilas patrón



Fuente: Propia del autor

Con este ensayo verificamos la capacidad que tiene la pila para ser utilizado en la mampostería, para la cual se le aplica una carga hasta que la pila presente su falla, por último, se anota los datos que nos arroja la máquina para ser procesados en la hoja de cálculo y verificar si dicha pila cumple con la resistencia requerida para su utilidad.

Figura N°51. Falla de pilas patrón



Fuente: Propia del autor

En este caso las pilas elaboradas con bloques de concreto patrón presentaron a) fisuras verticales y b) un leve aplastamiento en la parte superior de la cara en contacto con la carga y una fisura vertical que atraviesa las dos caras del bloque junto con el mortero.

Ensayo a compresión axial de pilas elaboradas con bloques de concreto con 20 % de vidrio molido

Figura N°52. Ensayo a compresión axial de pilas con 20 % de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Con este ensayo verificamos la capacidad que tiene la pila para ser utilizado en la mampostería, para la cual se le aplica una carga hasta que la pila presente su falla, por último, se anota los datos que nos arroja la máquina para ser procesados en la hoja de cálculo y verificar si dicha pila cumple con la resistencia requerida para su utilidad.

Figura N°53. Falla de pilas con 20 % de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

En este caso las pilas elaboradas con bloques de concreto con 20% de vidrio molido presentaron, a) un leve aplastamiento en la parte superior de la cara en contacto con la carga y b) presenta una grieta vertical que atraviesa las dos caras del bloque junto con el mortero de asentado.

Ensayo a compresión axial de pilas elaboradas con bloques de concreto con 30 % de vidrio molido

Figura N°54. Ensayo a compresión axial de pilas con 30 % de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Con este ensayo verificamos la capacidad que tiene la pila para ser utilizado en la mampostería, para la cual se le aplica una carga hasta que la pila presente su falla, por último, se anota los datos que nos arroja la máquina para ser procesados en la hoja de cálculo y verificar si dicha pila cumple con la resistencia requerida para su utilidad.

Figura N°55. Falla de pilas con 30 % de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

En este caso las pilas elaboradas con bloques de concreto con 30% de vidrio molido presentaron, a) un leve aplastamiento en la parte superior central de la cara en contacto con la carga y b) presenta una grieta vertical que atraviesa las dos caras del bloque junto con el mortero de asentado.

Ensayo a compresión axial de pilas elaboradas con bloques de concreto con 40 % de vidrio molido

Figura N°56. Ensayo a compresión axial de pilas con 40 % de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Con este ensayo verificamos la capacidad que tiene la pila para ser utilizado en la mampostería, para la cual se le aplica una carga hasta que la pila presente su falla, por último, se anota los datos que nos arroja la máquina para ser procesados en la hoja de cálculo y verificar si dicha pila cumple con la resistencia requerida para su utilidad.

Figura N°57. Falla de pilas con 40 % de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

En este caso las pilas elaboradas con bloques de concreto con 40% de vidrio molido presentaron, a) un fuerte aplastamiento en la parte superior de la cara en contacto con la carga y una fisura vertical y b) presenta una grieta vertical que atraviesa las dos caras del bloque junto con el mortero de asentado.

FABRICACIÓN Y ENSAYOS DE MURETES

Para fabricar estos elementos de mampostería se utilizó la norma técnica peruana, donde nos indica el correcto procedimiento a seguir para obtener muestras de buena calidad para poder realizar los ensayos.

También, se tuvo en cuenta la dosificación que nos recomienda la norma que es de una relación 1:4 de cemento y arena, además esta norma nos establece que los ensayos se deben realizar a los 21 días después de su elaboración.

Por otra parte, dicha elaboración de muretes fue de 2 muestras por cada diseño de mezcla, es decir 2 muretes para los bloques patrón y 2 muretes para los bloques con 20%, 30% y 40% de vidrio molido.

Para este ensayo utilizamos los siguientes implementos:

Equipos	Herramientas	Materiales
➤ Prensa Hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plomada ➤ Nivel de mano ➤ Plancha de acero ➤ Palana ➤ Plástico ➤ Bandeja metálica 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cemento ➤ Arena ➤ Agua ➤ Bloques, muestras (patrón, 20%, 30% y 40%)

Fabricación de muretes, proceso para todas las muestras

Para la elaboración de los muretes se buscó un área amplia y adecuada que nos permita trabajar con facilidad, cada murete se elaboró con 3 hiladas donde cada hilada fue de 1.5 unidades, es decir se cortó algunos bloques por la mitad, los cuales fueron asentados uno sobre de otro en un área nivelada con una junta horizontal y vertical de 1.5 cm, además se tuvo en cuenta su nivelación para el cual se utilizó el nivel de mano y la plomada, esto nos permitirá realizar los muretes de manera correcta.

Figura N°58. Elaboración de muretes para todas las muestras



Fuente: Propia del autor

Este proceso de elaboración fue el mismo para todos los muretes, es decir para muretes elaborados con bloques de concreto patrón y muretes elaborados con bloques de concreto con porcentaje de vidrio que son en 20%, 30% y 40%

respectivamente.

Figura N°59. Dimensionamiento y nivelación de los muretes



Fuente: Propia del autor

Las dimensiones de los muretes fueron de (103 x 63 x 12) cm representando su largo, alto y espesor respectivamente, estas medidas están contadas con todo el ancho de la junta que fue de 1.5 cm como se mencionó antes, también se verificó la nivelación y aplomada de los muretes, luego se les deja secar por 21 días con la finalidad de que las juntas se adhieran a las caras de los bloques.

Ensayo a compresión diagonal de murete elaborado con bloques de concreto patrón

Figura N°60. Ensayo a compresión diagonal de murete patrón



Fuente: Propia del autor

Con este ensayo verificamos la capacidad que tiene el murete para ser utilizado en la mampostería, para lo cual colocamos de manera diagonal en la prensa, luego se le aplica una carga hasta que el murete presente su falla, cabe mencionar que se debe alinear ambas esquinas del murete en dirección vertical con la prensa, también se puede observar que la falla es una fisura diagonal, por último, se anota los datos que nos arroja la máquina para ser procesados en la hoja de cálculo y verificar si dicho murete cumple con la resistencia requerida para su utilidad.

Ensayo a compresión diagonal de murete elaborado con bloques de concreto con 20 % de vidrio molido

Figura N°61. Ensayo a compresión diagonal de murete con 20 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Con este ensayo verificamos la capacidad que tiene el murete para ser utilizado en la mampostería, para lo cual colocamos de manera diagonal en la prensa, luego se le aplica una carga hasta que el murete presente su falla, cabe mencionar que se debe alinear ambas esquinas del murete en dirección vertical con la prensa, también se puede observar que la falla es una fisura diagonal y también hay una leve separación de la junta con el bloque, por último, se anota los datos que nos arroja la máquina para ser procesados en la hoja de cálculo y verificar si

dicho murete cumple con la resistencia requerida para su utilidad.

Ensayo a compresión diagonal de murete elaborado con bloques de concreto con 30 % de vidrio molido

Figura N°62. Ensayo a compresión diagonal de murete con 30 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Con este ensayo verificamos la capacidad que tiene el murete para ser utilizado en la mampostería, para lo cual colocamos de manera diagonal en la prensa, luego se le aplica una carga hasta que el murete presente su falla, cabe mencionar que se debe alinear ambas esquinas del murete en dirección vertical con la prensa, también se puede observar que la falla es una fisura diagonal, por último, se anota los datos que nos arroja la máquina para ser procesados en la hoja de cálculo y verificar si dicho murete cumple con la resistencia requerida para su utilidad.

Ensayo a compresión diagonal de murete elaborado con bloques de concreto con 40 % de vidrio molido

Figura N°63. Ensayo a compresión diagonal de murete con 40 % vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Con este ensayo verificamos la capacidad que tiene el murete para ser utilizado en la mampostería, para lo cual colocamos de manera diagonal en la prensa, luego se le aplica una carga hasta que el murete presente su falla, cabe mencionar que se debe alinear ambas esquinas del murete en dirección vertical con la prensa, también se puede observar que la falla es una fisura que va a lo largo de la diagonal y también hay una leve separación de la junta con el bloque, por último, se anota los datos que nos arroja la máquina para ser procesados en la hoja de cálculo y verificar si dicho murete cumple con la resistencia requerida para su utilidad.

RESULTADOS

En este proceso mostraremos todos los resultados que se realizaron, tanto para los agregados como para las unidades propiamente dichas de la investigación, así como también a los elementos de mampostería.

Además, estos resultados se obtuvieron a través de cálculos, fórmulas y ensayos.

características de los agregados

Agregado fino - arena gruesa

Tabla N°13. Resultado del ensayo granulométrico realizado a la arena gruesa

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

P. Inicial S. 500.0 % de Humedad = 0.76

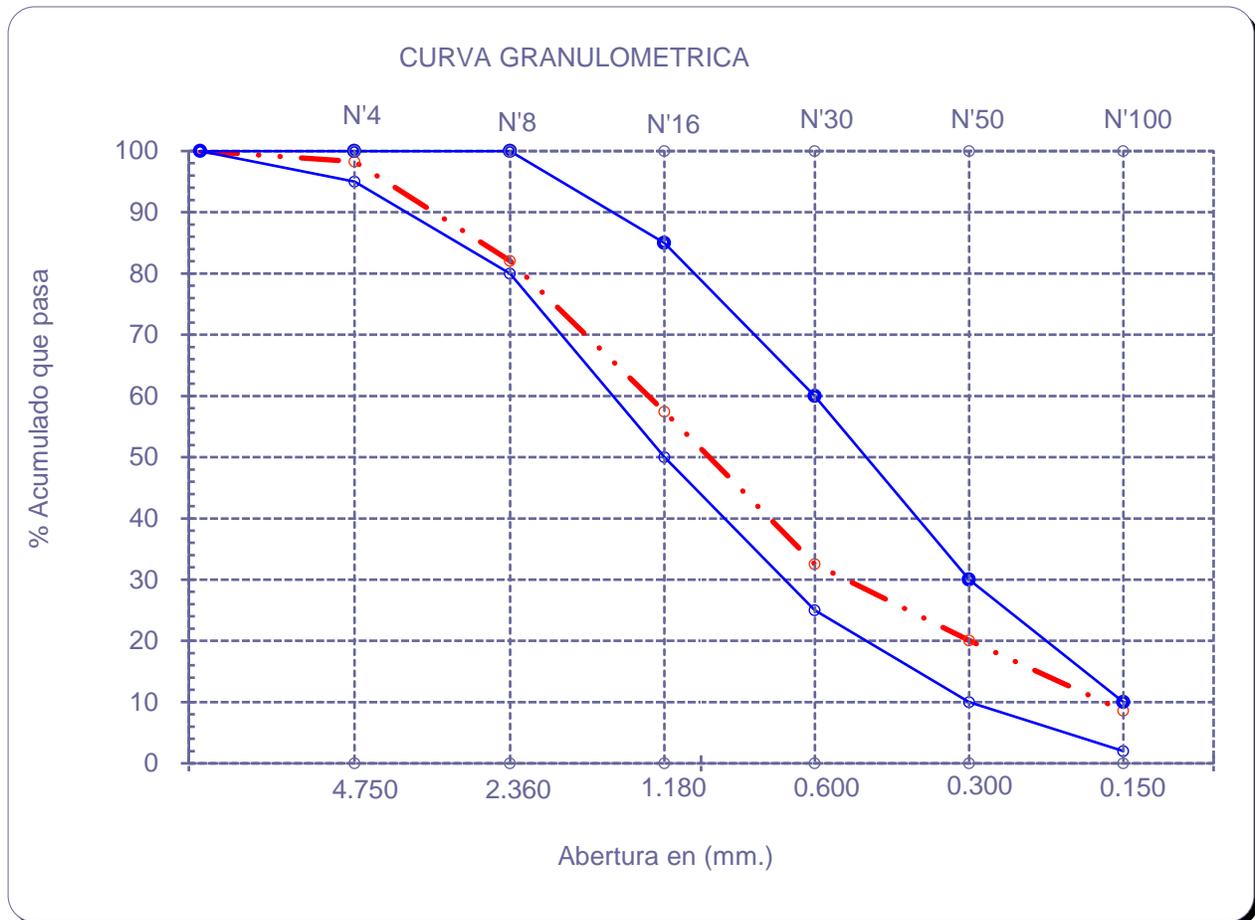
Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	8.5	1.7	1.7	98.3	95	100
Nº 08	2.360	81.1	16.2	17.9	82.1	80	100
Nº 16	1.180	123.1	24.6	42.5	57.5	50	85
Nº 30	0.600	124.5	24.9	67.4	32.6	25	60
Nº 50	0.300	62.5	12.5	79.9	20.1	10	30
Nº 100	0.150	57.5	11.5	91.4	8.6	2	10
Fondo		42.8	8.6	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				3.010			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Fuente: Propia del autor

Podemos diferir que este ensayo se realizó a partir de los tamices 3/8", N°4, N°8,

N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo. Además, se puede observar que el primer retenido es en la malla N°4. También podemos observar que el módulo de fineza se encuentra en el rango, demostrando que si se puede utilizar este agregado en dicho proyecto.

Gráfico N°01. Curva granulométrica de la arena gruesa



Fuente: Propia del autor

Se aprecia que la línea roja la cual representa la gradación de la arena gruesa, está dentro de los límites establecidos, esto significa que el material se encuentra bien gradado y es apto para el uso en este proyecto.

Tabla N°14. Resultado de ensayo de contenido de humedad de la arena

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1200	1200
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1191	1191
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.76	0.76
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.76	

Fuente: Propia del autor

Observamos el contenido de agua en la arena y podemos decir que este agregado absorberá más agua.

Tabla N°15. Resultado del ensayo de peso específico y absorción de la arena gruesa

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco -	(g)	878.5	878.7
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Fra	(g)	690.8	690.8
3.- Peso del Agua	(g)	187.7	187.9
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del F	(g)	689	689.39
5.- Peso del Frasco	(g)	390.8	390.8
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	299	299
7.- Volumen del frasco	(g)	300	300

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.661
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.674
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.695
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.47

Fuente: Propia del autor

Tabla N°16. Resultado del ensayo de los pesos unitarios de la arena gruesa

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19334	19350
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10477.0	10477.0
3.- Peso del material		8857	8873
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	5748	5748
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1541	1544
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1531	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	20718	20730
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10477.0	10477.0
3.- Peso del material		10241	10253
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	5748	5748
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1782	1784
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1769	

Fuente: Propia del autor

Agregado grueso - confitillo

Tabla N°17. Resultado del ensayo granulométrico del confitillo

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñaife.

% de Humedad = 0.42

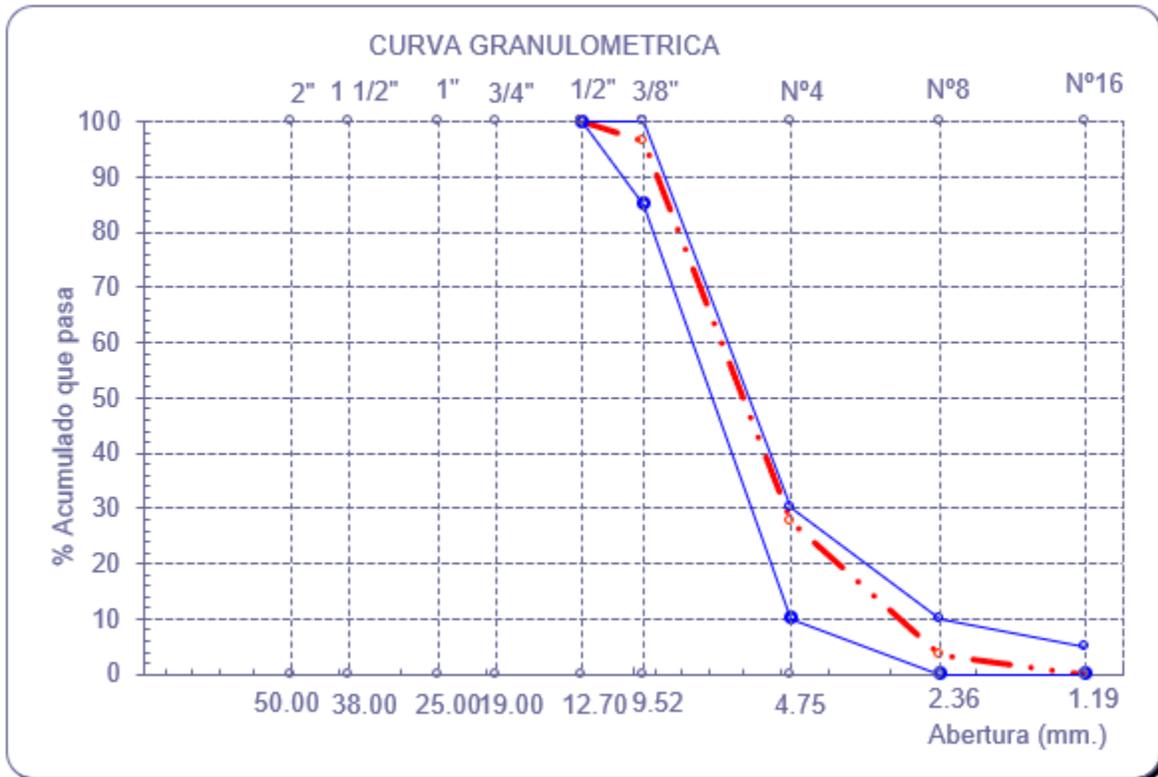
P. Inicial S. 3085

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones Huso 8	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00						
1 1/2"	38.00						
1"	25.00						
3/4"	19.00						
1/2"	12.70				100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	105.0	3.4	3.4	96.6	85.0	100.0
Nº 04	4.75	2123.0	68.8	72.2	27.8	10.0	30.0
Nº 08	2.36	745.0	24.1	96.4	3.6	0.0	10.0
Nº 16	1.19	112.0	3.6	100.0	0.0	0.0	5.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1/2"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/8"	25.00			

Fuente: Propia del autor

Podemos observar que la muestra tiene un Tamaño Máximo de 1/2'' esto se debe a que en ese tamiz pasa el 100 % de la muestra, además se puede identificar que el Tamaño Máximo Nominal del confitillo 3/8'', esto se da porque es el tamiz donde surge el primer retenido.

Gráfico N°02. Curva granulométrica del - confitillo



Fuente: Propia del autor

Podemos darnos cuenta que la línea roja la cual representa el tamizado del confitillo cumple con los requisitos de los límites del HUSO 8, lo que significa que se encuentra bien gradado, Pero debemos tener en cuenta que de la malla 3/8 '' a la malla N° 4 hay una ligera variación de fino. Pero si se puede utilizar este agregado en dicho proyecto.

Tabla N°18. Resultado de ensayo de contenido de humedad del confitillo

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1200	1200
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1195	1195
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.4	0.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.42	

Fuente: Propia del autor

Tabla N°19. Resultado del ensayo de peso específico y absorción del confitillo

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	544	685
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	549	691
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del	(g)	544	632
4.- Peso de la canastilla	(g)	200	200
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	344	432

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.650
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.673
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.714
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.89

Fuente: Propia del autor

Tabla N°20. Resultados del ensayo de los pesos unitarios del confitillo

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18190	18205
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10477.0	10477.0
3.- Peso del material		7713	7728
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	5748	5748
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1342	1344
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1338	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18627	18645
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10477.0	10477.0
3.- Peso del material		8150.0	8168.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	5748	5748
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1418	1421
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1414	

Fuente: Propia del autor

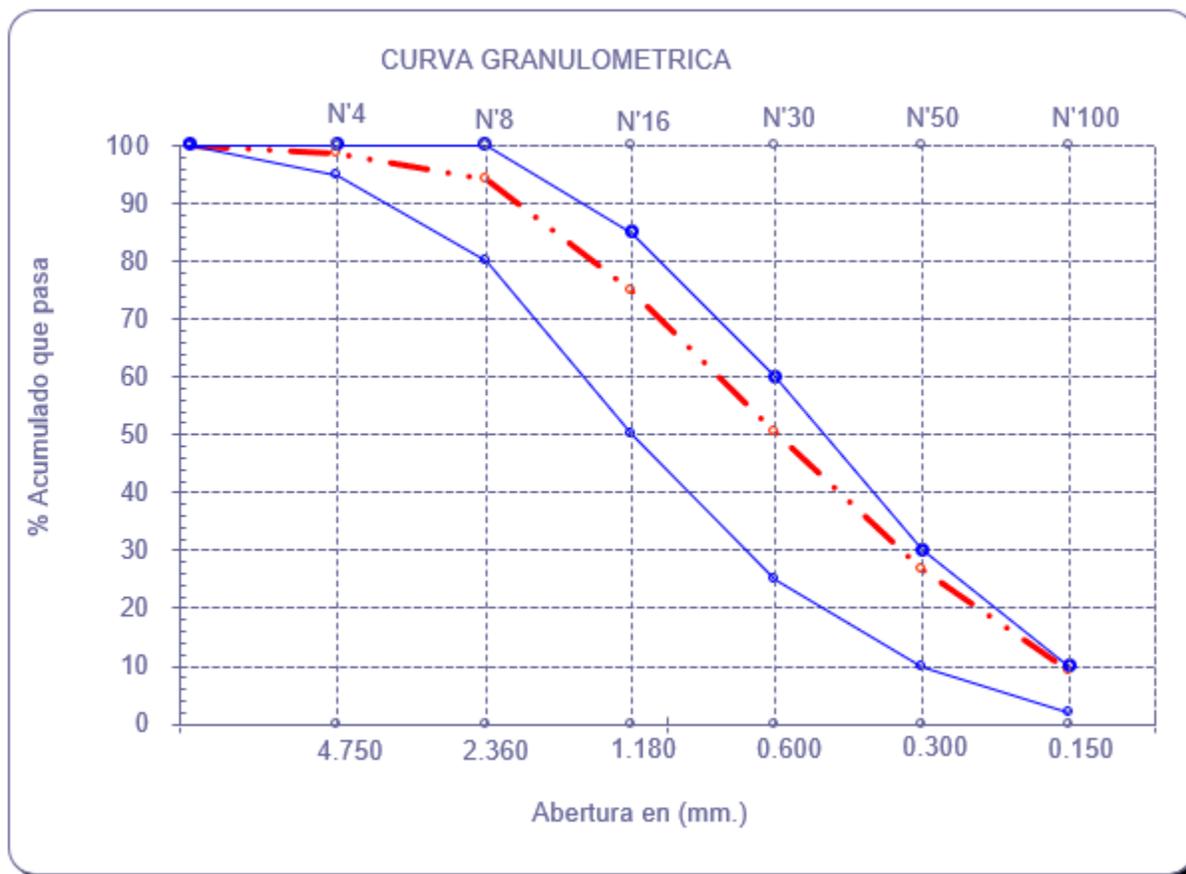
Vidrio reciclado

Tabla N°21. Resultado de ensayo granulométrico del vidrio

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
		P. Inicial S.		500.0			
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	7.6	1.5	1.5	98.5	95	100
Nº 08	2.360	21.2	4.2	5.8	94.2	80	100
Nº 16	1.180	96.66	19.3	25.1	74.9	50	85
Nº 30	0.600	123.1	24.6	49.7	50.3	25	60
Nº 50	0.300	117.9	23.6	73.3	26.7	10	30
Nº 100	0.150	87.2	17.4	90.7	9.3	2	10
Fondo		46.38	9.3	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.46			
Abertura de malla de referencia				9.50			

Fuente: Propia del autor

Gráfico N°03. Curva granulométrica del vidrio



Fuente: Propia del autor

Se aprecia que la curva del vidrio, está dentro de los límites establecidos, lo que significa que se encuentra bien gradado. Cabe recalcar que este proceso se hizo con el fin de obtener una muestra homogénea para su uso en este proyecto.

Para un mejor entendimiento se elaboró un cuadro con el resumen de todas las características de los materiales con los cuales se llevará a cabo esta investigación.

Tabla N°22. Cuadro resumen de las características de los agregados ensayados

AGRAGADOS	A. FINO	A. GRUESO	
1.- Peso específico de masa	2.661	2.650	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.674	2.673	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1531	1338	Kg/m ³
4.- Peso unitario compactado	1769	1414	Kg/m ³
5.- % de absorción	0.47	0.89	%
6.- Contenido de humedad	0.76	0.42	%
7.- Módulo de fineza	2.46	-	-
8.- Tamaño máximo	-	1/2"	Pulg.
9.- Tamaño máximo nominal	-	3/8"	Pulg.

Fuente: Propia del autor

Resistencia a compresión de probetas**Tabla N°23. Resultado de ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto patrón**

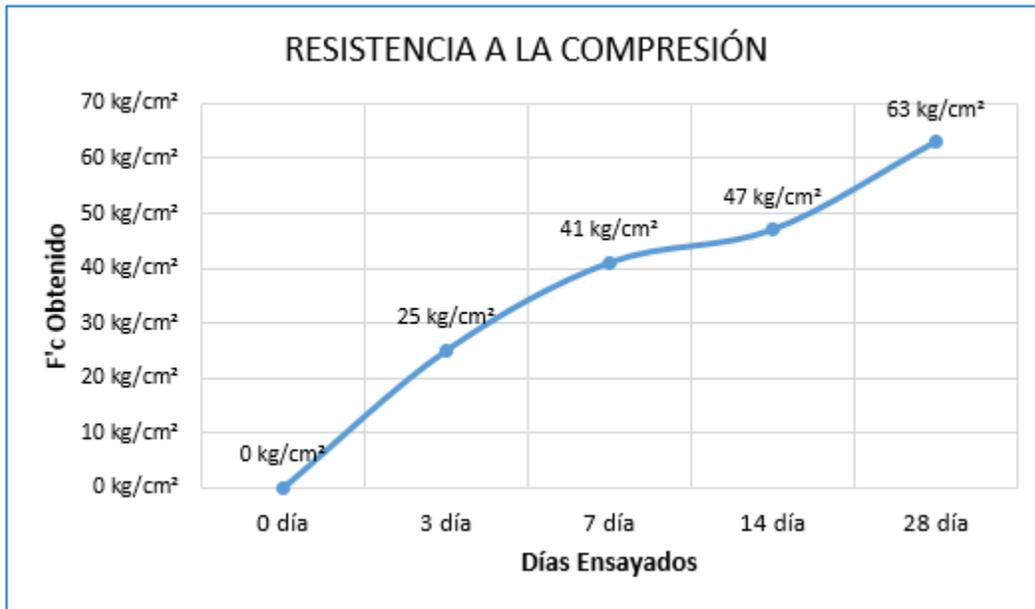
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO f'c= 50 kg/cm ²	30/09/2022	03/10/2022	3	25
02	CONCRETO f'c= 50 kg/cm ²	30/09/2022	03/10/2022	3	
03	CONCRETO f'c= 50 kg/cm ²	30/09/2022	07/10/2022	7	41
04	CONCRETO f'c= 50 kg/cm ²	30/09/2022	07/10/2022	7	
05	CONCRETO f'c= 50 kg/cm ²	30/09/2022	14/10/2022	14	47
06	CONCRETO f'c= 50 kg/cm ²	30/09/2022	14/10/2022	14	
07	CONCRETO f'c= 50 kg/cm ²	30/09/2022	28/10/2022	28	63
08	CONCRETO f'c= 50 kg/cm ²	30/09/2022	28/10/2022	28	

Fuente: Propia del autor

Podemos observar las resistencias obtenidas para cada día de ensayo que se realizó a las probetas cilíndricas, dicho ensayo se llevó a cabo a los 3,7,14 y 28 días respectivamente,

donde a los 28 días obtiene una resistencia de 63 kg/cm², por lo que cumple con la resistencia de diseño requerido para la elaboración de los furtos bloques.

Gráfico N°04. Línea de tendencia de la resistencia a compresión de las probetas



Fuente: Propia del autor

Podemos apreciar que la curva de tendencia que se ha logrado a través del ensayo de las probetas va teniendo una forma ascendente, lo cual es un indicativo positivo ya que la resistencia de diseño fue de un $f'c=50$ kg/cm², y como observamos que a los 28 días cuando la muestra va adquiriendo el 100 % de su resistencia está por encima de este valor con un $f'c=63$ kg/cm².

Tabla N°24. Resultado del diseño de mezcla para cada lote de bloques de concreto

Bloque patrón	Bloque patrón	Bloque con 20% de vidrio molido	Bloque con 30% de vidrio molido	Bloque con 40% de vidrio molido
Materiales	Cantidad (kg)	Cantidad (kg)	Cantidad (kg)	Cantidad (kg)
Cemento	54.67	54.67	54.67	54.67
Arena	213.90	171.12	149.73	128.34
Confitillo	122.83	122.83	122.83	122.83
Agua	43.70	43.70	43.70	43.70
Vidrio	-	42.78	64.17	85.56

Fuente: Propia del autor

Se muestra la cantidad de cada uno de los agregados que se utilizará para la elaboración de 34 unidades que conforman un lote, siendo un total de 4 lotes ya que tenemos una muestra de bloques patrón y otros tres lotes que son con vidrio molido reemplazando a la arena en 20%. 30% y 40% de su peso respectivamente.

Resistencia a compresión de bloques de concreto (f'_b)

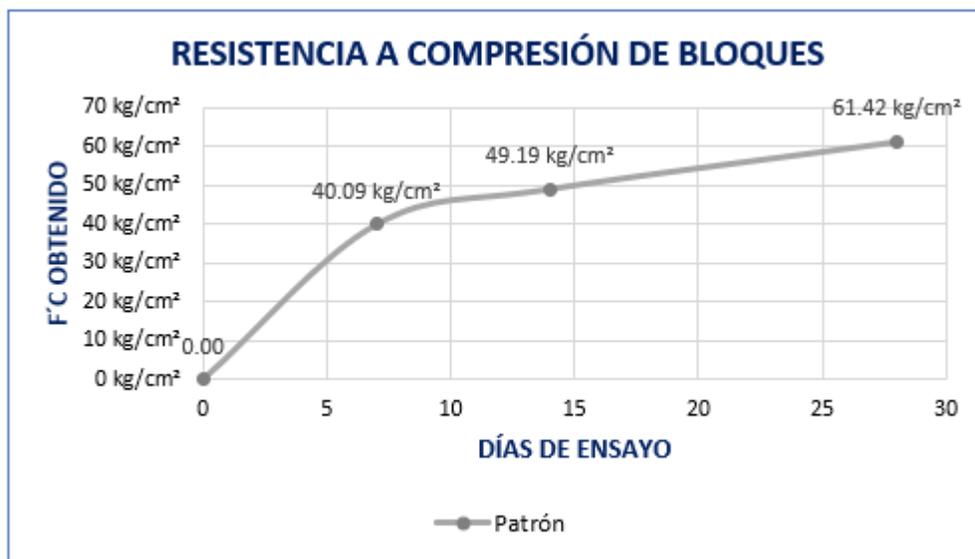
A continuación, presentamos los resultados que se realizaron a los bloques de concreto con el fin de verificar su capacidad de resistencia.

Tabla N°25. Resultado del ensayo de resistencia a compresión de bloques patrón

Muestra N°	Descripción de la unidad	Moldeo	Rotura	Edad	Área Neta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	BLOQUES DE CONCRETO - DISEÑO PATRÓN	30/09/2022	07/10/2022	7	290	11492	40
02		30/09/2022	07/10/2022	7	290	11808	41
03		30/09/2022	07/10/2022	7	290	11574	40
04		30/09/2022	14/10/2022	14	290	14602	50
05		30/09/2022	14/10/2022	14	290	13838	48
06		30/09/2022	14/10/2022	14	290	14358	50
07		30/09/2022	28/10/2022	28	290	17570	61
08		30/09/2022	28/10/2022	28	290	17855	62
09		30/09/2022	28/10/2022	28	290	18008	62

Fuente: Propia del autor

Se observa cada una de las resistencias que iban arrojaron los ensayos realizados a los bloques de concreto patrón, donde tiene un comportamiento final a los 28 días de un $f^c=61.42 \text{ kg/cm}^2$, logrando estar dentro de lo estipulado y ser apto para su uso.

Gráfico N°05. Curva de tendencia de la resistencia de los bloques patrón

Fuente: Propia del autor

Podemos observar que la curva muestra un comportamiento adecuado, el cual va aumentando con el pasar de los días.

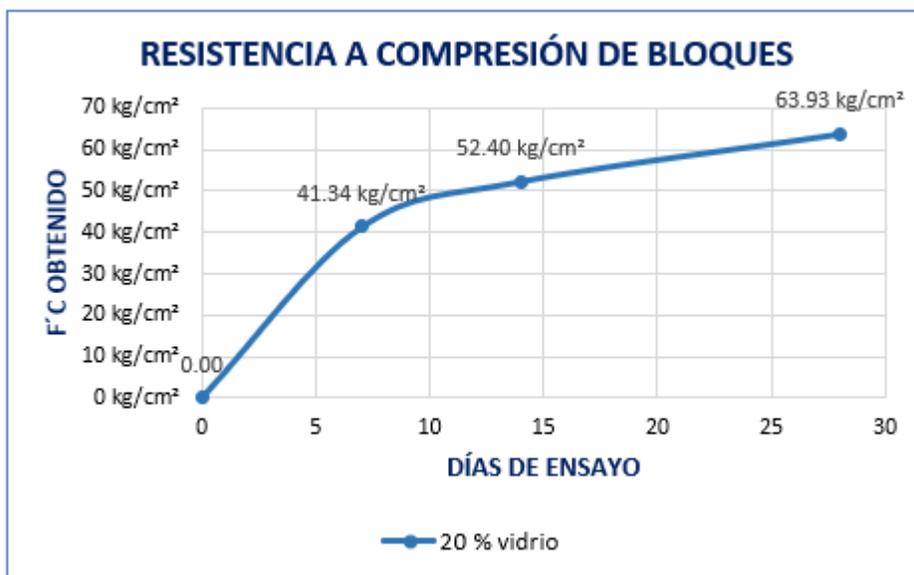
Tabla N°26. Resultados del ensayo de resistencia a compresión de bloques con 20 % vidrio molido

Muestra N°	Descripción de la unidad	Moldeo	Rotura	Edad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	BLOQUES DE CONCRETO - DISEÑO CON 20 % DE VIDRIO MOLIDO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO	30/09/2022	07/10/2022	7	290	12053	42
02		30/09/2022	07/10/2022	7	290	12002	41
03		30/09/2022	07/10/2022	7	290	11910	41
04		30/09/2022	14/10/2022	14	290	15163	52
05		30/09/2022	14/10/2022	14	290	15428	53
06		30/09/2022	14/10/2022	14	290	15000	52
07		30/09/2022	28/10/2022	28	290	18702	64
08		30/09/2022	28/10/2022	28	290	18579	64
09		30/09/2022	28/10/2022	28	290	18335	63

Fuente: Propia del autor

Se observa cada una de las resistencias que iban arrojaron los ensayos realizados a los bloques de concreto con 20% de vidrio molido, donde tiene un comportamiento final a los 28 días de un $f'c=63.93 \text{ kg/cm}^2$, logrando estar dentro de lo estipulado y superando levemente la resistencia final de los bloques de diseño patrón.

Gráfico N°06. Curva de tendencia de la resistencia de los bloques con 20% de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

Podemos observar que la curva muestra un comportamiento adecuado, el cual va aumentando con el pasar de los días.

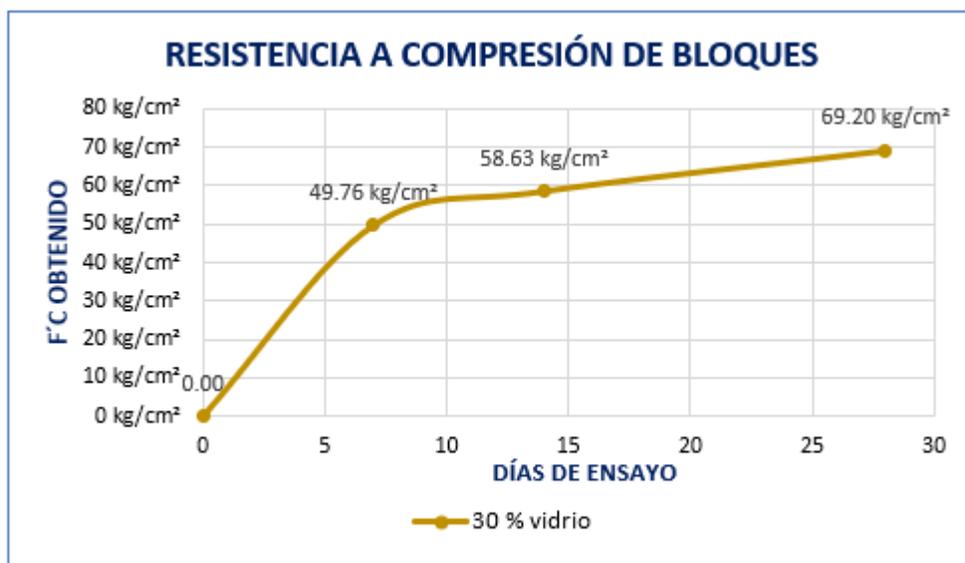
Tabla N°27. Resultados del ensayo de resistencia a compresión de bloques con 30 % vidrio molido

Muestra N°	Descripción de la unidad	Moldeo	Rotura	Edad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F' _b (kg/cm ²)
01	BLOQUES DE CONCRETO - DISEÑO CON 30 % DE VIDRIO MOLIDO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO	30/09/2022	07/10/2022	7	290	15408	49
02		30/09/2022	07/10/2022	7	290	16326	52
03		30/09/2022	07/10/2022	7	290	15326	49
04		30/09/2022	14/10/2022	14	290	18518	59
05		30/09/2022	14/10/2022	14	290	18447	59
06		30/09/2022	14/10/2022	14	290	18783	60
07		30/09/2022	28/10/2022	28	290	21567	68
08		30/09/2022	28/10/2022	28	290	21883	69
09		30/09/2022	28/10/2022	28	290	21985	70

Fuente: Propia del autor

Se observa cada una de las resistencias que iban arrojaron los ensayos realizados a los bloques de concreto con 30% de vidrio molido, donde tiene un comportamiento final a los 28 días de un $f'_c=69.20 \text{ kg/cm}^2$, logrando estar dentro de lo estipulado y superando la resistencia final de los bloques anteriores.

Gráfico N°07. Curva de tendencia de la resistencia de los bloques con 30% de vidrio molido



Fuente: Propia del autor

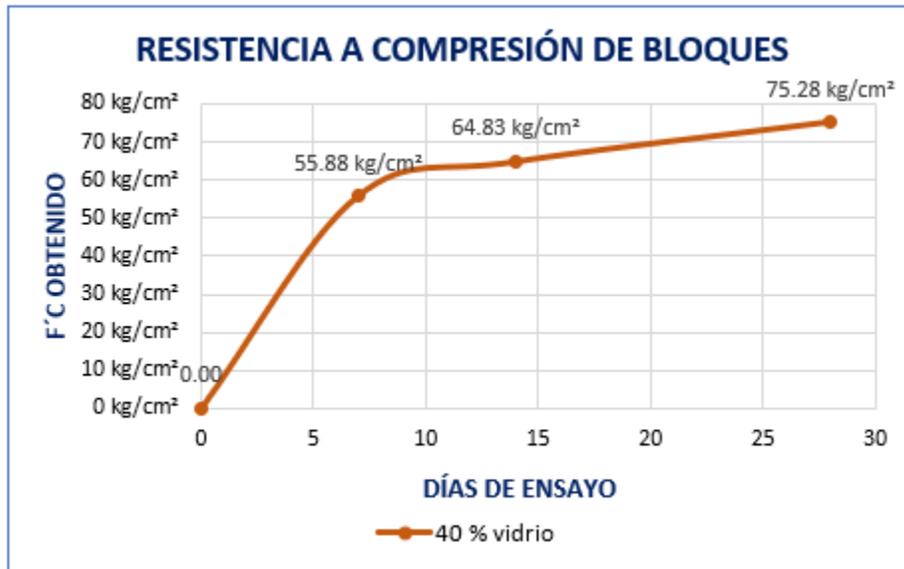
Podemos observar que la curva muestra un comportamiento adecuado, el cual va aumentando con el pasar de los días.

Tabla N°28. Resultados del ensayo de resistencia a compresión de bloques con 40 % vidrio molido

Muestra N°	Descripción de la unidad	Moldeo	Rotura	Edad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	BLOQUES DE CONCRETO - DISEÑO CON 40 % DE VIDRIO MOLIDO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO	30/09/2022	07/10/2022	7	290	17366	55
02		30/09/2022	07/10/2022	7	290	18131	58
03		30/09/2022	07/10/2022	7	290	17345	55
04		30/09/2022	14/10/2022	14	290	20772	66
05		30/09/2022	14/10/2022	14	290	19976	63
06		30/09/2022	14/10/2022	14	290	20558	65
07		30/09/2022	28/10/2022	28	290	23484	75
08		30/09/2022	28/10/2022	28	290	23698	75
09		30/09/2022	28/10/2022	28	290	24004	76

Fuente: Propia del autor

Se observa cada una de las resistencias que iban arrojaron los ensayos realizados a los bloques de concreto con 40% de vidrio molido, donde tiene un comportamiento final a los 28 días de un $f'c=75.28$ kg/cm², logrando estar dentro de lo estipulado, también se puede decir que es el porcentaje que más resistencia obtuvo, siendo el mejor de todos.

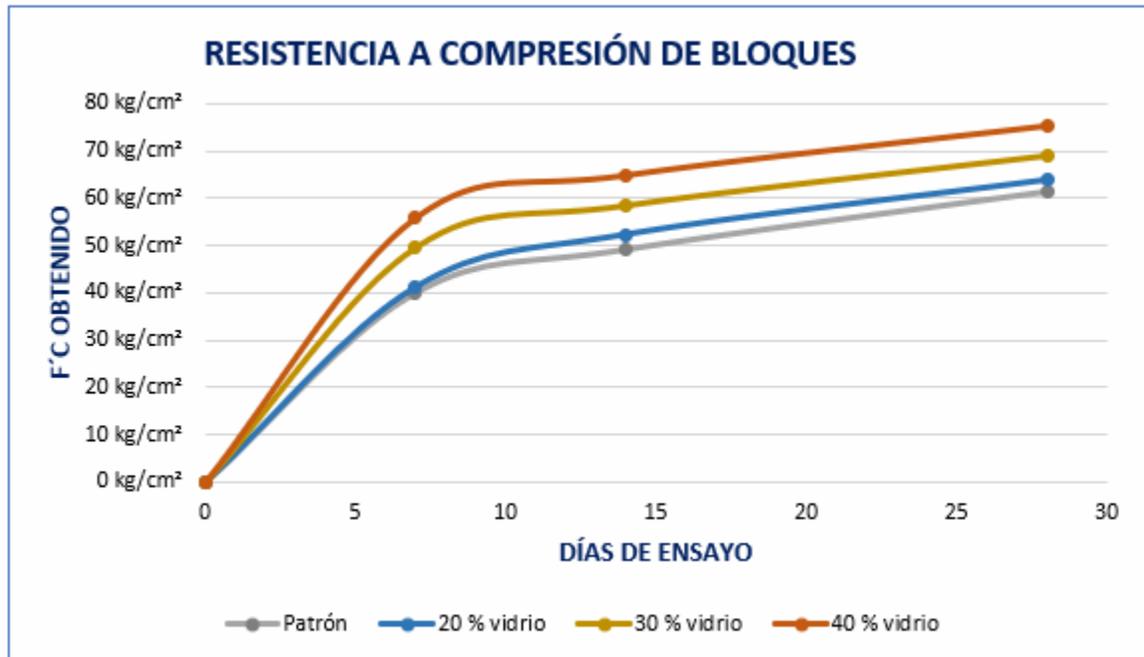
Gráfico N°08. Curva de tendencia de la resistencia de los bloques con 40% de vidrio molido

Fuente: Propia del autor

Podemos observar que la curva muestra un comportamiento adecuado, el cual va aumentando con el pasar de los días.

- Con el fin de comprender mejor las curvas de tendencia, se hizo un cuadro con la unión de todas las curvas:

Gráfico N°09. Cuadro resumen de las Curvas de Tendencia

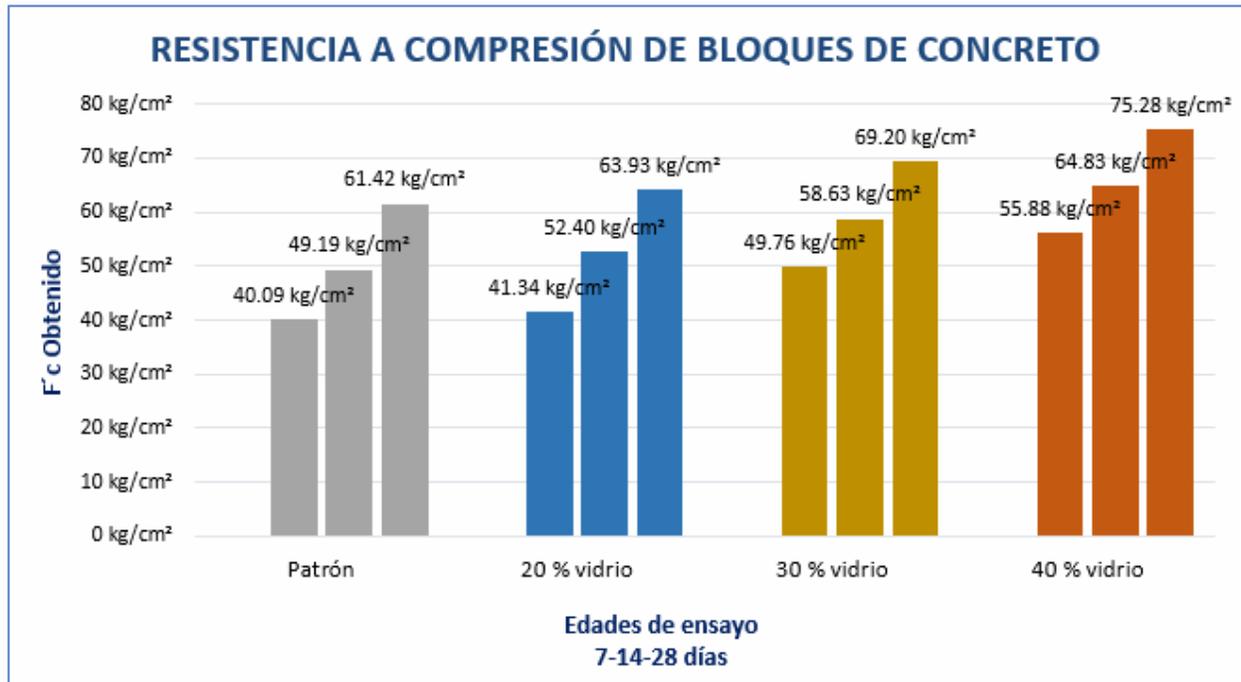


Fuente: Propia del autor

Podemos observar que las curvas muestran un comportamiento adecuado, el cual va aumentando con el pasar de los días, también se puede apreciar que la línea de tendencia de los bloques con 20% de vidrio está levemente por encima de la línea patrón, siendo caso contrario con la curva de los bloques de 40% de vidrio que está muy por encima de todas las curvas.

- Por otra parte, también se elaboró un cuadro comparativo con las resistencias obtenidas de todos los diseños.

Gráfico N°10. Cuadro resumen de las resistencias obtenidas de los bloques



Fuente: Propia del autor

Se observa las barras con cada una de las resistencias obtenidas por las unidades de concreto, donde nos podemos dar cuenta que la resistencia va aumentando conforme va pasando los días de ensayo, además se aprecia la diferencia de resistencias de cada lote de diseño, donde los bloques de diseño patrón son inferiores a los bloques que se les reemplazó vidrio, también cabe mencionar que todos los diseños cumplen con los requisitos para los cuales fueron diseñados.

Absorción

Los ensayos de absorción arrojar los siguientes resultados:

Tabla N°29. Resultados del ensayo de absorción de los bloques patrón

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO - DISEÑO PATRÓN	13178	12098	8.9
02	BLOQUE DE CONCRETO - DISEÑO PATRÓN	11037	10085	9.4
03	BLOQUE DE CONCRETO - DISEÑO PATRÓN	11096	10202	8.8
Promedio				9.0

Fuente: Propia del autor

En este ensayo realizado a los bloques patrón, podemos observar que tienen una absorción promedio de 9.0 %, la cual se verificará con la norma E.070 albañilería y ver si cumple con el requisito mínimo para su uso en muros.

Tabla N°30. Resultados del ensayo de absorción de los bloques con 20 % vidrio molido

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % DE VIDRIO	11638	10945	6.3
02	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % DE VIDRIO	11972	10956	9.3
03	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % DE VIDRIO	11984	10960	9.3
Promedio				8.3

Fuente: Propia del autor

En este ensayo realizado a los bloques con 20% de vidrio molido, podemos observar que tienen una absorción promedio de 8.3 %, la cual nos indica que estos bloques absorben menor cantidad de agua.

Tabla N°31. Resultados del ensayo de absorción de los bloques con 30 % vidrio molido

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO CON 30 % DE VIDRIO	12188	11306	7.8
02	BLOQUE DE CONCRETO CON 30 % DE VIDRIO	12180	11392	6.9
03	BLOQUE DE CONCRETO CON 30 % DE VIDRIO	12185	11397	6.9
Promedio				7.2

Fuente: Propia del autor

En este ensayo realizado a los bloques con 30% de vidrio molido, podemos observar que tienen una absorción promedio de 7.2 %, la cual nos indica que estos bloques absorben menor cantidad de agua que los bloques anteriores.

Tabla N°32. Resultados del ensayo de absorción de los bloques con 40 % vidrio molido

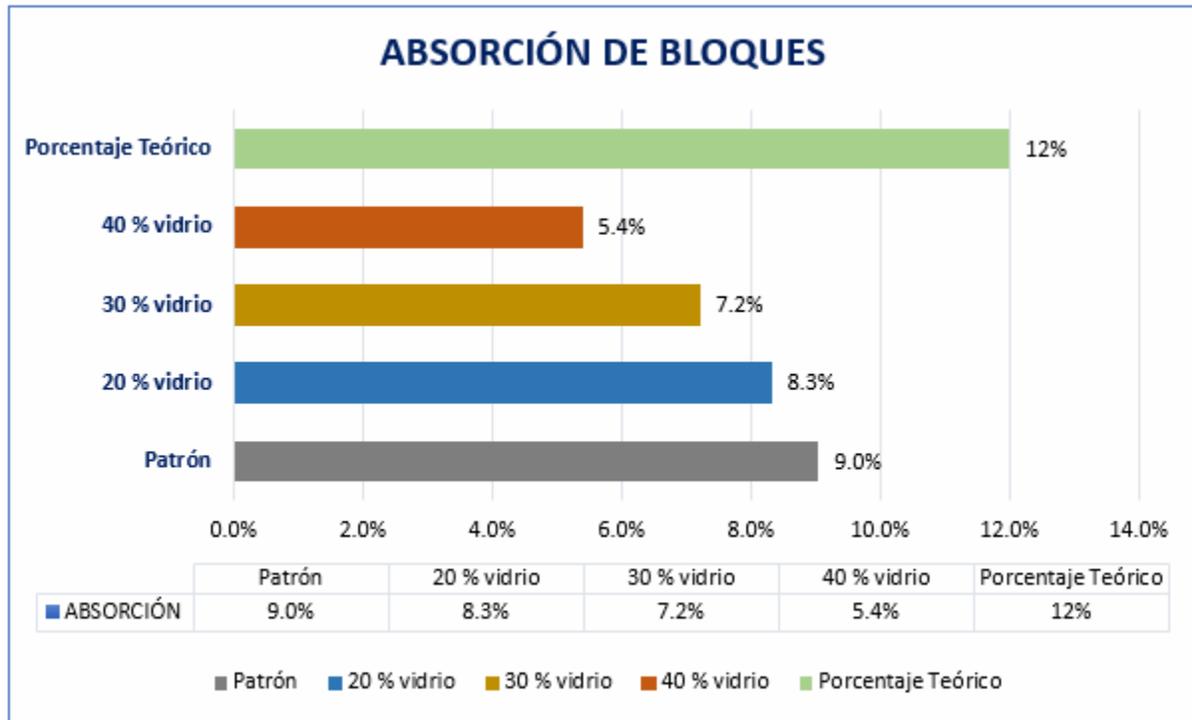
Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO CON 40 % DE VIDRIO	11367	10572	7.5
02	BLOQUE DE CONCRETO CON 40 % DE VIDRIO	11085	10966	1.1
03	BLOQUE DE CONCRETO CON 40 % DE VIDRIO	11226	10437	7.6
Promedio				5.4

Fuente: Propia del autor

En este ensayo realizado a los bloques con 40 % de vidrio molido, donde se aprecia que tiene una absorción promedio de 5.4 %, la cual nos indica que estos bloques absorben la menor cantidad de agua, siendo la muestra con mejor representación.

- Con el fin de comprender mejor el ensayo de absorción, se hizo realizó una tabla comparativa con cada una de las muestras:

Gráfico N°11. Resumen del porcentaje de absorción de los bloques



Fuente: Propia del autor

Podemos apreciar la absorción promedio de cada muestra ensayada, donde diferimos que todas la muestran están por debajo del porcentaje estipulado en la norma, también se observa que los bloques con porcentajes de vidrio tienen menor absorción, siendo los bloques con 40 % de vidrio molido son los que tienen la menor cantidad de agua retenida.

Alabeo

A continuación, presentamos los resultados que se realizaron a los bloques de estudio con la finalidad de comprobar su alabeo:

Tabla N°33. Resultados del ensayo de alabeo de los bloques patrón

ALABEO EN BLOQUES							
Bloque de Concreto Patrón							
N° DE BLOQUES	TIPO	LADO IZQ. (mm)	CENTRO (mm)	LADO DER. (mm)	ALABEO	PROMEDIO (mm)	OBSERVACIÓN
M - 1	Bloque de Concreto Patrón	2.34	1.98	1.63	(CONCAVIDAD)	2.0	Presenta Alabeo
M - 2	Bloque de Concreto Patrón	1.87	1.23	1.08	(CONCAVIDAD)	1.4	Presenta Alabeo
M - 3	Bloque de Concreto Patrón	1.32	1.56	1.20	(CONCAVIDAD)	1.4	Presenta Alabeo
PROMEDIO		1.8	1.6	1.3			
RESULTADO FINAL ALABEO DE BLOQUE =					1.6		

Fuente: Propia del autor

Se muestra el resultado del ensayo de alabeo de los bloques patrón, donde se observa que presentan un alabeo promedio de 1.6 mm de concavidad.

Tabla N°34. Resultados del ensayo de alabeo de los bloques con 20 % de vidrio molido

ALABEO EN BLOQUES							
BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % VIDRIO MOLIDO							
N° DE BLOQUES	TIPO	LADO IZQ. (mm)	CENTRO (mm)	LADO DER. (mm)	ALABEO	PROMEDIO (mm)	OBSERVACIÓN
M - 1	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % VIDRIO MOLIDO	2.48	2.10	1.58	(CONCAVIDAD)	2.1	Presenta Alabeo
M - 2	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % VIDRIO MOLIDO	1.78	1.64	1.64	(CONCAVIDAD)	1.7	Presenta Alabeo
M - 4	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % VIDRIO MOLIDO	2.34	1.82	1.95	(CONCAVIDAD)	2.0	Presenta Alabeo
PROMEDIO		2.2	1.9	1.7			
RESULTADO FINAL ALABEO DE BLOQUE =					1.9		

Fuente: Propia del autor

Se muestra el resultado del ensayo de alabeo de los bloques con 20% de vidrio molido, donde observamos que presentan un alabeo promedio de 1.9 mm de concavidad.

Tabla N°35. Resultados del ensayo de alabeo de los bloques con 30 % de vidrio molido

ALABEO EN BLOQUES							
BLOQUE DE CONCRETO CON 30% VIDRIO MOLIDO							
N° DE BLOQUES	TIPO	LADO IZQ. (mm)	CENTRO	LADO DER.	ALABEO	PROMEDIO	OBSERVACIÓN
			(mm)	(mm)		(mm)	
M - 1	BLOQUE DE CONCRETO CON 30% VIDRIO MOLIDO	1.80	1.45	1.68	(CONCAVIDAD)	1.6	Presenta Alabeo
M - 2	BLOQUE DE CONCRETO CON 30% VIDRIO MOLIDO	1.96	2.10	1.37	(CONCAVIDAD)	1.8	Presenta Alabeo
M - 4	BLOQUE DE CONCRETO CON 30% VIDRIO MOLIDO	2.05	1.24	1.75	(CONCAVIDAD)	1.7	Presenta Alabeo

PROMEDIO	1.9	1.6	1.6
RESULTADO FINAL ALABEO DEL BLOQUE =	1.7		

Fuente: Propia del autor

Se muestra el resultado del ensayo de alabeo de los bloques con 30% de vidrio molido, donde observamos que presentan un alabeo promedio de 1.7 mm de concavidad.

Tabla N°36. Resultados del ensayo de alabeo de los bloques con 40 % de vidrio molido

ALABEO EN BLOQUES							
BLOQUE DE CONCRETO CON 40% VIDRIO MOLIDO							
N° DE BLOQUES	TIPO	LADO IZQ. (mm)	CENTRO	LADO DER.	ALABEO	PROMEDIO	OBSERVACIÓN
			(mm)	(mm)		(mm)	
M - 1	BLOQUE DE CONCRETO CON 40% VIDRIO MOLIDO	2.44	2.06	1.60	(CONCAVIDAD)	2.0	Presenta Alabeo
M - 2	BLOQUE DE CONCRETO CON 40% VIDRIO MOLIDO	2.01	1.44	1.02	(CONCAVIDAD)	1.5	Presenta Alabeo
M - 3	BLOQUE DE CONCRETO CON 40% VIDRIO MOLIDO	1.21	2.79	1.15	(CONCAVIDAD)	1.7	Presenta Alabeo
PROMEDIO		1.9	2.1	1.3			
RESULTADO FINAL ALABEO DE BLOQUE =			1.7				

Fuente: Propia del autor

Se muestra el resultado del ensayo de alabeo de los bloques con 40% de vidrio molido, donde observamos que presentan un alabeo promedio de 1.7 mm de concavidad.

Variación dimensional

Los resultados que arrojó el ensayo de los bloques de estudio con la finalidad de comprobar su variación dimensional son:

Tabla N°37. Resultados del ensayo de variación dimensional de los bloques patrón

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	BLOQUES DE CONCRETO - DISEÑO PATRÓN	402.20	118.06	197.84
02		401.10	119.20	195.35
03		401.50	119.13	198.82
PROMEDIO		401.60	118.80	197.34
C.V.		0.14%	0.54%	0.91%

Fuente: Propia del autor

Podemos observar que el promedio de la medición de los bloques patrón nos indica que, si hay una ligera variación con respecto a las medidas efectivas de diseño, además se hará la comparación respectiva y ver si estas variaciones son aceptables o no para su uso en la mampostería.

Tabla N°38. Resultados del ensayo de variación dimensional de los bloques con 20 % de vidrio molido

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)	
01	BLOQUES DE CONCRETO CON 20 % DE VIDRIO	404.00	119.60	194.05	
02		403.00	119.13	195.90	
03		403.90	119.63	197.40	
		PROMEDIO	403.63	119.45	195.78
		C.V.	0.14%	0.23%	0.86%

Fuente: Propia del autor

Podemos observar que el promedio de la medición de los bloques con 20% de vidrio molido nos indica que, si hay una ligera variación con respecto a las medidas efectivas de diseño, además se hará la comparación respectiva y ver si estas variaciones son aceptables o no para su uso en la mampostería.

Tabla N°39. Resultados del ensayo de variación dimensional de los bloques con 30 % de vidrio molido

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	BLOQUES DE CONCRETO CON 30 % DE VIDRIO	402.50	119.70	194.13
02		403.80	119.25	194.70
03		403.20	119.49	195.25
	PROMEDIO	403.17	119.48	194.69
	C.V.	0.16%	0.19%	0.29%

Fuente: Propia del autor

Podemos observar que el promedio de la medición de los bloques con 30% de vidrio molido nos indica que, si hay una ligera variación con respecto a las medidas efectivas de diseño, además se hará la comparación respectiva y ver si estas variaciones son aceptables o no para su uso en la mampostería.

Tabla N°40. Resultados del ensayo de variación dimensional de los bloques con 40 % de vidrio molido

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	BLOQUES DE CONCRETO CON 40 % DE VIDRIO	403.00	119.39	195.25
02		402.50	119.25	195.42
03		404.00	119.77	194.20
	PROMEDIO	403.17	119.47	194.96
	C.V.	0.19%	0.23%	0.34%

Fuente: Propia del autor

Podemos observar que el promedio de la medición de los bloques con 30% de vidrio molido nos indica que, si hay una ligera variación con respecto a las medidas efectivas de diseño, además se hará la comparación respectiva y ver si estas variaciones son aceptables o no para su uso en la mampostería.

Resistencia a la compresión axial en prisma ($f'm$)

A continuación, mostramos los resultados arrojados del ensayo, para comprobar su capacidad de resistencia:

Tabla N°41. Resultados del ensayo de compresión axial de pilas patrón

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f_m (Mpa)	Factor Correc.	f_{mt} (Mpa)	f_{mt} (kg/cm ²)
01	Prisma 1 - Patrón 0% Vidrio	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	184680	7.96	0.925	7.37	75.12
02	Prisma 2 - Patrón 0% Vidrio	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	183450	7.91	0.925	7.32	74.62

Fuente: Propia del autor

Se observa las resistencias que iban arrojaron los ensayos realizados a las pilas patrón, donde tiene un comportamiento final los 28 días de un $f'm=74.87$ kg/cm², logrando estar dentro de lo estipulado.

Tabla N°42. Resultados del ensayo de compresión axial de pilas con 20 % vidrio molido

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f_m (Mpa)	Factor Correc.	f_{mt} (Mpa)	f_{mt} (kg/cm ²)
01	Prisma 1 - con 20 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	193210	8.33	0.925	7.71	78.59
02	Prisma 2 - con 20 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	198220	8.55	0.925	7.91	80.63

Fuente: Propia del autor

Se observa las resistencias que iban arrojaron los ensayos de pilas con 20% de vidrio molido, donde tiene un comportamiento final a los 28 días de un $f'm=79.61$ kg/cm², logrando estar dentro de lo estipulado, también se puede decir que tiene una leve superioridad a las pilas patrón.

Tabla N°43. Resultados del ensayo de compresión axial de pilas con 30 % vidrio molido

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	Prisma 1 - con 30 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	203280	8.77	0.925	8.11	82.69
02	Prisma 2 - con 30 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	212910	9.18	0.925	8.49	86.60

Fuente: Propia del autor

Se observa las resistencias que iban arrojaron los ensayos realizados a las pilas con 30% de vidrio molido, donde tiene un comportamiento final a los 28 días de un $f^m=84.64$ kg/cm², logrando estar dentro de lo estipulado, también se puede decir que tiene mayor resistencia que las pilas anteriores.

Tabla N°44. Resultados del ensayo de compresión axial de pilas con 40 % vidrio molido

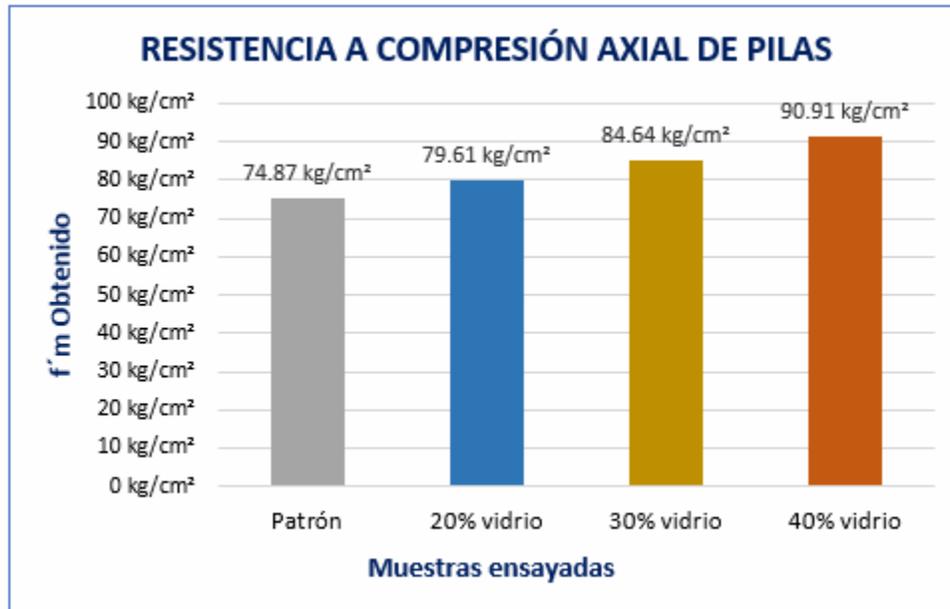
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	Prisma 1 - con 40 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	223000	9.62	0.925	8.90	90.71
02	Prisma 2 - con 40 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	224000	9.66	0.925	8.94	91.11

Fuente: Propia del autor

Se observa las resistencias que iban arrojaron los ensayos realizados a las pilas con 40% de vidrio molido, donde tiene un comportamiento final a los 28 días de un $f^m=90.91$ kg/cm², logrando estar dentro de lo estipulado, también se puede decir que tiene mayor resistencia que las pilas anteriores, mostrando un mejor comportamiento.

- Con el fin de comprender mejor los resultados, se hizo un cuadro con la comparación de cada pila ensayada.

Gráfico N°12. Resumen del ensayo de resistencia a compresión axial de pilas



Fuente: Propia del autor

Se observa las barras con cada una de las resistencias obtenidas, donde nos podemos dar cuenta que la resistencia va aumentando según se aumenta la cantidad de vidrio, siendo el porcentaje de 40 % vidrio molido el que mejor comportamiento obtiene con $f'_m=90.91 \text{ kg/cm}^2$, también cabe mencionar que todos los diseños cumplen con los requisitos para los cuales fueron diseñados.

Resistencia a la compresión diagonal de muretes (v'_m)

A continuación, se muestra los resultados que arrojaron los muretes de estudio con la finalidad de comprobar su capacidad de resistencia diagonal:

Tabla N°45. Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes patrón

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V _m (Mpa)	V _m (kg/cm ²)
01	MURETE MUESTRA PATRÓN	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	95775	0.90	9.2
02	MURETE MUESTRA PATRÓN	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	101092	0.95	9.7

Fuente: Propia del autor

Se observa las resistencias que iban obteniendo los ensayos realizados a los muretes patrón, donde tiene un comportamiento final a los 28 días de un $v'm=9.42$ kg/cm², logrando estar dentro de lo estipulado.

Tabla N°46. Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes con 20 % vidrio molido

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V _m (Mpa)	V _m (kg/cm ²)
01	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 20 % DE VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	145002	1.36	13.9
02	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 20 % DE VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	145865	1.37	14.0

Fuente: Propia del autor

Se observa las resistencias que iban obteniendo los ensayos realizados a los muretes con 20% de vidrio molido, donde tiene un comportamiento final a los 28 días de un $v'm=13.92$ kg/cm², logrando estar dentro de lo estipulado, también se puede decir que tiene una leve superioridad a los muretes patrón.

Tabla N°47. Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes con 30 % vidrio molido

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 30 % DE VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	157176	1.48	15.0
02	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 30 % DE VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	152428	1.43	14.6

Fuente: Propia del autor

Se observa las resistencias que iban obteniendo los ensayos realizados a los muretes con 30% de vidrio molido, donde tiene un comportamiento final a los 28 días de un $v'm=14.82 \text{ kg/cm}^2$, logrando estar dentro de lo estipulado, también se puede decir que tiene una resistencia mayor a los muretes anteriores.

Tabla N°48. Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes con 40 % vidrio molido

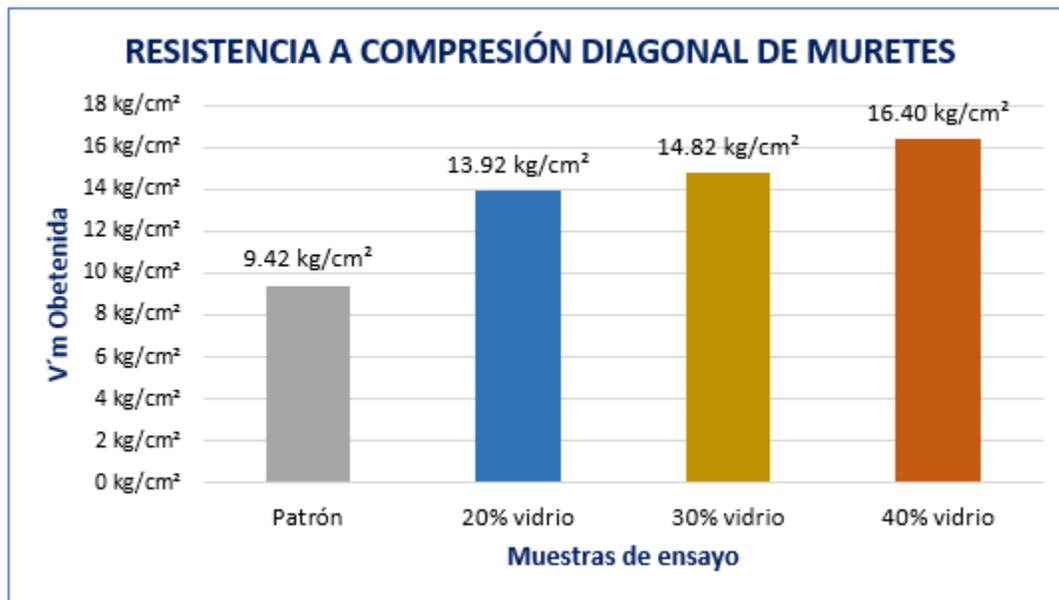
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 40 % VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	158441	1.49	15.2
02	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 40 % VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	184232	1.73	17.6

Fuente: Propia del autor

Se observa las resistencias que iban obteniendo los ensayos realizados a los muretes con 40% de vidrio molido, donde tiene un comportamiento final a los 28 días de un $v'm=16.40 \text{ kg/cm}^2$, también se puede decir que estos muretes son los que presentan un mejor comportamiento.

- Con el fin de comprender mejor los resultados, se hizo un cuadro con la comparación de cada murete ensayado.

Gráfico N°13. Resumen de ensayo de resistencia a compresión diagonal en muretes



Fuente: Propia del autor

Se observa las barras con cada una de las resistencias obtenidas, donde nos podemos dar cuenta que la resistencia va aumentando según aumenta la cantidad de vidrio, siendo el porcentaje de 40 % vidrio molido el que mejor comportamiento obtiene con $v'm=16.40 \text{ kg/cm}^2$, también cabe mencionar que todos los diseños cumplen con los requisitos para los cuales fueron diseñados.

Análisis de costo unitario de bloques de concreto

Este análisis se realizó en tablas Excel, donde se plasmaron todos los insumos a utilizar y la mano de obra.

Cabe destacar que los costos de materiales y mano de obra son referenciales, ya que van cambiando con el pasar del tiempo.

Tabla N°49. Resultados del análisis del costo unitario de bloques patrón

<i>ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS</i>						
BLOQUES PATRÓN						
Rendimiento	1	m3/día				
					TOTAL	380.10
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	
Mano de Obra					103.04	
Operario	hh	0.50	4.000	25.76	103.04	
Materiales					218.96	
Cemento	bls		6.188	30.000	185.65	
Arena	m3		0.428	45.000	19.25	
Confitillo	m3		0.235	55.000	12.93	
Agua	lt		0.228	5.000	1.14	
Vidrio	m3		0.000	80.000	0.00	
Equipos y Herramientas					58.09	
Máquina Vibro-Compactadora	hm	0.50	4.00	13.750	55.00	
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	103.040	3.09	

Fuente: Propia del autor

El resultado del costo unitario nos arrojó un precio de s/. 380.10 soles para cada m3 de concreto patrón.

Tabla N°50. Resultados del análisis del costo unitario para bloques con 20% de vidrio molido

<i>ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS</i>						
BLOQUES CON 20 % DE VIDRIO						
Rendimiento	1	m ³ /día				
					TOTAL	383.53
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	
Mano de Obra					103.04	
Operario	hh	0.50	4.000	25.76	103.04	
Materiales					222.40	
Cemento	bls		6.188	30.000	185.65	
Arena	m ³		0.342	45.000	15.40	
Confitillo	m ³		0.235	55.000	12.93	
Agua	lt		0.228	5.000	1.14	
Vidrio	m ³		0.091	80.000	7.28	
Equipos y Herramientas					58.09	
Máquina Vibro-Compactadora	hm	0.50	4.00	13.750	55.00	
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	103.040	3.09	

Fuente: Propia del autor

El resultado del costo unitario nos arrojó un precio de s/. 383.53 soles para cada m³ de concreto, mostrando una disminución de s/. 3.44 soles por cada m³ de °C respecto al concreto patrón.

Tabla N°51. Resultados del análisis del costo unitario para bloques con 30% de vidrio molido

<i>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS</i>						
BLOQUES CON 30 % DE VIDRIO						
Rendimiento	1	m ³ /día				
					TOTAL	385.25
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	
Mano de Obra					103.04	
Operario	hh	0.50	4.000	25.76	103.04	
Materiales					224.12	
Cemento	bls		6.188	30.000	185.65	
Arena	m ³		0.299	45.000	13.47	
Confitillo	m ³		0.235	55.000	12.93	
Agua	lt		0.228	5.000	1.14	
Vidrio	m ³		0.137	80.000	10.93	
Equipos y Herramientas					58.09	
Máquina Vibro-Compactadora	hm	0.5	4.00	13.750	55.00	
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	103.040	3.09	

Fuente: Propia del autor

El resultado del costo unitario nos arrojó un precio de s/. 385.25 soles para cada m³ de concreto, mostrando una disminución de s/. 5.15 soles por cada m³ de °C respecto al concreto patrón.

Tabla N°52. Resultados del análisis del costo unitario para bloques con 40% de vidrio molido

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
BLOQUES CON 40 % DE VIDRIO						
Rendimiento	1	m ³ /día				
					TOTAL	386.97
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	
Mano de Obra					103.04	
Operario	hh	0.50	4.000	25.76	103.04	
Materiales					225.83	
Cemento	bls		6.188	30.000	185.65	
Arena	m ³		0.257	45.000	11.55	
Confitillo	m ³		0.235	55.000	12.93	
Agua	lt		0.228	5.000	1.14	
Vidrio	m ³		0.182	80.000	14.57	
Equipos y Herramientas					58.09	
Máquina Vibro-Compactadora	hm	0.5	4.00	13.750	55.00	
Desgaste de Herramientas	%MO		3%	103.040	3.09	

Fuente: Propia del autor

El resultado del costo unitario nos arrojó un precio de s/. 386.97 soles para cada m³ de concreto, mostrando una disminución de s/. 6.87 soles por cada m³ de °C respecto al concreto patrón.

DISCUSIONES

Según Mayorga y Roperó, 2019. En su estudio realizado a los bloques con incorporación de vidrio molido mencionan que, si hay un aumento en la resistencia de los bloques, por lo cual concuerdo con su estudio, ya que en los resultados de este proyecto se obtuvieron resultados positivos para la resistencia a compresión de bloques de concreto.

Félix y Sánchez, 2020. En su investigación mencionan que el vidrio agregado al concreto para elaborar ladrillos, muestra un comportamiento positivo con respecto a sus propiedades físico-químicas, por lo cual concuerdo con su investigación, ya que,

en el estudio realizado en este proyecto, arrojó resultados positivos a dichas propiedades, donde se muestra una tendencia de crecimiento en los bloques con adición de vidrio molido.

Según Tamayo, 2020. En su investigación realizada sobre el uso del vidrio en la producción de materiales de construcción nos indica que este uso ayudaría a mejorar el medio ambiente, por lo cual concuerdo con su investigación, ya que el vidrio al ser un material 100% reciclable se puede utilizar en diferentes materiales de construcción, así como reemplazo de los agregados en el concreto.

CONCLUSIONES

La aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino, tuvo un efecto positivo en el comportamiento físico-mecánico de los bloques de concreto, ya que presenta una tendencia de crecimiento de dichas propiedades para todos los porcentajes de diseño, siendo los bloques con 40 % de vidrio molido los que más resistencia lograron con un 18.41% más sobre los bloques patrón.

De la identificación de las características de los agregados, se concluye que se encuentran en buenas condiciones y cumplen con todos los estándares de las normas, por lo cual son aptos para su uso en la fabricación de los bloques, en cuanto a la resistencia a compresión del concreto de diseño con el cual se fabricarán los bloques tiene una resistencia a compresión de 63 kg/cm² a los 28 días, por lo cual si cumple con la resistencia requerida.

La resistencia a compresión de bloques de concreto con la incorporación de vidrio molido muestra un comportamiento positivo, donde los bloques de concreto patrón obtuvieron una resistencia a los 28 días de 61.42 kg/cm², los bloques de concreto con 20% de vidrio molido lograron una resistencia de 63.93 kg/cm², que supera en 3.92 % al diseño patrón, los bloques de concreto con 30% de vidrio molido tienen una resistencia de 69.20 kg/cm² superando en 11.24 % al diseño patrón y los bloques de concreto con 40% de vidrio molido tiene un comportamiento 75.28 kg/cm² mostrando

el mejor comportamiento ya que supera en 18.41 % a la resistencia de los bloques patrón.

La influencia de vidrio molido en el concreto proporciona varios beneficios tanto de rendimiento como de sostenibilidad mostrando aspectos positivos asociados con esta práctica, siendo el caso de la disminución del porcentaje de absorción para los bloques con 20 %, 30 % y 40% de vidrio molido, donde los bloques con 40% de vidrio molido presentaron una absorción 5.4 % mostrando una reducción de 40.42% en comparación con los bloques patrón que tuvieron una absorción de 9.0 % y con respecto al alabeo todas las muestras presentan un alabeo siendo de 1.6 mm, 1.9 mm, 1,7 mm y 1.7 mm respectivamente.

La resistencia a compresión axial en pilas muestra un comportamiento positivo, donde las pilas patrón obtuvieron una resistencia axial a los 28 días de un $f'_m=74.87$ kg/cm², las pilas con 20% de vidrio molido lograron una resistencia de $f'_m=79.61$ kg/cm², que supera en 6.33 % al diseño patrón, las pilas con 30% de vidrio molido tienen una resistencia axial de $f'_m=84.64$ kg/cm², superando en 13.06 % al diseño patrón y las pilas con 40% de vidrio molido tiene un comportamiento $f'_m=90.91$ kg/cm², mostrando el mejor comportamiento ya que supera en 21.42 % a la resistencia de las pilas patrón.

La resistencia a compresión diagonal de muretes muestra un comportamiento positivo, donde los muretes patrón obtuvieron una resistencia diagonal a los 28 días de un $v'_m=9.42$ kg/cm², los muretes con 20% de vidrio molido lograron una resistencia de $v'_m=13.92$ kg/cm², que supera en 32.32 % al diseño patrón, los muretes con 30% de vidrio molido tienen una resistencia diagonal de $v'_m=14.82$ kg/cm², superando en 36.45 % al diseño patrón y las pilas con 40% de vidrio molido tiene un comportamiento diagonal de $v'_m=16.40$ kg/cm², mostrando el mejor comportamiento ya que supera en 46.06 % a la resistencia diagonal de los muretes patrón.

Económicamente la utilización de concreto convencional son de menor costo

con respecto al concreto con incorporación de vidrio molido, aunque la diferencia es mínima en grandes cantidades puede ser mucho más favorables, además también dependerá de la cantidad de vidrio que se le adicione, sin embargo, las características de bloques con vidrio presentan un mejor comportamiento físico-mecánico.

RECOMENDACIONES

Para el proceso de selección de los agregados se debe considerar varios factores, como la disponibilidad local, las normas y especificaciones técnicas aplicables, y las características deseadas del concreto final.

Es importante evaluar la calidad y la idoneidad de los agregados antes de su uso, para garantizar un desempeño óptimo del concreto, la selección debe ser cuidadosa como la experimentación adecuada, estos son pasos esenciales para obtener conocimientos precisos sobre las propiedades físicas de los agregados y lograr un concreto de calidad y rendimiento óptimos ya que estos contribuyen a la construcción de estructuras duraderas.

Para la elaboración de los bloques, es necesario contar con un área amplia, ya que, si se elaboran por grandes lotes, estos requieren espacio suficiente tanto para su elaboración, curado y apilado, además los bloques no deben estar en contacto directo con el suelo, esto con el fin de prevenir las sales, sulfatos y otros.

Se recomienda, promover a través de las identidades públicas y privadas el uso de estos bloques con vidrio molido, ya que de esta manera contribuiremos al reciclaje y por lo tanto al cuidado del medio ambiente, además estos bloques demuestran que si son aptos para industria de la construcción.

Para la manipulación de vidrio se recomienda tener mucho cuidado y estar siempre protegido, desde la etapa de recolectado hasta cuando esté elaborado el bloque, ya que puede causar daños a la salud.

Se sugiere continuar con la investigación, realizando ensayos para bloques de

concreto con vidrio molido con diferentes porcentajes al 20%, 30% y 40% en reemplazo parcial del agregado fino, que ya se estudió.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias

- [1] M. Vélez y Y. Mesa, «Uso de vidrio molido en morteros para revoque,» *Construcciones Civiles*, vol. 8, n° 2, p. 2, 2020.
- [2] Y. Chávez, «EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN BLOQUES DE CONCRETO TIPO P INCORPORANDO VIDRIO TRITURADO,» Pimentel, 2020.
- [3] R. Díaz, G. Velarde y G. Lino, «Análisis de flujo de materiales de envases de vidrio para producción, consumo y comercio en el Perú durante 2018,» *South Sustainability*, pp. 1-9, 2021.
- [4] A. Rojas, «Vidrio molido como tecnología sostenible en el concreto hidráulico,» *Tecnología en Marcha*, vol. 34, pp. 13-18, 2021.
- [5] C. Córdova, «ANÁLISIS DEL CONCRETO SIMPLE UTILIZANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO ADICIÓN PARA CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON AGREGADOS DE LA CIUDAD DE CHICLAYO,» Chiclayo, 2018.
- [6] S. Mayorga y M. Roperó, «Evaluación de la resistencia a compresión de bloques de concreto poroso con alvéolos horizontales,» Colombia, 2019.
- [7] D. Tamayo, «EL VIDRIO TRITURADO COMO ALTERNATIVA EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN,» Cuba, 2020.
- [8] A. R. Ramos, «Grounded glass as a sustainable technology in hydraulic concrete,» *TECHNOLOGY ON THE GO*, vol. 34, n° 13, pp. 13 - 18, 2021.
- [9] Y. Rojas y E. Vera, «Compressive strength of concrete made with electric arc furnace slag and recycled ground glass as replacement of coarse and fine aggregate,» *Construction Engineering Magazine*, vol. 36, n° 2, pp. 342-360, 2021.
- [10] M. Felix y Y. Sanchez, «INFLUENCIA DEL VIDRIO CRUDO MOLIDO RECICLADO COMO AGREGADO FINO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LADRILLO DE CONCRETO PARA MUROS PORTANTES,» Lima, 2020.
- [11] E.060, «Concreto Armado,» Lima, 2020.

- [12] NTP 400.011, *Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos*, Lima, 2020.
- [13] NTP 334.009, «CEMENTOS - Cementos Portland. requisitos,» Lima, 2020.
- [14] E.070, «Albañilería,» Lima, 2019.
- [15] NTP 400.012, «AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global,» Lima, 2018.
- [16] J. Villa, C. Álvarez, . H. Silva y L. Herrera, «Potencial de reacción de los agregados y el álcali en estructuras de concreto,» *Universidad Autónoma de Chihuahua* , vol. 6, n° 9, pp. 1-2, 2019.
- [17] NTP 399.605, «Método de ensayo para la determinación de la resistencia a compresión de prismas de albañilería,» Lima, 2013.
- [18] NTP 400.022, «Método peso específico y absorción del agregado fino,» Lima, 2013.
- [19] NTP 339.613, *Método de muestreos y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería*, Lima, 2005.

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura N°64. Elaboración de la mezcla



Fuente: Propia del autor

Se observa que el proceso de mezclado se realizó de forma manual, este proceso de mezclado fue el mismo para todos los diseños.

Figura N°65. Ubicación de la máquina, vaciado y vibrado de los bloques



Fuente: Propia del autor

Este proceso se hace repetidamente ya que la máquina elabora 4 unidades, este proceso consiste en colocar la mezcla dentro de la máquina la cual lo vibra y lo compacta por un minuto aproximadamente y luego lo desencofra y se retira de la zona

para continuar con la elaboración de más bloques.

Figura N°66. Elaboración de los bloques - $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Propia del autor

En la imagen a) observamos la elaboración de los bloques, siendo 4 lotes en total, b) muestra el curado y secado de los bloques en su misma área de elaboración y c) nos muestra el rotulado de los bloques para su identificación y el apilado de los mismo.

Figura N°67. Refrentado de los bloques



Fuente: Propia del autor

Este proceso de refrentado se hace como mínimo 2 días antes de ser ensayados los especímenes, ya que esto permite que la pasta se adhiera a las caras de los bloques y reciba la carga de manera homogénea.

Figura N°68. Ensayo de compresión de los bloques



Fuente: Propia del autor

Se muestra el proceso que se realizaba para el ensayo de las roturas de los bloques de estudio, estos ensayos se realizaron en laboratorio, siendo el mismo proceso para todas las roturas.

ANEXOS

Anexo N° 01 Requisitos físicos del Cemento Tipo MS-Pacasmayo

REQUISITOS FÍSICOS					
ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS
Contenido de aire	Máximo	12.00	%	NTP 334.048	6.00
Finura					
Superficie específica	-	-	cm ² /g	NTP 334.002	5530.00
Retenido M325	-		%	NTP 334.045	2.20
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.03
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	11.0 (1600)	Mpa(psi)	NTP 334.051	22.9(3320)
7 días	Mínimo	18.0 (2610)	Mpa(psi)	NTP 334.051	33.3(4830)
28 días	Mínimo	28.0 (4060)	Mpa(psi)	NTP 334.051	44.0(6380)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	173
Fraguado fina	Máximo	420	Minutos	NTP 334.006	300
Expansión Barra de mortero a 14 días	Máximo	0.02	%	NTP 334.093	0.007
Expansión por sulfatos a 6 meses	Máximo	0.1	%	NTP 334.094	0.01
Calor de hidratación a 3 días	Máximo	335	kJ/kg	NTP 334.171	234

Fuente: *Cemento Tipo MS-Pacasmayo*

Anexo N° 02 Ensayo de granulometría de la arena gruesa



Tesista
Escuela

Tesis

Lugar

Fecha de emisión

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



: Rojas Mego Limber
: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
: Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
: Chiclayo, 20 de Setiembre del 2022

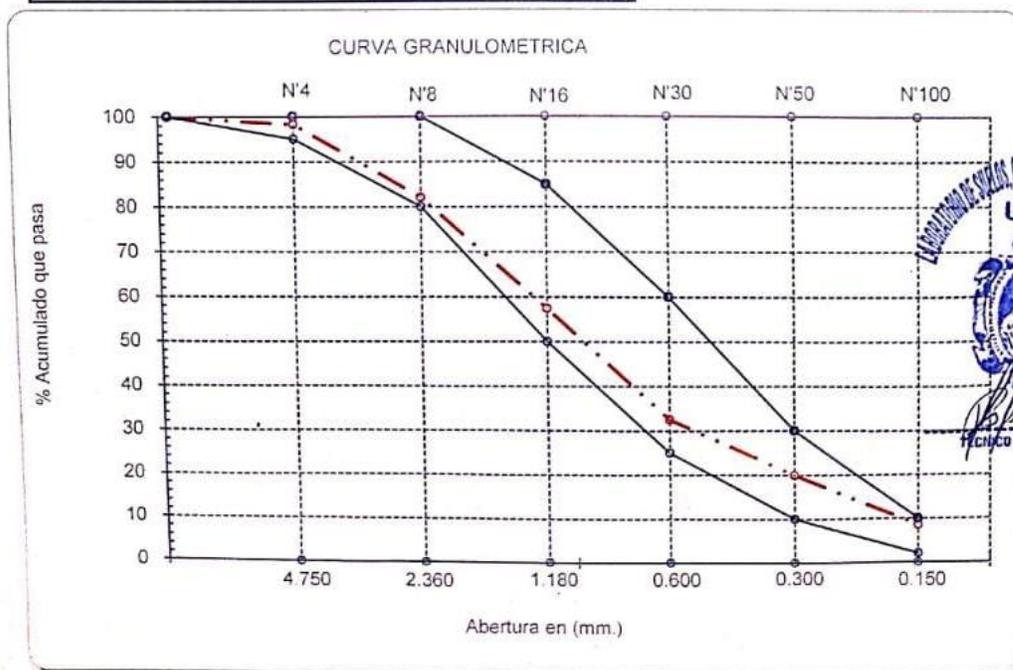
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

P. Inicial S. 500.0

% de Humedad = 0.76

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	8.5	1.7	1.7	98.3	95	100
Nº 08	2.360	81.1	16.2	17.9	82.1	80	100
Nº 16	1.180	123.1	24.6	42.5	57.5	50	85
Nº 30	0.600	124.5	24.9	67.4	32.6	25	60
Nº 50	0.300	62.5	12.5	79.9	20.1	10	30
Nº 100	0.150	57.5	11.5	91.4	8.6	2	10
Fondo		42.8	8.6	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				3.010			
Abertura de malla de referencia				9.500			



Anexo N° 03 Ensayo de contenido de humedad de la arena gruesa y confitillo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Rojas Mego Limber
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Setiembre del 2022

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1200	1200
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1191	1191
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.76	0.76
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.76	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1200	1200
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1195	1195
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.4	0.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.42	

Observaciones :



Anexo N° 04 Ensayo de peso específico y absorción de la arena y confitillo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Rojas Mego Limber
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Setiembre del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P	(g)	878.5	878.7
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	690.8	690.8
3.- Peso del Agua	(g)	187.7	187.9
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	689	689.39
5.- Peso del Frasco	(g)	390.8	390.8
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	299	299
7.- Volumen del frasco	(g)	300	300

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.661
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.674
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.695
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.47

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	544	685
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	549	691
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del can	(g)	544	632
4.- Peso de la canastilla	(g)	200	200
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	344	432

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.650
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.673
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.714
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.89



Anexo N° 05 Ensayo de peso unitario suelto y compactado de la arena



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Setiembre del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra : Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19334	19350
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10477.0	10477.0
3.- Peso del material		8857	8873
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	5748	5748
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1541	1544
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1531	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	20718	20730
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10477.0	10477.0
3.- Peso del material		10241	10253
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	5748	5748
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1782	1784
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1769	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1200	1200
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1191	1191
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.8	0.8
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.76	



Anexo N° 06 Ensayo granulométrico del confitillo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



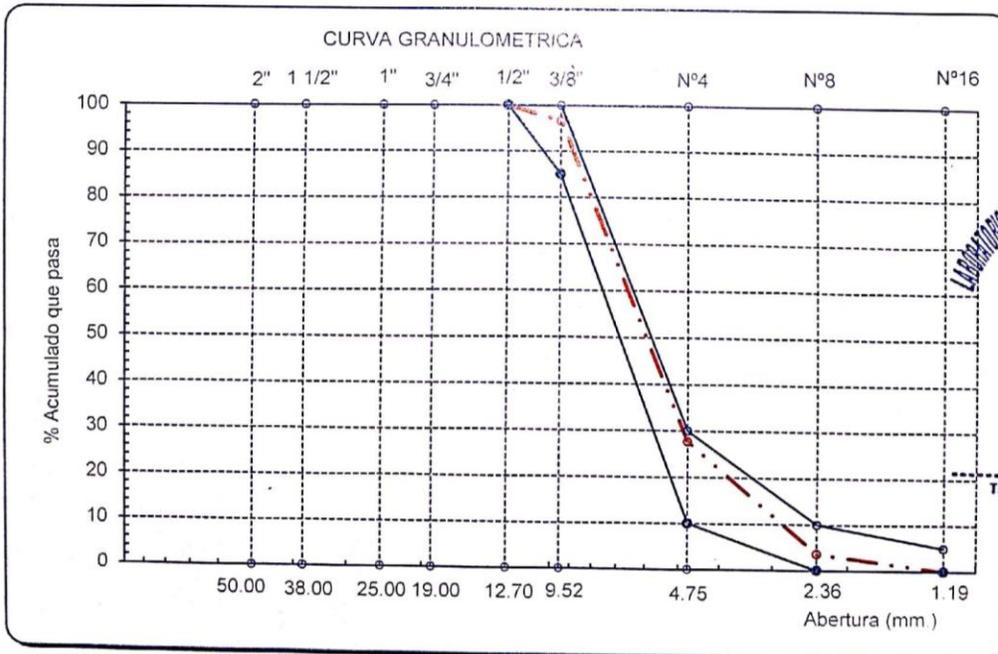
Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Setiembre del 2022
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

% de Humedad = 0.42

P. Inicial S. 3085

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones Huso 8	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00						
1 1/2"	38.00						
1"	25.00						
3/4"	19.00						
1/2"	12.70				100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	105.0	3.4	3.4	96.6	85.0	100.0
Nº 04	4.75	2123.0	68.8	72.2	27.8	10.0	30.0
Nº 08	2.36	745.0	24.1	96.4	3.6	0.0	10.0
Nº 16	1.19	112.0	3.6	100.0	0.0	0.0	5.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1/2"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/8"	25.00			



Anexo N° 07 Ensayo de peso unitario suelto y compactado del confitillo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Rojas Mego Limber
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Setiembre del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18190	18205
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10477.0	10477.0
3.- Peso del material		7713	7728
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	5748	5748
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1342	1344
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1338	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18627	18645
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10477.0	10477.0
3.- Peso del material		8150.0	8168.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	5748	5748
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1418	1421
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1414	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1200	1200
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1195	1195
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.4	0.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.42	



Anexo N° 08 Ensayo de granulometría del vidrio molido



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

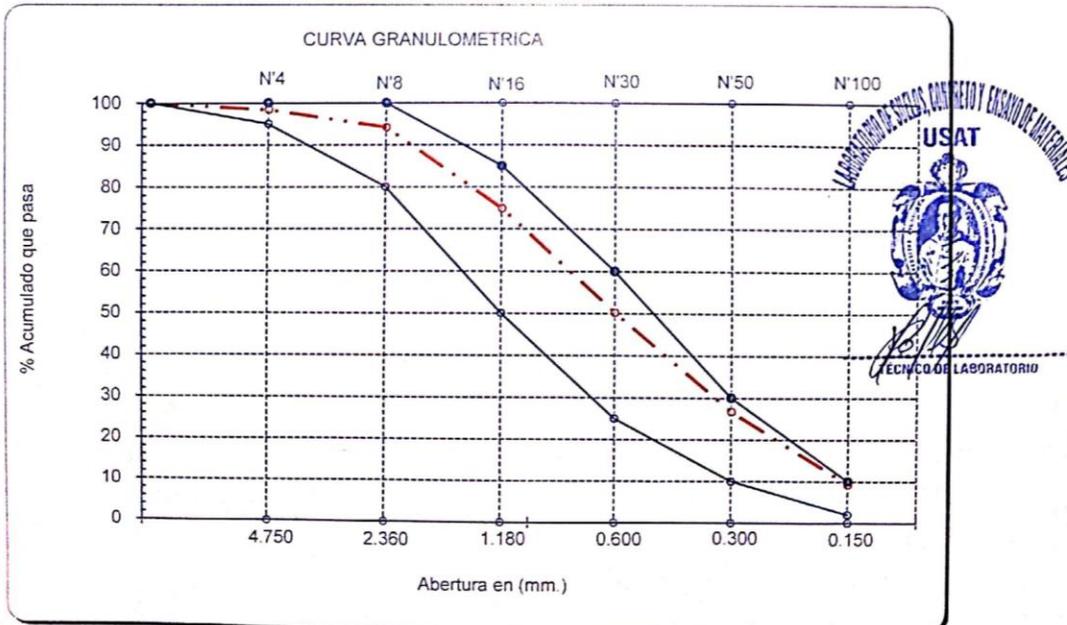


Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de setiembre del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Vidrio molido. % de Humedad = 0.76
 P. Inicial S. 500.0

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	7.6	1.5	1.5	98.5	95	100
Nº 08	2.360	21.2	4.2	5.8	94.2	80	100
Nº 16	1.180	96.66	19.3	25.1	74.9	50	85
Nº 30	0.600	123.1	24.6	49.7	50.3	25	60
Nº 50	0.300	117.9	23.6	73.3	26.7	10	30
Nº 100	0.150	87.2	17.4	90.7	9.3	2	10
Fondo		46.38	9.3	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.46			
Abertura de malla de referencia				9.50			



Anexo N° 09 Diseño de mezcla para bloques de concreto $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Setiembre del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA BLOQUES $F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Portland MS
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

- Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.
- 1.- Peso específico de masa 2.661 gr/cm^3
 - 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.674 gr/cm^3
 - 3.- Peso unitario suelto 1531 Kg/m^3
 - 4.- Peso unitario compactado 1769 Kg/m^3
 - 5.- % de absorción 0.5%
 - 6.- Contenido de humedad 0.8%
 - 7.- Módulo de fineza 3.010

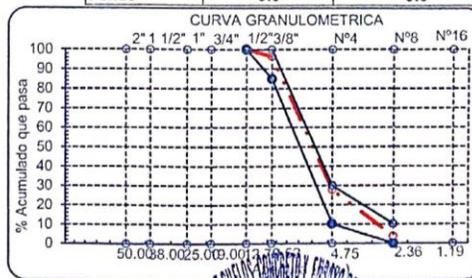
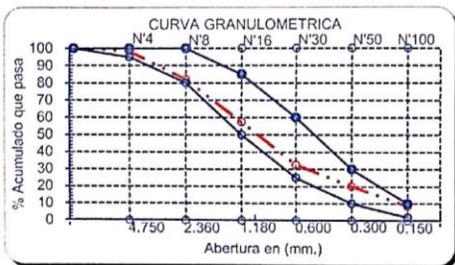
Agregado grueso :

- Cantera : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.
- 1.- Peso específico de masa 2.650 gr/cm^3
 - 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.673 gr/cm^3
 - 3.- Peso unitario suelto 1338 Kg/m^3
 - 4.- Peso unitario compactado 1414 Kg/m^3
 - 5.- % de absorción 0.9%
 - 6.- Contenido de humedad 0.4%
 - 7.- Tamaño máximo $1/2'' \text{ Pulg.}$
 - 8.- Tamaño máximo nominal $3/8'' \text{ Pulg.}$

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
N° 04	1.7	98.3
N° 08	16.2	82.1
N° 16	24.6	57.5
N° 30	24.9	32.6
N° 50	12.5	20.1
N° 100	11.5	8.6
Fondo	8.6	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
1/2"	0.0	100.0
3/8"	3.4	96.6
N° 04	68.8	27.8
N° 08	24.1	3.6
N° 16	3.6	0.0
Fondo	0.0	0.0





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Setiembre del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA BLOQUES $F'c = 50 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2417 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 3 días : 34 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 3 días : 67 %
 Resistencia promedio a los 7 días : 39 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 77 %
 Resistencia promedio a los 14 días : 49 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 14 días : 97 %
 Resistencia promedio a los 28 días : 57 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 28 días : 115 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 6.2 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.866

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 263 Kg/m³ : Cemento Portland MS
 Agua 228 Lts/m³ : Agua potable
 Agregado fino 1138 Kg/m³ : Cantera La Victoria-Pátapo.
 Agregado grueso 623 Kg/m³ : Confitillo-Tres Tomas-Ferreñafe.

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	4.32	2.37	36.75	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	4.24	2.66	36.75	Lts/pie ³



Anexo N° 10 Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : ROJAS MEGO LIMBER
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : "Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 27 de Octubre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO f'c= 50 kg/cm2	30/09/2022	3/10/2022	3	23
02	CONCRETO f'c= 50 kg/cm2	30/09/2022	3/10/2022	3	26
03	CONCRETO f'c= 50 kg/cm2	30/09/2022	7/10/2022	7	47
04	CONCRETO f'c= 50 kg/cm2	30/09/2022	7/10/2022	7	34
05	CONCRETO f'c= 50 kg/cm2	30/09/2022	14/10/2022	14	48
06	CONCRETO f'c= 50 kg/cm2	30/09/2022	14/10/2022	14	46
07	CONCRETO f'c= 50 kg/cm2	30/09/2022	28/10/2022	28	54
08	CONCRETO f'c= 50 kg/cm2	30/09/2022	28/10/2022	28	72

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.



Anexo N° 11 Ensayo de resistencia a compresión de bloques patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : ROJAS MEGO LIMBER
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto

Ubicación : Chiclayo, Lambayeque

Fecha : Chiclayo, 30 de octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2005 - Revisión 2015

Muestra N°	Descripción de la unidad	Moldeo	Rotura	Edad	Área Neta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	BLOQUES DE CONCRETO - DISEÑO PATRÓN	30/09/2022	7/10/2022	7	290	11492	40
02		30/09/2022	7/10/2022	7	290	11808	41
03		30/09/2022	7/10/2022	7	290	11574	40
04		30/09/2022	14/10/2022	14	290	14602	50
05		30/09/2022	14/10/2022	14	290	13838	48
06		30/09/2022	14/10/2022	14	290	14358	50
07		30/09/2022	28/10/2022	28	290	17570	61
08		30/09/2022	28/10/2022	28	290	17855	62
09		30/09/2022	28/10/2022	28	290	18008	62

NOTA:

- Ensayo realizado en bloque entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Rue: Resistencia a la compresión en unidad entera.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas desde el día 07/10/2022 al día 28/10/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



Anexo N° 12 Ensayo de resistencia a compresión de bloques con 20 % vidrio molido



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : ROJAS MEGO LIMBER
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 30 de octubre del 2022
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2005 - Revisión 2011

Muestra N°	Descripción de la unidad	Moldeo	Rotura	Edad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	BLOQUES DE CONCRETO - DISEÑO CON 20 % DE VIDRIO MOLIDO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO	30/09/2022	07/10/2022	7	290	12053	42
02		30/09/2022	07/10/2022	7	290	12002	41
03		30/09/2022	07/10/2022	7	290	11910	41
04		30/09/2022	14/10/2022	14	290	15163	52
05		30/09/2022	14/10/2022	14	290	15428	53
06		30/09/2022	14/10/2022	14	290	15000	52
07		30/09/2022	28/10/2022	28	290	18702	64
08		30/09/2022	28/10/2022	28	290	18579	64
09		30/09/2022	28/10/2022	28	290	18335	63

NOTA:

- Ensayo realizado en bloque entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- R_{ue}: Resistencia a la compresión en unidad entera.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas desde el día 07/10/2022 al día 28/10/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



Anexo N° 13 Ensayo de resistencia a compresión de bloques con 30 % vidrio molido



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : ROJAS MEGO LIMBER
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Chidayo, Lambayeque
Fecha : Chidayo, 30 de octubre del 2022
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2005 - Revisión 2011

Muestra N°	Descripción de la unidad	Moldeo	Rotura	Edad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	BLOQUES DE CONCRETO - DISEÑO CON 30 % DE VIDRIO MOLIDO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO	30/09/2022	07/10/2022	7	290	15408	49
02		30/09/2022	07/10/2022	7	290	16326	52
03		30/09/2022	07/10/2022	7	290	15326	49
04		30/09/2022	14/10/2022	14	290	18518	59
05		30/09/2022	14/10/2022	14	290	18447	59
06		30/09/2022	14/10/2022	14	290	18783	60
07		30/09/2022	28/10/2022	28	290	21567	68
08		30/09/2022	28/10/2022	28	290	21883	69
09		30/09/2022	28/10/2022	28	290	21985	70

NOTA:

- Ensayo realizado en bloque entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Ruc: Resistencia a la compresión en unidad entera.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas desde el día 07/10/2022 al día 28/10/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



Anexo N° 14 Ensayo de resistencia a compresión de bloques con 40 % vidrio molido



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : ROJAS MEGO LIMBER
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 30 de octubre del 2022
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Resistencia a la compresión
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2005 - Revisión 2015

Muestra N°	Descripción de la unidad	Moldeo	Rotura	Edad	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
01	BLOQUES DE CONCRETO - DISEÑO CON 40 % DE VIDRIO MOLIDO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO FINO	30/09/2022	07/10/2022	7	290	17366	55
02		30/09/2022	07/10/2022	7	290	18131	58
03		30/09/2022	07/10/2022	7	290	17345	55
04		30/09/2022	14/10/2022	14	290	20772	66
05		30/09/2022	14/10/2022	14	290	19976	63
06		30/09/2022	14/10/2022	14	290	20558	65
07		30/09/2022	28/10/2022	28	290	23484	75
08		30/09/2022	28/10/2022	28	290	23698	75
09		30/09/2022	28/10/2022	28	290	24004	76

NOTA:

- Ensayo realizado en bloque entero
- No se reporta resultado promedio por presentar muestra incompleta
- Ruc: Resistencia a la compresión en unidad entera.

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Muestras ensayadas desde el día 07/10/2022 al día 28/10/2022
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



Anexo N° 15 Ensayo de absorción de bloques patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 20 de octubre del 2022

ENSAYO : **UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción**
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2002: Revisada 2015

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO - DISEÑO PATRÓN	13178	12098	8.9
02	BLOQUE DE CONCRETO - DISEÑO PATRÓN	11037	10085	9.4
03	BLOQUE DE CONCRETO - DISEÑO PATRÓN	11096	10202	8.8
Promedio				9.0

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.
G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.
A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo N° 16 Ensayo de absorción de bloques con 20 % vidrio molido



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 22 de octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2002 : Revisada 2015

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % DE VIDRIO	11638	10945	6.3
02	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % DE VIDRIO	11972	10956	9.3
03	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % DE VIDRIO	11984	10960	9.3

Promedio	8.3
----------	------------

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo N° 17 Ensayo de absorción de bloques con 30 % vidrio molido



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Rojas Mego Limber
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 24 de octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2002: Revisada 2015

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO CON 30 % DE VIDRIO	12188	11306	7.8
02	BLOQUE DE CONCRETO CON 30 % DE VIDRIO	12180	11392	6.9
03	BLOQUE DE CONCRETO CON 30 % DE VIDRIO	12185	11397	6.9
Promedio				7.2

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo N° 18 Ensayo de absorción de bloques con 40 % vidrio molido



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pag. 01 de 01)

Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 26 de octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2002: Revisada (2015)

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % DE VIDRIO	11367	10572	7.5
02	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % DE VIDRIO	11085	10966	1.1
03	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % DE VIDRIO	11226	10437	7.6
Promedio				5.4

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo N° 19 Ensayo de alabeo de bloques patrón



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto"
Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 24 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Método de ensayo para el Alabeo
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399 604 : 2005 - Revisión 2015

ALABEO EN BLOQUES							
BLOQUES DE CONCRETO PATRÓN							
N° DE BLOQUES	TIPO	LADO IZQ. (mm)	CENTRO (mm)	LADO DER. (mm)	ALABEO	PROMEDIO	OBSERVACIÓN
						(mm)	
M - 1	Bloque Patrón	2.34	1.98	1.63	(CONCAVIDAD)	2.0	Presenta Alabeo
M - 2	Bloque Patrón	1.87	1.23	1.08	(CONCAVIDAD)	1.4	Presenta Alabeo
M - 3	Bloque Patrón	1.32	1.56	1.20	(CONCAVIDAD)	1.4	Presenta Alabeo

PROMEDIO	1.8	1.6	1.3
----------	-----	-----	-----

RESULTADO FINAL ALABEO DE BLOQUE : 1.6

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



Anexo N° 20 Ensayo de alabeo de bloques con 20 % de vidrio molido



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto".
Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 24 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Método de ensayo para el Alabeo
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399 613 : 2005

ALABEO EN BLOQUES							
BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % VIDRIO MOLIDO							
N° DE BLOQUES	TIPO	LADO IZQ. (mm)	CENTRO (mm)	LADO DER. (mm)	ALABEO	PROMEDIO (mm)	OBSERVACIÓN
M - 1	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % VIDRIO MOLIDO	2.48	2.10	1.58	(CONCAVIDAD)	2.1	Presenta Alabeo
M - 2	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % VIDRIO MOLIDO	1.78	1.64	1.64	(CONCAVIDAD)	1.7	Presenta Alabeo
M - 4	BLOQUE DE CONCRETO CON 20 % VIDRIO MOLIDO	2.34	1.82	1.95	(CONCAVIDAD)	2.0	Presenta Alabeo
PROMEDIO		2.2	1.9	1.7			
RESULTADO FINAL ALABEO DE BLOQUE =		1.9					

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo N° 21 Ensayo de alabeo de bloques con 30 % de vidrio molido



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto".
Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 24 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Método de ensayo para el Alabeo
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

ALABEO EN BLOQUES							
BLOQUE DE CONCRETO CON 30% VIDRIO MOLIDO							
N° DE BLOQUES	TIPO	LADO IZQ. (mm)	CENTRO	LADO DER.	ALABEO	PROMEDIO	OBSERVACIÓN
			(mm)	(mm)		(mm)	
M - 1	BLOQUE DE CONCRETO CON 30% VIDRIO MOLIDO	1.80	1.45	1.68	(CONCAVIDAD)	1.6	Presenta Alabeo
M - 2	BLOQUE DE CONCRETO CON 30% VIDRIO MOLIDO	1.96	2.10	1.37	(CONCAVIDAD)	1.8	Presenta Alabeo
M - 4	BLOQUE DE CONCRETO CON 30% VIDRIO MOLIDO	2.05	1.24	1.75	(CONCAVIDAD)	1.7	Presenta Alabeo
PROMEDIO		1.9	1.6	1.6			
RESULTADO FINAL ALABEO DEL BLOQUE		1.7					

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo N° 22 Ensayo de alabeo de bloques con 40 % de vidrio molido



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : Rojas Mego Limber
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto".
Ubicación : Chiclayo - Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 24 de Octubre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Método de ensayo para el Alabeo
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

ALABEO EN BLOQUES							
BLOQUE DE CONCRETO CON 40% VIDRIO MOLIDO							
N° DE BLOQUES	TIPO	LADO IZQ.	CENTRO	LADO DER.	ALABEO	PROMEDIO	OBSERVACIÓN
		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	
M - 1	BLOQUE DE CONCRETO CON 40% VIDRIO MOLIDO	2.44	2.06	1.60	(CONCAVIDAD)	2.0	Presenta Alabeo
M - 2	BLOQUE DE CONCRETO CON 40% VIDRIO MOLIDO	2.01	1.44	1.02	(CONCAVIDAD)	1.5	Presenta Alabeo
M - 3	BLOQUE DE CONCRETO CON 40% VIDRIO MOLIDO	1.21	2.79	1.15	(CONCAVIDAD)	1.7	Presenta Alabeo
PROMEDIO		1.9	2.1	1.3			
RESULTADO FINAL ALABEO DE BLOQUE		1.7					

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo N° 23 Ensayo de variación dimensional de bloques patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : ROJAS MEGO LIMBER
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 24 de Octubre del 2022
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ensayo de - Variación Dimensional
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2005 - Revisión 2015

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	BLOQUES DE CONCRETO - DISEÑO PATRÓN	402.20	118.06	197.84
02		401.10	119.20	195.35
03		401.50	119.13	198.82
	PROMEDIO	401.60	118.80	197.34
	C.V.	0.14%	0.54%	0.91%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 03 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo N° 24 Ensayo de variación dimensional de bloques con 20 % de vidrio molido



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : ROJAS MEGO LIMBER
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 24 de Octubre del 2022
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ensayo de - Variación Dimensional
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2005 - Revisión 2015

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	BLOQUES DE CONCRETO CON 20 % DE VIDRIO	404.00	119.60	194.05
02		403.00	119.13	195.90
03		403.90	119.63	197.40
	PROMEDIO	403.63	119.45	195.78
	C.V.	0.14%	0.23%	0.86%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 03 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo N° 25 Ensayo de variación dimensional de bloques con 30 % de vidrio molido



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : ROJAS MEGO LIMBER
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 24 de Octubre del 2022
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ensayo de - Variación Dimensional
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2005 - Revisión 2015

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	BLOQUES DE CONCRETO CON 30 % DE VIDRIO	402.50	119.70	194.13
02		403.80	119.25	194.70
03		403.20	119.49	195.25
	PROMEDIO	403.17	119.48	194.69
	C.V.	0.16%	0.19%	0.29%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 03 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo N° 26 Ensayo de variación dimensional de bloques con 40 % de vidrio molido



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Tesista : ROJAS MEGO LIMBER
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 24 de Octubre del 2022
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ensayo de - Variación Dimensional
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.604 : 2005 - Revisión 2015

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	BLOQUES DE CONCRETO CON 40 % DE VIDRIO	403.00	119.39	195.25
02		402.50	119.25	195.42
03		404.00	119.77	194.20
	PROMEDIO	403.17	119.47	194.96
	C.V.	0.19%	0.23%	0.34%

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 03 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo N° 27 Ensayo de compresión axial de pilas patrón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Rojas Mego Limber

Proyecto / Obra : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Fecha de ensayo : 14/11/2022

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.

Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	Prisma 1 - Patrón 0% Vidrio	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	184680	7.96	0.925	7.37	75.12
02	Prisma 2 - Patrón 0% Vidrio	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	183450	7.91	0.925	7.32	74.62

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma
- tp: Menor dimensión lateral del prisma
- hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo N° 28 Ensayo de compresión axial de pilas con 20 % vidrio molido



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Rojas Mego Limber

Proyecto / Obra : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Fecha de ensayo : 14/11/2022

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.

Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	Prisma 1 - con 20 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	193210	8.33	0.925	7.71	78.59
02	Prisma 2 - con 20 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	198220	8.55	0.925	7.91	80.63

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma
- tp: Menor dimensión lateral del prisma
- hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo N° 29 Ensayo de compresión axial de pilas con 30 % vidrio molido



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Rojas Mego Limber

Proyecto / Obra : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Fecha de ensayo : 14/11/2022

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.

Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	Prisma 1 - con 30 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	203280	8.77	0.925	8.11	82.69
02	Prisma 2 - con 30 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	212910	9.18	0.925	8.49	86.60

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma
- tp: Menor dimensión lateral del prisma
- hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo N° 30 Ensayo de compresión axial de pilas con 40 % vidrio molido



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Rojas Mego Limber

Proyecto / Obra : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto

Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Fecha de ensayo : 14/11/2022

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.

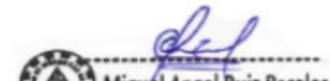
Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm ²)	hp/tp	Carga (N)	f _m (Mpa)	Factor Correc.	f _{mt} (Mpa)	f _{mt} (kg/cm ²)
01	Prisma 1 - con 40 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	223000	9.62	0.925	8.90	90.71
02	Prisma 2 - con 40 % Vidrio molido	17/10/2022	14/11/2022	28	197	118	398	23187	3.37	224000	9.66	0.925	8.94	91.11

OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma
- tp: Menor dimensión lateral del prisma
- hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo N° 31 Ensayo de compresión diagonal de muretes patrón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitante : ROJAS MEGO LIMBER
Proyecto / Obra : TESIS "APLICACIÓN DEL VIDRIO MOLIDO COMO REEMPLAZO PARCIAL DEL AGREGADO FINO PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO FÍSICO-MECÁNICO EN BLOQUES DE CONCRETO".
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo : Lunes, 14 de noviembre del 2022.
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	MURETE MUESTRA PATRÓN	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	95775	0.90	9.2
02	MURETE MUESTRA PATRÓN	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	101092	0.95	9.7

OBSERVACIONES:

- l : Largo de la muestra
- h: Altura de la muestra
- t : Espesor de la muestra
- P: Carga ultima
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo N° 32 Ensayo de compresión diagonal de muretes con 20 % vidrio molido



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Rojas Mego Limber
Proyecto / Obra : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo : 14/11/2022
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 20 % DE VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	145002	1.36	13.9
02	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 20 % DE VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	145865	1.37	14.0

OBSERVACIONES:

- l : Largo de la muestra
- h: Altura de la muestra
- t : Espesor de la muestra
- P: Carga ultima
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo N° 33 Ensayo de compresión diagonal de muretes con 30 % vidrio molido



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitante : Rojas Mego Limber
 Proyecto / Obra : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
 Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Fecha de ensayo : 14/11/2022
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 30 % DE VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	157176	1.48	15.0
02	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 30 % DE VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	152428	1.43	14.6

OBSERVACIONES:

- l : Largo de la muestra
- h: Altura de la muestra
- t : Espesor de la muestra
- P: Carga última

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo N° 34 Ensayo de compresión diagonal de muretes con 40 % vidrio molido



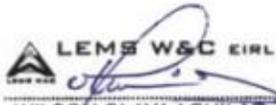
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Rojas Mego Limber
Proyecto / Obra : Aplicación del vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino para evaluar el comportamiento físico-mecánico en bloques de concreto
Ubicación : Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
Fecha de ensayo : 14/11/2022
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 40 % VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	158441	1.49	15.2
02	MURETE MUESTRA PATRÓN CON 40 % VIDRIO	17/10/2022	14/11/2022	28	625	630	120	75300	184232	1.73	17.6

OBSERVACIONES:

- l : Largo de la muestra
- h : Altura de la muestra
- t : Espesor de la muestra
- P : Carga última
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904