



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA ARQUITECTURA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO**

TEMA:

**ELABORACIÓN DE BLOQUE ECOLÓGICO A BASE DE
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, Y POLIETILENO
COMPRIMIDO PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.**

TUTOR:

ING. KLEBER MOSCOSO RIERA

AUTORES:

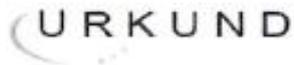
**ÁVILA QUIROZ ANTONIO ALEJANDRO
ÁVILES GARCÉS MICHELLE CATHERINE**

GUAYAQUIL –ECUADOR

2019

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
TÍTULO Y SUBTÍTULO: “Elaboración de bloque ecológico a base de residuos de construcción, y polietileno comprimido para vivienda de interés social”.		
AUTOR/ES: Ávila Quiroz Antonio Alejandro Avilés Garcés Michelle Catherine	REVISORES O TUTORES: Mg. Ing. Kléber Moscoso Riera	
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Arquitecto	
FACULTAD: Ingeniería, Industria y Construcción	CARRERA: Arquitectura	
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2019	N. DE PAGS: 144	
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción		
PALABRAS CLAVE: Bloque ecológico, escombros de construcción, polietileno comprimido		
RESUMEN: Debido a la responsabilidad de proyectar espacios amigables con el medio ambiente, se inicia con la idea de precisar un material que incluya en su fabricación escombros de construcción. En efecto, la construcción es una actividad que alcanza niveles altos en cuanto a la afectación al medio ambiente, mediante la generación de desperdicios comunes en obras; en consecuencia, esta situación se enfrenta a dos factores importantes que son el aumento de la huella ecológica y la necesidad de crear espacios dignos habitables. Este trabajo presenta la posibilidad de la elaboración de un prototipo de bloque ecológico con escombros de construcción más polietileno comprimido; para su realización se consultó la norma técnica ecuatoriana que distinguen los ensayos para identificar la resistencia adecuada, la humedad óptima, la granulometría estándar, entre otros. Se realizó 3 tipos de muestras con dosificaciones distintas para bloques de mampostería, con residuos de construcción más elementos tradicionales, la primera muestra se añadió el 10% de polietileno comprimido, la segunda con 20% de este componente, y la tercera con el 30% de éste agregado. La muestra óptima es un prototipo de bloque ecológico clase B con 20% de polietileno comprimido.		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Ávila Quiroz Antonio Alejandro Avilés Garcés Michelle Catherine	Teléfono: 0994406042 0985146698	E-mail: arq.antonio-avila@hotmail.com michelitakath@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Mae. Ing. Civ. Alex Salvatierra Espinoza Cargo: Decano Facultad de Ingeniería Industria y Construcción Teléfono: (04)2596500 Ext. 240 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec Nombre: Mg. María Dueñas Cargo: Directora de carrera Teléfono: (04)2596500 Ext. 209 E-mail: mduenasb@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis Avilés-Avila u.docx (D51749347)
Submitted: 5/9/2019 12:51:00 AM
Submitted By: kmoscoso@ulvr.edu.ec
Significance: 8 %

Sources included in the report:

EDWIN AYALA Y LORENA IÑIGUEZ URKUND.docx (D50492238)
Mauricio Maldonado TESIS parte 1 pdf.pdf (D12723326)
TESIS RAÚL(CAPITULO 2, 3 y 4) ULTIMO.docx (D47985064)
TESIS FINAL AC,MM.pdf (D34759380)
TESIS BLOQUES PET.docx (D44407735)
<https://www.monografias.com/docs/Historia-De-Block-De-Concreto-F3BLMECBY>
<https://www.monografias.com/trabajos89/formulacion-mezcla-elaborar-bloques-materiales-pet/formulacion-mezcla-elaborar-bloques-materiales-pet.shtml>
<https://www.podiumrosmalen.nl/m%C3%A1quinas/m%C3%A1quinas-para-la-fabricaci%C3%B3n-de-bloques-de-cemento-arena/>
<https://docplayer.es/68019626-Diseno-y-fabricacion-de-ladrillo-reutilizando-materiales-a-base-de-pet-1-design-and-construction-of-bricks-reusing-pet-based-materials.html>
<http://circulotne.com/ladrillos-ecologicos-en-pro-del-medio-ambiente.html>

Instances where selected sources appear:

20

Firma: 

Msc. Ing. Kléber Moscoso Riera

C.I. # 0908960628

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los egresados *ÁVILA QUIROZ ANTONIO ALEJANDRO* y *AVILÉS GARCÉS MICHELLE CATHERINE*, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar: *ELABORACIÓN DE BLOQUE ECOLÓGICO A BASE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, Y POLIETILENO COMPRIMIDO PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.*

Autor(es)

Firma: 
ÁVILA QUIROZ ANTONIO ALEJANDRO

C.I. 092307311-7

Firma: 
AVILÉS GARCÉS MICHELLE CATHERINE

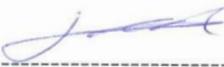
C.I. 0923061980

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación: “*ELABORACIÓN DE BLOQUE ECOLÓGICO A BASE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, Y POLIETILENO COMPRIMIDO PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL*”, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “*ELABORACIÓN DE BLOQUE ECOLÓGICO A BASE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, Y POLIETILENO COMPRIMIDO PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL*” presentado por los estudiantes *ÁVILA QUIROZ ANTONIO ALEJANDRO* y *AVILÉS GARCÉS MICHELLE CATHERINE* como requisito previo, para optar al Título de Arquitecto encontrándose apto para su sustentación

Firma: -----

MG. ING. KLÉBER MOSCOSO RIERA

C.I. *0908960628*-----

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de culminar esta etapa y alcanzar una meta más en mi vida.

A mis padres, hermanas, y hermano por estar siempre en cada momento y por no dejarme desmayar y seguir adelante sin mirar atrás.

A mi padrino por estar en ese momento en apoyarme y darme ánimos para que estudie la carrera que me gusta.

A mis amigos que siempre me escucharon y compartimos conocimientos en el transcurso de este camino.

Atentamente:

AVILÉS GARCÉS MICHELLE CATHERINE

DEDICATORIA

Dedico este tema de tesis principalmente a Dios por haberme permitido disfrutar de este momento, por darme el esfuerzo constante durante todo este tiempo

Dedico, además, con todo cariño y amor para esas personas importantes en mi vida.

A mis padres, hermanas, tías, tíos, abuelos, primos, amigos, ahijados.

Y de especial manera, a dos personas importantes en mi vida: a mi sobrina Valeria Sofía y a mi hermano Christian.

Atentamente:

AVILÉS GARCÉS MICHELLE CATHERINE

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a mis padres, hermanas y a mi familia por estar siempre pendientes para llegar a culminar esta meta.

A Dios por bendecirme a mí y a toda mi familia, a las personas que a lo largo de mi vida han estado ahí para darme su apoyo y amor incondicional.

A mi Director de tesis por su aporte invaluable, el tiempo y la paciencia en la elaboración de este documento.

Atentamente:

ANTONIO ALEJANDRO ÁVILA QUIROZ

DEDICATORIA

¡Dedico esta tesis a Dios por darme siempre fuerza para continuar en lo adverso, por guiarme en el sendero de lo sensato y darme sabiduría en las situaciones difíciles. A mis padres que gracias a sus palabras y consejos me han ayudado a crecer como persona y luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar una gran meta.

A mis hermanas por su gran apoyo, cariño y por estar en los momentos más importante de mi vida. Este logro también es de ustedes.

A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

Atentamente:

ANTONIO ALEJANDRO ÁVILA QUIROZ

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	ii
CERTIFICADO DE SIMILITUDES	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES	iv
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Tema.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Formulación del problema.....	4
1.4. Sistematización del problema.....	4
1.5. Objetivo general.....	4
1.6. Objetivos específicos.....	5
1.7. Justificación del proyecto.....	5
1.8. Delimitación.....	6
1.9. Hipótesis.....	6
1.9.1. Variable independiente.....	6
1.9.2. Variable dependiente.....	7
1.10. Línea de investigación Institución/Facultad.....	7
CAPÍTULO II	8

2.	MARCO TEÓRICO.....	8
2.1.	Antecedentes.....	8
2.1.1.	Bloques tradicionales y ecológicos.....	8
2.1.2.	Orígenes del polietileno.....	12
2.1.3.	Investigaciones sobre bloques ecológicos.....	13
2.2.	Marco Conceptual.....	19
2.2.1.	Ladrillos ecológicos.....	19
2.2.2.	El Polietileno.....	20
2.2.3.	Bloques de hormigón.....	23
2.2.4.	Cemento.....	24
2.2.5.	Agregados.....	28
2.2.6.	Agregados reciclados y los agregados naturales.....	29
2.2.7.	Clasificación de los residuos de Construcción.....	30
2.3.	Marco Legal.....	30
2.3.1.	Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial No. 449, 20 de octubre del 2008 (Asamblea Constituyente, 2008).....	30
2.3.2.	Ley de Gestión Ambiental (Congreso Nacional, 2004).....	31
2.3.3.	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización - COOTAD (Presidencia de la república, 2010).....	32
2.3.4.	Ordenanzas Municipales sobre residuos de construcción.....	32
2.3.5.	Norma técnica ecuatoriana: Bloques de hormigón. Requisitos y métodos de ensayos NTE INEN 3066 (Ministerio de Industrias y productividad, 2016). 34	
2.3.6.	Norma ecuatoriana: Áridos para hormigón. - Requisitos INEN 872 35	
2.3.7.	Ladrillos cerámicos. Determinación de absorción de humedad. NTE INEN 296 (Ministerio de Industria y Productividad, 2015).....	35
2.3.8.	Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso. NTE INEN 0696 (Ministerio de Industrias y Productividad, 2011).....	35
	CAPÍTULO III.....	36
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
3.1.	Metodología.....	36
3.2.	Tipo de investigación.....	37

3.3.	Enfoque.....	38
3.4.	Técnicas e instrumentos.....	38
3.5.	Población.....	39
3.6.	Muestra.....	40
3.7.	Análisis de resultados.....	41
CAPÍTULO IV.....		51
4.	PROPUESTA.....	51
4.1.	Fundamentación de la propuesta.....	51
4.2.	Descripción de la propuesta.....	51
4.2.1.	Recolección de los materiales principales.....	51
4.2.2.	Ensayo granulométrico.....	53
□	Equipos y herramientas para ensayo granulométrico.....	53
4.2.3.	Ensayo de límites.....	55
4.2.4.	Determinación de la dosificación.....	58
4.3.	Elaboración del bloque ecológico.....	59
4.3.1.	Detalles preliminares.....	59
4.4.	Pruebas físicas.....	66
4.4.1.	Ensayo de saturación.....	66
4.4.2.	Ensayo de absorción.....	67
4.5.	Pruebas mecánicas.....	67
4.5.1.	Resistencia a la compresión.....	67
4.6.	Discusión.....	69
4.7.	Presupuesto.....	72
4.8.	Ventajas del producto obtenido (bloque ecológico).....	73
CONCLUSIONES.....		74
RECOMENDACIONES.....		76
GLOSARIO.....		77
BIBLIOGRAFÍA.....		79

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Contribución de los materiales de construcción en 1 m sobre las emisiones de CO2.	3
Imagen 2 Ladrillos ecológicos	8
Imagen 3. Ladrillos ecológicos	9
Imagen 4. Ladrillos ecológicos	10
Imagen 5. Ladrillos ecológicos	11
Imagen 6. Ladrillos ecológicos	12
Imagen 7. Ladrillos ecológicos	13
Imagen 8. Ladrillos ecológicos	14
Imagen 9. Ladrillos ecológicos	15
Imagen 10. Vivienda con Ladrillos ecológicos.....	18
Imagen 11. Viviendas con ladrillos ecológicos.....	19
Imagen 12. Ladrillos ecológicos	19
Imagen 13. Polietileno	20
Imagen 14. Sobre la necesidad de reutilizar escombros	41
Imagen 15. Sobre la posibilidad de elaborar bloques con escombros de construcción y polietileno.....	42
Imagen 16. Sobre la resistencia a la compresión de los bloques	43
Imagen 17. Sobre su uso en viviendas de interés social.	44
Imagen 18. Sobre las oportunidades del bloque ecológico.....	45
Imagen 19. Sobre el presupuesto del bloque.....	46
Imagen 20. Sobre su uso en otras obras	47
Imagen 21. Sobre la adherencia del bloque	48
Imagen 22. Sobre su participación en el desarrollo del bloque.....	49
Imagen 23. Sobre su participación en la recomendación del bloque	50
Imagen 24. Recolección de polietileno comprimido.....	52
Imagen 25. Escombros triturados.....	52
Imagen 26. Ensayo granulométrico.....	53
Imagen 27. Ensayo granulométrico.....	54
Imagen 28. Material en tamices retenido	54
Imagen 29. Herramientas para realizar prueba de Límite líquido.....	56

Imagen 30. Preparación de la mezcla para prueba	56
Imagen 31. Realización de la prueba de límites.....	57
Imagen 32. Límite plástico.....	58
Imagen 33. Elaboración de muestra fallida.....	59
Imagen 34. Obtención de muestra fallida	60
Imagen 35. Mezclado de componentes	60
Imagen 36. Batido en la mezcladora	61
Imagen 37. Vertido de la mezcla en la bloquera.....	61
Imagen 38. Obtención de la primera muestra	61
Imagen 39. Mezclado manual de componentes.....	62
Imagen 40. Batido en la mezcladora.....	62
Imagen 41. Vertido en la bloquera.....	63
Imagen 42. Cerrado de tapa de la bloquera.....	63
Imagen 43. Obtención de muestra 2.....	63
Imagen 44. Elaboración de muestras	64
Imagen 45. Batido en la mezcladora	64
Imagen 46. Vertido en bloquera.....	65
Imagen 47. Retirada de bloques	65
Imagen 48. Elaboración de muestras	66
Imagen 49. Ensayo de saturación.....	66
Imagen 50. Ensayo de saturación.....	67
Imagen 51. Prueba a la compresión	68
Imagen 52. Prueba a la compresión	68
Imagen 53. Prueba a la compresión	68
Imagen 54. Resistencia a la compresión a 28 días	69
Imagen 55. Resistencia a la compresión a 28 días	69
Imagen 56. Resistencia a la compresión- muestra 1	70
Imagen 57. Resistencia a la compresión- muestra 1	70
Imagen 58. Resistencia a la compresión- muestra tradicional	71
Imagen 59. Resistencia a la compresión- muestra tradicional	71
Imagen 60. Comparativa de precios de muestras.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Líneas de investigación de FIIC.....	7
Tabla 2 Datos técnicos del Polietileno de alta densidad (HDPE)	22
Tabla 3 Características del polietileno comprimido.....	23
Tabla 4 Población ocupada por actividad- Durán	39
Tabla 5 Sobre la necesidad de reutilizar escombros	41
Tabla 6 Sobre la posibilidad de elaborar bloques con escombros de construcción y polietileno.....	42
Tabla 7 Sobre la resistencia a la compresión de los bloques	43
Tabla 8 Sobre su uso en viviendas de interés social	44
Tabla 9 Sobre su fácil comercialización	45
Tabla 10 Sobre el presupuesto del bloque.....	46
Tabla 11 Sobre su uso en otras obras	47
Tabla 12 Sobre la adherencia del bloque	48
Tabla 13 Sobre su participación en el desarrollo del bloque	49
Tabla 14 Sobre su participación en la recomendación del bloque	50
Tabla 15 Presupuesto referencial	72
Tabla 16 Ventajas del bloque ecológico propuesto.....	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Modelo de encuestas a profesionales y maestros de construcción.....	81
Anexo 2. Bloque propuesto para Vivienda de Interés Social.....	84
Anexo 3. Gráficos sobre la resistencia a la compresión.....	86
Anexo 4. Resultados de las pruebas a la resistencia (en agua destilada).....	92
Anexo 5. Resultados de las pruebas a la resistencia (en agua común)	93
Anexo 6. Análisis granulométrico de los agregados	94
Anexo 7. Comparativa de costos de las demás muestras	98
Anexo 8. Norma técnica ecuatoriana: Bloques de hormigón. Requisitos y métodos de ensayos NTE INEN 3066	100
Anexo 9. Norma ecuatoriana: Áridos para hormigón. - Requisitos INEN 872 ..	115
Anexo 10. Ladrillos cerámicos. Determinación de absorción de Humedad	121
Anexo 11. ÁRIDOS. Análisis Granulométrico en los Áridos. (NTE INEN 696, 2011)	123

ABREVIATURAS.

VIS: Vivienda de interés social.

HDPE: High Density Polyethylene.

PEAD: Polietileno de alta densidad.

INEN: Instituto ecuatoriano de normalización.

ASTM: American Society of Testing Materials.

NTE: Norma técnica ecuatoriana.

ISO: International Organization of Standardization.

LN: Largo nominal

HN: Altura nominal.

INTRODUCCIÓN.

La demanda de soluciones ecológicas en la arquitectura va aumentando conforme se demuestra el deterioro del entorno urbano. Dentro de este criterio, la propuesta de esta investigación es un bloque ecológico a base de material reciclado, más polietileno comprimido; dirigido a mejorar la calidad de vida en grupos de interés social y asequibilidad a los habitantes, más enfocar la solución en dirigir los residuos urbanos a hacia la obtención de nuevos materiales de construcción.

La reutilización de desechos de construcción apuesta al desarrollo de nuevas tecnologías, contribuyendo a la ciudad sostenible y sustentable, y a su comunidad, por tanto, se cumple con la responsabilidad de la arquitectura que exhorta al beneficio colectivo. Diseñar y proyectar espacios habitables se establece en la investigación de carácter descriptivo que se presenta, analizando las diferentes tendencias en materiales para categorizar su uso en el diseño que puede ser adoptado en otros proyectos similares.

La importancia de la investigación se demuestra al seleccionar componentes de fácil reutilización como opción para experimentar nuevas estrategias de diseño desde la búsqueda de la reducción de costos en materia prima. En este caso, la parte innovadora está presente en la búsqueda de las proporciones adecuadas en el uso de residuos generados en la construcción, para ofrecer otra forma de elaborar viviendas. En efecto, el sector constructivo, se maneja desde la constante transformación y adaptación, lo que indica que, sin prever las directrices que hoy en día caracterizan a un determinado proyecto vanguardista, la valoración del consumidor impide su constancia en el medio.

El impacto del producto va más allá de proponer la reducción de los costos actuales en la valoración de una vivienda para la asequibilidad de usuarios; además se prioriza en la sostenibilidad de la inversión, conforme a su potencial en seguir generando ventajas en su periodo de vida útil; esto incluye meditar sobre un plan del buen manejo de escombros en obras, que determinan en la actualidad los criterios ligados a los movimientos arquitectónicos sostenibles, y sin duda, están revolucionado en el ámbito de la construcción.

Conforme a lo antes mencionado, la investigación está fragmentada en cuatro segmentos, que consisten en el diseño de la investigación como capítulo I: en donde

se despliega la problemática, los objetivos, la justificación, la delimitación de la investigación, la hipótesis y sus variables.

En el capítulo II se desarrolla el marco teórico que presenta los antecedentes de los bloques ecológicos, investigaciones referentes, conceptos relacionados al tema y el marco legal inmerso en la construcción de bloques. En el capítulo III se muestra los tipos de investigación a realizar, las técnicas a utilizar, el enfoque, la población a la que van dirigidas las encuestas, los gráficos y porcentajes de respuestas y los análisis de las mismas.

En el capítulo IV se describe todo el experimento realizado, comenzando por los requerimientos del proyecto, la recolección de materiales, la determinación de dosificación, la elaboración del bloque, los resultados de pruebas de laboratorio, las respectivas comparaciones, la elección de la muestra óptima y las conclusiones que surgen en la investigación, así como las recomendaciones.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1. Tema.

Elaboración de bloque ecológico a base de residuos de construcción, y polietileno comprimido para vivienda de interés social.

1.2. Planteamiento del problema.

En la actualidad, el medio ambiente se ha visto perjudicado por las acciones del hombre como resultado de lograr el desarrollo económico. Una actividad que ayuda a alcanzar ese crecimiento es propiamente la industria de la construcción, la cual afecta directamente al medio ambiente al generar grandes cantidades de escombros de obras. De esta manera, los residuos son los materiales de los desechos generados por la actividad relacionada con la edificación, como la elaboración de viviendas elementales para la habitabilidad colectiva.

En efecto, este entorno se enfrenta a dos factores importantes que son el aumento de la huella ecológica, y la necesidad de crear espacios dignos habitables; el primer aspecto inquieta en los procesos que éste conlleva, al ser los principales consumidores de recursos: energía y materiales. ENSLIC (2018) “Energy Saving through promotion of Life Cycle analysis in building”, cofinanciado por la Comisión Europea, estiman que las edificaciones consumen el 40% de la energía total y también son responsables del 30% de las emisiones de CO₂. Según el Worldwatch Institute (Washington), los edificios consumen el 60% de los materiales extraídos de la tierra.

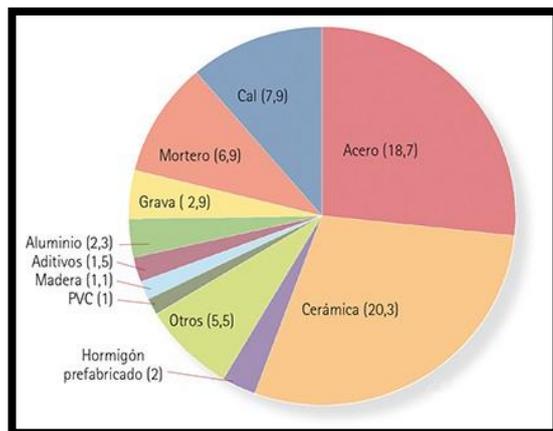


Imagen 1. Contribución de los materiales de construcción en 1 m sobre las emisiones de CO₂.
Fuente: Cuchí A, Wadel G, Lopez F, Sagrera A. (2009)

La falta de atención hacia este campo, es cada vez más señalado por movimientos ecológicos que sugieren criterios más amigables al contexto, así como una sociedad que respete su medio físico. En definitiva, el poco interés o atención en planes de reciclaje, como el desalojo debido de materiales, desencadenan conflictos para el medio ambiente y calidad de vida de los habitantes, por esta razón, esta investigación pretende exponer esta situación, con el fin de tomar medidas para su posterior reutilización. No obstante, el asunto se extiende en varias condicionantes que a continuación se las puntualiza de la siguiente manera:

- El incremento de los desechos contaminantes en áreas suburbanas y marginales.
- La elaboración de viviendas sin un adecuado manejo de eliminación de escombros.
- La falta de investigación de proyectos ecológicos en base a la reutilización de escombros de construcción.

1.3. Formulación del problema.

¿Cómo los residuos de construcción pueden limitar las condiciones óptimas del entorno de una vivienda social?

1.4. Sistematización del problema.

- ¿Cuáles serán las características de los escombros de construcción?
- ¿Cuál es la importancia de estudiar los residuos de obras y el polietileno comprimido para elaborar un material ecológico?
- ¿Cómo se beneficiaría la población al destinar los materiales de desalojo en la construcción y polietileno para la reutilización en viviendas de interés social?
- ¿Cuáles serán las diferencias entre materiales tradicionales y los ecológicos?

1.5. Objetivo general.

Elaborar un bloque ecológico a base de residuos de construcción, y polietileno comprimido para viviendas de interés social.

1.6. Objetivos específicos.

- Identificar las características de los residuos de construcción y el polietileno comprimido, a través de la recopilación de información.
- Definir las pruebas físicas, químicas, y mecánicas del producto, mediante ensayos de laboratorio, para identificar las características de las muestras
- Elaborar el prototipo con diferentes dosificaciones para un producto óptimo.

1.7. Justificación del proyecto.

La presente investigación consiste en la elaboración de un bloque ecológico a base de materiales reciclados; para preparar dicho material, se planteará pruebas de granulometría, de plasticidad, resistencia a la compresión y absorción, para que cumpla con las normas locales establecidas; y con la valoración óptima, realizar un análisis comparativo entre bloques tradicionales y el propuesto, para así proyectar la adquisición de una vivienda para un grupo de interés social, esto debido a que en muchas ocasiones, es inalcanzable para una determinada condición económica, lo que hace que las personas opten por domicilios incómodos e inseguros.

Con esta propuesta se apuesta al desarrollo de nuevas tecnologías, de manera que la elaboración de materiales innovadores representa un gran aporte dentro del sector constructivo, tan necesario para conformar un prototipo más amigable y asequible para determinado contexto residencial de la ciudad. Las distintas formas de arquitecturas van en constante evolución, y más cuando se trata de proyectos eco-amigables en ciudades en desarrollo, sin embargo, hay mucho por descubrir aún frente a optimización en espacios para el bienestar colectivo.

Se debe promover la innovación de materiales de la construcción, al igual que el impulso hacia las investigaciones sobre éstas, con la demostración en la posterior elaboración del prototipo, lo que daría paso a estudios similares y propuestas arquitectónicas ecológicas. La consigna también plantea determinar la dosificación correcta; y dicho material será sometido a pruebas de laboratorio: físicas, químicas, y mecánicas del nuevo producto, para que cumpla con las normas establecidas.

Este bloque ecológico pretende beneficiar a las personas de bajos recursos para que puedan adquirir una vivienda digna, aportando a la vez al mejoramiento del entorno

en el que habitan, al destinar los escombros de construcción en centros de acopios, así como el reciclaje de polietileno comprimido, evitando la excesiva contaminación que provocan los residuos de éstos materiales en los depósitos urbanos.

Este trabajo de investigación, además de conformar un prototipo para enfrentar problemas de habitabilidad en interés social en el cantón Durán, se enfoca en estudiar las diferentes tendencias en materiales para categorizar su uso en el diseño que puede ser adoptado en otros proyectos similares. Es así que se piensa en la responsabilidad que conlleva establecer diseños en base a la reutilización de desechos, manejando criterios sostenibles, propios de la arquitectura dirigida al bienestar común.

1.8. Delimitación.

Campo: Educación Superior- Tercer Nivel de grado

Área: Arquitectura.

Aspecto: Investigación experimental.

Tema: Elaboración de bloque ecológico a base de residuos de construcción, y polietileno comprimido para vivienda de interés social.

Delimitación espacial: Cantón Durán, Provincia del Guayas

Delimitación temporal: 6 meses

1.9. Hipótesis.

Con la elaboración del bloque ecológico a base de residuo de construcción y polietileno comprimido, se logrará beneficios en la vivienda de interés social.

1.9.1. Variable independiente.

Elaboración de bloque ecológico a base de residuos de construcción, y polietileno comprimido.

1.9.2. Variable dependiente.

Para vivienda de interés social.

1.10. Línea de investigación Institución/Facultad.

Tabla 1

Línea de investigación de FIIC

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	LÍNEA: Materiales Construcción	SUBLÍNEA: de Materiales innovadores en la construcción
---	---	---

Fuente: FIIC (2019)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes.

2.1.1. Bloques tradicionales y ecológicos.

Los bloques de concreto son los más usados para construir viviendas tradicionales, y sobre sus orígenes, varios historiadores indican que, en el periodo de reinado del emperador Romano, Calígula (37 d. C. – 41 d. C.), fueron usadas secciones pequeñas de hormigón prefabricado, en zonas como Nápoles era usado como material de construcción para viviendas, pero esta forma de edificar se perdió después de la caída del imperio romano. No obstante, en el año de 1824, el Inglés Joseph Aspdin desarrolló investigaciones sobre una piedra que dio inicio al cemento portland, el cual se transformó en uno de los materiales principales del hormigón moderno (Bloqueras, 2019).



Imagen 2 Ladrillos ecológicos

Fuente: Ecología verde (2018)

En cuanto al primer bloque de concreto con hoyos, según Lee (2017), fue industrializado por el americano Harmon Palmer en los años de 1890, fue posible mediante la patente de una máquina de bloques de hormigón, con el que realizó su primer espécimen de mampostería, que tenía medidas de 20.3 cm por 25.4 cm más

76.2 cm; no obstante, se trataba de un elemento de mucho peso, tanto que para incorporarlo en la obra, era necesario el uso de una grúa básica. Ya en los años 1905, se perfeccionaron las especificaciones técnicas, y se logró a considerar sus adaptaciones en muchas empresas fabricadoras, solo en el país del norteamericano.

Antes del boom de la industrialización, los bloques se realizaban conforme a la posibilidad de la mano de obra, esto se puede resumir en que se elaboraban 10 piezas de bloques por cada hora. En la actualidad, la formación de bloques es un proceso totalmente tecnológico, esta condición facilita su comercialización, de manera que ahora las cantidades de producción también han evolucionado, ahora las piezas que se fabrican por hora llegan a ser alrededor de 2000 unidades de mampostería (Bloqueras, 2019).

Pese a que este elemento de construcción era muy utilizado en sus inicios, otro material de construcción antiguo es el ladrillo, que llegó a considerarse como el principal material en las edificaciones de las antiguas Mesopotamia y Palestina, donde apenas se disponía de madera y piedras.



Imagen 3. Ladrillos ecológicos
Fuente: Ecología verde (2018)

Los habitantes de Jericó en Palestina fabricaban ladrillos hace unos 9.000 años. Los constructores sumerios y babilonios levantaron zigurats, palacios y ciudades

amuralladas con ladrillos secados al sol, que recubrían con otros ladrillos cocidos en hornos, más resistentes y a menudo con esmaltes brillantes formando frisos decorativos. En sus últimos años los persas construían con ladrillos al igual que los chinos, que levantaron la gran muralla. Los romanos construyeron baños, anfiteatros y acueductos con ladrillos, a menudo recubiertos de mármol.



Imagen 4. Ladrillos ecológicos
Fuente: Ecología verde (2018)

En el curso de la edad media, en el imperio bizantino, al norte de Italia, en los Países Bajos y en Alemania, así como en cualquier otro lugar donde escaseara la piedra, los constructores valoraban el ladrillo por sus cualidades decorativas y funcionales. Realizaron construcciones con ladrillos templados, rojos y sin brillo creando una amplia variedad de formas, como cuadros, figuras de punto de espina, de tejido de esterilla o lazos flamencos. Esta tradición continuó en el renacimiento y en la arquitectura georgiana británica, y fue llevada a América del norte por los colonos.

El ladrillo ya era conocido por los indígenas americanos de las civilizaciones prehispánicas. En regiones secas construían casas de ladrillos de adobe secado al sol. Las grandes pirámides de los olmecas, mayas y otros pueblos fueron construidas con

ladrillos revestidos de piedra. Pero fue en España donde, por influencia musulmana, el uso del ladrillo alcanzó más difusión, sobre todo en Castilla, Aragón y Andalucía.

Sin embargo, con el paso del tiempo la industria ha agregado sustancias tóxicas a la fabricación del ladrillo para mejorar sus características. En muchos de los casos al añadir fibras de poliéster que se queman en el horno, una práctica altamente contaminante y perjudicial (Redacción TNT, 2017). Gracias al criterio que la sociedad ha desarrollado se pudo cambiar esa tendencia por un producto más amigable con el entorno: ladrillos sustentables. (Manzanero, 2013).



Imagen 5. Ladrillos ecológicos

Fuente: Ecología verde (2018)

La importancia de la sostenibilidad en las empresas ladrilleras ha comprendido con el paso de los años a cómo mejorar los procesos para hacer una diferencia ambiental representativa que dé apertura a una nueva vía hacia el futuro de la preservación de un mejor mundo. Los ladrillos “verdes” proponen una serie de características que los hace un producto sustituyente al tradicional, en donde su aporte primordial es brindar alternativas responsables y amigables que eviten el desgaste natural de los recursos creando una conciencia en favor de la ecología.

2.1.2. Orígenes del polietileno.

El polietileno en su forma simple, fue descubierto por vez primera por el químico de origen alemán Hans von Pechmann, quien, por motivos de otra investigación, por accidente presentó este elemento cuando realizaba experimentos con diazometano, en 1898. Otros de sus compañeros: Bamberger y Tschirner observaron una sustancia blanca y con aspecto similar a la cera. Con este nuevo elemento, los químicos hicieron análisis químicos que dieron origen al polietileno (PA Academy, 2018).

No obstante, su industrialización no fue de forma inmediata, sino en 1932, cuando las fábricas en Gran Bretaña pasaban por una etapa de recesión, la empresa de origen inglés ICI, inició más investigaciones sobre este elemento, pese a los contratiempos de la época. Estos experimentos, al inicio no representaron mayores éxitos, sin embargo, poco a poco dieron sus frutos, gracias a éstos mismos errores y a los análisis de sus continuas coincidencias.



Imagen 6. Ladrillos ecológicos

Fuente: Ecología verde (2018)

En 1933, otros investigadores: Gibson y Fawcett trabajaron en experimentos con el etileno, un gas muy ligero elaborado a partir del petróleo, en esta ocasión, también no se demostraron los efectos iniciales esperados, en lugar de eso ellos observaron cómo se presentaba una sustancia blanca como apariencia a cera en las superficies laterales del interior del recipiente. Lo que dedujeron según los estudios a que se dio a partir de ésta reacción al etileno. Entonces este proceso se sintetizó por los químicos ingleses mencionados, en los laboratorios de ICI; mediante experimentos en Autoclave.

En el transcurso de dos años, se mejoraron los procedimientos y experimentos y se obtuvo más parecido al polietileno. Luego de esto, el laboratorio que llevaba la investigación; ICI, empezó los planes de desarrollo de este material, con una base de 8 gramos que ya habían presentado los ensayos, después ya iniciado los procesos, observaron que el oxígeno era de gran ayuda para la transformación al polietileno. Más adelante, en 1935, Perrin comenzó con la investigación para su industrialización en su versión de baja densidad, y fue el primer polietileno industrializado.

2.1.3. Investigaciones sobre bloques ecológicos.

La arquitecta Álvarez (2014), investigó sobre un bloque ecológico, su elaboración y posterior comercialización, este de material de construcción se trataba de un compuesto a base de cascarilla de Arroz, además estudió su Incidencia en el fortalecimiento de la preservación del medio ambiente. La autora planteó un proyecto para transformar los mencionados desechos en un producto útil para edificar, donde uno de sus principales propósitos fueron disminuir la contaminación ambiental causada por la cascara del arroz y aumentar así la gama de productos útiles en la construcción, ampliando de esta manera las opciones en el mercado al momento de adquirir un producto nuevo y ecológico.



Imagen 7. Ladrillos ecológicos
Fuente: Álvarez (2014)

Otro estudio similar lo plantea el Ing. Byron Piedra (2014), sobre *el análisis de un ladrillo suelo-cemento o ecológico en Cuenca*, este trabajo describe los ensayos de dosificación de mezclas de suelo-cemento y detalla un procedimiento técnico de producción de ladrillos ecológicos, resistentes, simples y económicos. El autor indica que se logró desarrollar los lineamientos respectivos con lo que se desplegó un

procedimiento general de producción adecuado y se mostró lo innumerables beneficios del ejemplar que van desde costos, hasta la resistencia deseada.

Para la fabricación de estos mampuestos se requiere la adquisición de todos los materiales que lo conformen, los mismos que serán ensayados en laboratorio para determinar sus propiedades mecánicas; una vez caracterizados los materiales se determinará la dosificación adecuada para conseguir una mezcla óptima y elaborar un mampuesto que cumpla con las características requeridas. Al final de toda la investigación si se obtienen resultados favorables se recomendará como una alternativa de construcción viable y sostenible, principalmente para aquellas zonas donde se cultive arroz.

Reinoso y Vergara (2016) investigaron la elaboración de un ladrillo ecológico tipo lego con dimensión de 300 x 150 x 85 mm a base de polietileno reciclado, cangahua, cemento y agua. Los investigadores lo realizaron mediante un prensado electrohidráulico, se aplicó un proceso de curado irrigándolo 2 veces diarias durante 7 días. Los resultados obtenidos son ladrillos más económicos para la construcción de viviendas, tienen un peso de 10 lb y una resistencia de 38,38 kg/cm².

Ellos afirmaron que el diseño del ladrillo innovador de tipo lego, agiliza el trabajo, este tipo de bloque no requiere el proceso de cocción, lo que disminuye la contaminación. Lo relevante del material ecológico es que consta de un material de construcción amigable con el ambiente ya que en el proceso de elaboración no se utiliza la cocción, como se realiza en el proceso de los elementos tradicionales que emanan gases contaminantes y hollín. Su diseño innovador tipo lego permite realizar la construcción de una forma fácil y rápida y una resistencia mayor a los módulos comunes.



Imagen 8. Ladrillos ecológicos
Fuente: Reinoso y Vergara (2016)

Camacho y Mena (2018), realizaron el diseño de un mampuesto ecológico como material sostenible para la construcción, dónde se emplearon elementos que no generen daño al medio ambiente, perduren en el tiempo y cuyo costo sea asequible; por lo cual, se ha propuesto el uso de la cáscara de arroz y ceniza de cáscara de arroz como componentes ecológicos; también estará conformado por suelo y cemento. Se prevé que este tipo de material pueda ser empleado para construcción de viviendas en zonas cercanas a la obtención de la materia prima del mampuesto.

Usando la cáscara de arroz como uno de los componentes del mampuesto, se espera generar un avance en el área de la bio-construcción y además la fabricación de un material que genere un impacto socio-económico en las comunidades donde se cultiva arroz y no se cuente con materiales aptos para la construcción.



Imagen 9. Ladrillos ecológicos
Fuente: Camacho y Mena (2018)

Los ingenieros Rojas y Vidal (2014), estudiaron de manera experimental el comportamiento sísmico de un material no convencional como son los ladrillos ecológicos prensados, los cuales son elaborados con una mezcla de suelo, cemento y agua, mezclados y tamizados de manera que puedan ser comprimidos por una prensa hidráulica que ejerce una fuerza de 7 toneladas. Se utilizó el procedimiento constructivo que el ladrillo ecológico propone, donde las columnas se refuerzan interiormente, utilizando los alveolos del mismo ladrillo para colocar tanto el refuerzo como las tuberías para instalaciones eléctricas y sanitarias.

Para ello se utilizaron los principios de la norma de albañilería de manera que podamos comprobar si con los ladrillos ecológicos y con el adecuado refuerzo, se puede construir viviendas de hasta dos pisos. Para ello se construyó un módulo en forma de “U”, de dos pisos a escala real con el sistema constructivo planteado, donde las columnas son moduladas con los mismos ladrillos, refuerzo horizontal y vertical debidamente confinado con mortero líquido. El módulo en forma de “U” contó con dos muros de corte y un muro de flexión siendo éste el de mayor longitud, así como con vigas de amarre construidas de forma convencional y no se colocó ningún tipo de elemento entre los pisos (losa aligerada o losa maciza).

También se realizaron ensayos de compresión en las unidades individuales del ladrillo ecológico prensado, así como ensayos de compresión axial en pilas y en muretes ensayos de compresión diagonal con la finalidad de obtener valores de las propiedades mecánicas que nos ayuden a determinar las condiciones con la que modelo debe ser ensayado. El modelo se ensayó sobre la mesa vibratoria del laboratorio de estructuras, sometándolo a sismos leve, moderado y severo.

Los resultados que fueron procesados para cada una de las fases ensayadas, se presentan y comentan en el presente documento. Las conclusiones y recomendaciones pueden servir como punto de partida para futuros proyectos de estudio y poder introducir en el mercado un producto alternativo de construcción que sea viable y que pueda cumplir con las especificaciones que la norma peruana de construcción plantea.

La investigadora, María Rojas (2014), en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de México, creó un ladrillo ecológico mediante un proceso sustentable; para su fabricación se utilizan residuos de construcción como materia prima y energía solar para el secado, en vez de la cocción tradicional en ladrilleras. Su producción industrial y comercialización podrían ayudar a reciclar sobrantes de los miles de obras civiles que se hacen en México. En el Distrito Federal sólo se envían mil de las siete mil toneladas que se generan al día, refirió María Neftalí Rojas Valencia.

La creación en serie de ladrillo ecológico podría satisfacer parte de la demanda nacional de ese material de construcción convencional, que por estado es de 279.6 millones de piezas por año. También contribuiría a mitigar ciertos problemas ambientales como la sobreexplotación de bancos de materiales vírgenes, además de la

contaminación atmosférica, pues el secado del eco ladrillo no genera emisiones como sucede en el caso de la cocción de tabique en hornos: en México, 16 mil 953 productores artesanales queman diferentes combustibles que producen gases de efecto invernadero.

La composición de esta innovación está formada por restos de excavación (arcilla), residuos de tala y de construcción triturados, integrados por un aditivo natural: una mezcla de agua con mucílago de nopal (Martínez, 2014). Los procesos industriales suelen ser los grandes contaminantes del planeta, ya sea por emisión de gases que se produce durante el proceso o por los desechos que estos generan. Uno de las industrias más contaminantes es la de producción de ladrillo, la cual usa mucho carbón y materiales como llantas para generar la energía.

En este trabajo se diseña y fabrica un ladrillo a base de cemento y escamas de PET (tereftalato de polietilene); para tal fin se estudiaron varias composiciones con diferentes pruebas de resistencia y compresión usando una máquina de tracción PCE-MTS500. Los resultados muestran un producto resistente comparable con los comerciales según la norma NTC 673; la muestra óptima presenta un esfuerzo de compresión de 5600 kgf en comparación con los ladrillos comerciales, que presentan un esfuerzo máximo de 4480 kgf. Se analizaron los costos comparativos con los del mercado actual brindando un excelente costo beneficio.

Una propuesta que ya aplica ladrillos ecológicos en viviendas, es en Brasil, en un pequeño poblado llamado Uberlândia, Minas Gerais, este plan de viviendas de interés social es un proyecto de carácter comunitario fue denominado como ECO PROYECTOS COMUNITARIOS SOLIODARIOS, que consiste en la elaboración de éstos elementos con ayuda de la comunidad, para generar oportunidades de empleo para esta sociedad, y su mejoramiento en su calidad de vida.

Este programa se enfoca en una economía popular y solidaria, además de principios de la sostenibilidad ambiental y la innovación tecnológica. A partir del diagnóstico de que la producción de ladrillo se realizaba casi exclusivamente por las mujeres jefas de familia, el proyecto ha sido rehecho desde la perspectiva de la búsqueda de la autonomía personal, profesional y financiera de estas mujeres (Rodríguez, 2014).

La familia en conjunto puede ser el recurso humano de este programa, lo que seguiría multiplicando las ventajas de ésta forma de construcción. Con el crecimiento de las

mujeres, la comunidad gana alternativas económicas sostenibles para la construcción de viviendas. La iniciativa tiene impacto en la vida de las mujeres y beneficia la conservación del medio ambiente en toda la sociedad, ayudando a construir viviendas dignas con costes más baratos 30% y ecológicamente más correctas que las hechas con ladrillos comunes (Rodríguez, 2014).

Otro proyecto importante es en Colombia, donde se planteó un programa para realizar el primer bloque modular ecológico, producto por una familia de Cali que necesitaba nuevos ingresos familiares. La materia prima no era más que la que ellos consideraban como basura, es decir el plástico, lo que permitiera contrarrestar los altos índices de déficit habitacional, en un país en el que cerca del 37% viven bajo la modalidad de arriendo y sólo el 45% cuenta con vivienda propia. Y así se elaboró este bloque modular, un ladrillo plástico, tipo LEGO (Redacción Cali Creativa, 2018).



Imagen 10. Vivienda con Ladrillos ecológicos
Fuente: Hábitat (2018)

Pero llegar a esto no fue una tarea fácil. Tardaron tres años en investigaciones para consolidar un prototipo del que sería el primer bloque modular ecológico y liviano construido en Colombia, capaz de sostener edificaciones de hasta cinco pisos, según estudios entregados por el equipo de ingenieros calculistas vinculados a Homicillo. Esta empresa, hoy consentida por la familia González, se creó como una opción de tecnología y desarrollo sostenible (Redacción Cali Creativa, 2018).



Imagen 11. Viviendas con ladrillos ecológicos
Fuente: HomeCell, (2018)

2.2. Marco Conceptual.

2.2.1. Ladrillos ecológicos.

Son un elemento clave en la arquitectura ecológica. Sin embargo, el término agrupa a distintos tipos de materiales y sus beneficios también pueden ser muy diferentes. A pesar de sus diferencias, todos ellos tendrán en común una serie de ventajas a nivel ambiental o de sostenibilidad.



Imagen 12. Ladrillos ecológicos
Fuente: Ecología verde (2018)

Los ladrillos ecológicos como aquellos cuya fabricación no supone un impacto ambiental tan grande como el de los convencionales. Tanto el tipo de materiales empleados como su proceso de fabricación y funcionalidad pueden determinar que los sean. Lógicamente, encontraremos ladrillos más ecológicos que otros, en función de su nivel de sostenibilidad en unos y otros aspectos. Por lo demás, los ladrillos verdes brindan la misma o incluso una mayor resistencia que los ladrillos tradicionales. Utilizados dentro de un plan arquitectónico de la bio construcción pueden ofrecernos las mismas cualidades estéticas y ventajas en cuanto a confort y seguridad.

2.2.2. El Polietileno.

El Polietileno convencional de alta densidad es una resina termoplástica, blanca translúcida. A temperatura ambiente, su densidad se encuentra normalmente entre 0,94 y 0,96 g/cm³, su estructura es alrededor de un 60% cristalina: el resto es amorfo. Entre 125° - 135° C, dependiendo de la densidad, el Polietileno es totalmente amorfo, y se dice que se funde, aunque en realidad se convierte en una masa gomosa, cuya fluidez varía dependiendo del peso molecular. En dicho estado fundido su densidad desciende a cerca de 0,80 g/cm³. Resulta asimismo interesante saber cómo se comporta el Polietileno en relación a los agentes químicos presentes en el lugar de la instalación.



Imagen 13. Polietileno
Fuente: Ecología verde (2018)

- **Polietileno rígido transparente.**

El polietileno rígido transparente tiene propiedades mecánicas, resiste al frío y a los cambios de temperatura, a la tensión y a los impactos. Este plástico se utiliza en proyectos de impresión, industria alimentaria, decoración, construcción, diseño, elaboración de maquetas y bricolaje. Las planchas de este material transparente pueden cortarse con cúter (si el grosor es inferior a 4 mm), con sierra de calar o máquinas de corte por control numérico. También puede adherirse con colas especiales para éste componente.

- **Polietileno rígido.**

Puedes adquirir esta variación en dos colores: blanco o negro. Es un material duro, rígido, con buenas características mecánicas y de brillo elevado. No es tóxico, por lo que puede estar en contacto con alimentos y además es reciclable. Las placas de polietileno rígido se utilizan para construir acristalamientos, cartelería, embalaje y expositores. Puede cortarse con sierra eléctrica y máquina de corte por control numérico. Pueden taladrarse, encolarse, imprimirse mediante estarcido, fresarse, fotografiarse y termo formarse.

- **Polietileno espejo.**

El último tipo de plástico con estas características es el espejo. Se trata de una buena alternativa al espejo tradicional ya que es irrompible, no se astilla, es muy ligero y también económico. Las planchas de este componente tipo espejo son perfectas para gimnasios, centros de danza, guarderías, manualidades, bisutería, etc.

- **Características del HDPE.**

El polietileno es químicamente el polímero más simple. Se trata de un plástico barato que puede modelarse a casi cualquier forma, extruirse para hacer fibras o soplarse para formar películas delgadas.

- Extrusión: Películas, cables, hilos, tuberías.
- Moldeo por inyección: Partes en tercera dimensión con formas complicadas.
- Inyección y soplado: Botellas de diferentes tamaños.
- Extrusión y soplado: Bolsas o tubos de calibre delgado.

- Roto moldeo: Depósitos y formas huevas de grandes dimensiones.

Su resistencia al impacto es bastante alta y se mantiene a temperaturas bajas. Baja densidad con respecto a metales u otros materiales. Impermeable; Inerte y de baja reactividad.

Tabla 2

Datos técnicos del Polietileno de alta densidad (HDPE)

Densidad g/cm ³ ISO 1183	0,95
Resistencia a la tracción N/mm ² DIN EN ISO 527	28
Resistencia al alargamiento % DIN EN ISO 527	+8
Alargamiento de la rotura %	300
Módulo-E MPa DIN EN ISO 527	850
Resistencia al impacto KJ/m ² DIN en ISO 179	Sin Rotura
Resistencia al impacto en probeta KJ/m ² DIN EN ISO 179	50
Dureza superficial N/mm ² DIN EN ISO 2039-1	45
Dureza shore D ISO 868	66
Expansión lineal coeficiente K-1 DIN 53752	$1'8 \cdot 10^{-4}$
Conductividad térmica W/m-K DIN 52612	0.38
Comportamiento ante el fuego	Normal inflamable
Rigidez dieléctrica KV/mm VDE 0303-21	44
Resistencia superficial Ohm DIN IEC 167	10^{14}
Rango de temperatura °C	-100 hasta +80
Resistencia a los productos químicos	Alta resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes
Aceptable fisiológicamente	Sí
Soldadura	Sí
Refuerzo fibra de vidrio	-
Laqueado, impresión	-
Moldeado en caliente	Posible

<http://www.aqualine.cl/planchas.html>

Fuente: Aqualine (2019)

- **Polietileno comprimido**

El polietileno comprimido, es aquel que es moldeado en base a la compresión de perlititas hechas con este material, mismas que contienen un agente llamado pentano. Dentro de este proceso, las perlititas se pasan a silos en reposo y éstas se las lleva a una máquina de moldeo, bajo la temperatura, se calienta y aumenta su volumen, y tos se contiene en una determinada forma (Sierra, 2014).

Características del polietileno comprimido

Tabla 3

Características del polietileno comprimido

Corrosión	Resistente a los corrosión
Humedad	Resistencia a la humedad
Absorción	Capacidad de absorción de los impactos
Capacidad térmica	Aislante térmico
Impacto ambiental	No emiten clorofluorocarbonos (contaminantes a la atmósfera)

Fuente: Sierra (2019)

2.2.3. Bloques de hormigón.

Según investigaciones el primer bloque de hormigón fue diseñado por Harmon S. Palmer en los Estados Unidos en 1890. Así, patentó su diseño en 1900. Los bloques de Palmer fueron de 20.3 x 25.4 x 76.2 cm, es decir 8x10x30 pulgadas. Manifiesta (García, 2000) “La construcción con bloques de hormigón presenta ventajas económicas en comparación con cualquier otro sistema constructivo tradicional, las cuales se ponen de manifiesto durante la ejecución de los trabajos y al finalizar la obra”. (pág.1)

Según (García, 2000): Estas ventajas se originan en la rapidez, exactitud y uniformidad de las medidas de los bloques, resistencia y durabilidad, desperdicio casi nulo y, sobre todo, por constituir un sistema modular. Esta circunstancia permite computar los materiales en la etapa de proyecto con gran certeza dichas cantidades se aproximarán a las realmente utilizadas en obra. Esto significa que es muy importante

la programación y diagramación de todos los detalles, previamente a la iniciación de los trabajos.

Los bloques de hormigón son especialmente empleados como materiales de construcción de mampuestos y como alivianamientos en losas, la mayoría de ellos tienen una o más oquedades y sus lados pueden ser lisos o con alguna porosidad, lo cual le provee las siguientes características:

- Ligereza del elemento.
- Aislamiento térmico y acústico, debido a la cámara de aire que se forma en el interior, una vez que ha sido colocado en obra.
- Facilidad de manipulación.

Manifiesta (Quiñónez, 2011):

Es un elemento modular y pre moldeado, que se encuentra dentro de la categoría de mampuestos que son manipulados en obra, el cual es prefabricado a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos con o sin aditivos, que obedece a una granulometría, dosificación y técnica de construcción; el cual ha sido especialmente diseñado para la albañilería confinada y armada.

La materia prima utilizada para la elaboración de bloques de hormigón es:

- Cemento
- Agregados
- Grava
- Arena Unificada
- Agua

2.2.4. Cemento.

El cemento que debe emplearse en la elaboración de bloques de hormigón necesita cumplir con los requisitos de la norma INEN 152. (Ver anexos). El cemento está hecho por una serie de elementos que al reaccionar químicamente con el agua se convierten en pasta que tiene la propiedad de pegar, de aglutinar, de “cementar” y la fuerza de adherencia de la pasta depende de la cantidad de agua en la mezcla. Según (Arce, 2003) “De acuerdo a aquello se emplea Cemento Portland Tipo IP, el cual es un cemento

hidráulico producido por la pulverización del clinker Portland, que usualmente contiene sulfato de calcio”.

El Inglés José Aspin es el inventor del cemento Portland mismo que fue patentado en 1824, existiendo una primera clasificación de cementos como son los naturales y los artificiales, siendo los artificiales los que más uso tienen; así tenemos:

- Cementos portland.
- Cementos siderúrgicos.
- Cementos puzolánicos.
- Cementos de adición.
- Cementos aluminosos.

a. Cementos Portland. - Es el más utilizado para las obras de albañilería, teniendo dos clases:

Aglutinar: Unir dos o más cosas con una sustancia de manera que se forme una masa compacta.

Cementar: Calentar una pieza de metal junto con otra materia en polvo o en pasta para conferirle nuevas propiedades

- El corriente o normal y
- Resistente a las aguas selenitosas.

Estos son obtenidos de idéntica manera por la pulverización conjunta de la materia prima básica llamada Clinker y una pequeña cantidad de piedra natural del yeso para procurar retardar el fraguado. El Clinker es el producto que se da por la calcinación hasta un principio de fusión, de las mezclas de materias calizas y arcillosas en proporciones iguales. El cemento portland resistente a las aguas selenitosas, presenta con respecto al portland normal, un bajo contenido de aluminato tricálcico el cual resiste la acción del sulfato cálcico.

Al cemento portland corriente se le ha colocado la letra P y al resistente a las aguas salinas con las siglas PAS. Las categorías o calidades de los cementos se dan en base a las resistencias mecánicas, fijándose según la resistencia mínima a compresión exigida en un mortero normal a la edad de 28 días. Para hablar de la fabricación del cemento Portland que es igual para el resto excepto en algunos detalles:

1. Materias primas.

La materia prima para la elaboración del cemento (caliza, arcilla, arena, mineral de hierro y yeso) se extrae de canteras o minas y, dependiendo de la dureza y ubicación del material, se aplican ciertos sistemas de explotación y equipos. Una vez extraída la materia prima es reducida a tamaños que puedan ser procesados por los molinos de crudo. En la naturaleza ya no existen calizas con la cantidad de arcilla precisa que se necesita para la fabricación del cemento Portland, por lo cual es necesario mezclar rocas calizas y arcillas naturales en proporciones adecuadas.

2. Extracción.

A la roca caliza se la extrae a cielo abierto, con explosivos de dinamita y a la arcilla se la extrae con pico y palas o retro excavadoras.

3. Trituración.

La trituración se la realiza en machacadoras de mandíbulas, trituradoras de martillos, rodillos etc. Según planta de agregados, Calizas Huayco S.A consta de algunas etapas: La trituración primaria fracciona el material hasta obtener tamaños desde 0 hasta 200mm. La trituración secundaria recepta la piedra con tamaño de 0 a 250mm. La trituración terciaria, de manera similar, consta de un sistema de zarandeo, conocido como tercer zarandeo.

Consta de un proceso de circulación y recirculación que tiene como objetivo continuar la reducción de tamaño de la piedra obteniendo agregados para el hormigón y preparando el material para la trituración cuaternaria. En la trituración cuaternaria, se sigue el proceso de reducción adicional en el cual se obtiene arena de trituración, es decir, toda partícula cuya granulometría sea menor a 5 milímetros.

4. Cocción.

Se la realiza en hornos con las mismas características de los hornos para el yeso y la cal existiendo hornos verticales y giratorios. El horno vertical es muy adecuado para obtener cemento en no muy grandes cantidades, en cambio el horno giratorio es el sistema de cocción más adecuado para grandes producciones de cemento.

5. Molienda y ensilado.

Cuando el Clinker esta ya frio se procede a moler en los molinos de bolas mezclado con una cantidad pequeña de yeso, mismo que retrasa el fraguado, ambos materiales triturados juntos ingresan en tolvas de alimentación a través de ascensores. Que se recogen a través de los alimentadores siempre por debajo de las tolvas de alimentación. El Clinker y yeso se mezclan en proporciones determinadas (5%). cuando se obtiene la molienda en fino, es transportado a silos, en los cuales permanece algún tiempo antes de su despacho.

Otros tipos de cemento Portland:

- Súper-cemento
- Cemento portland siderúrgico
- Cemento portland de alto horno

b. Cementos puzolánicos. - Estos se los obtiene de mezclar la puzolana y el Clinker, siendo la puzolana el producto natural de origen volcánico capaz de fijar cal a temperatura ambiente, formando materiales con propiedades hidráulicas. La puzolana es una piedra de naturaleza ácida, muy reactiva, al ser muy porosa y puede obtenerse a bajo precio. Un cemento puzolánico contiene aproximadamente:

- 55-70% de clinker Portland
- 30-45% de puzolana
- 2-4% de yeso

c. Cementos de adición. - Son producto de mezclas de Clinker y otros materiales cuyas resistencias mecánicas son menores a los portland o siderúrgicos. Se destacan:

- El cemento siderúrgico-Clinker (SC) obtenido por la mezcla de escoria y Clinker en proporción mayor del 70% de escoria.

- El cemento ordinario de adición (A) se obtienen por mezcla de Clinker con materiales tales como: margas, calizas, puzolanas, escorias, cemento natural lento, etc. Las normas establecen la categoría 150 para ambas clases de cemento.

d. Cementos aluminosos. - Se obtienen producto de la mezcla de materiales aluminosos y calizos, con un contenido total de óxido de aluminio del 32%, como mínimo. El cemento aluminoso también recibe el nombre de «cemento fundido», pues la

temperatura del horno alcanza hasta los 1.600 °C, con lo que se alcanza la fusión de los componentes.

El cemento fundido es colado en moldes para formar lingotes que serán enfriados y finalmente molidos para obtener el producto final. Mientras el cemento Portland es un cemento de naturaleza básica, gracias a la presencia de cal Ca(OH)_2 , el cemento aluminoso es de naturaleza sustancialmente neutra. La presencia del hidróxido de aluminio Al(OH)_3 , que en este caso se comporta como ácido, provocando la neutralización de los dos componentes y dando como resultado un cemento neutro.

El cemento aluminoso debe utilizarse en climas fríos, con temperaturas inferiores a los 30 °C. En efecto, si la temperatura fuera superior, la segunda reacción de hidratación cambiaría y se tendría la formación de $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (cristales cúbicos) y una mayor producción de Al(OH)_3 , lo que llevaría a un aumento del volumen y podría causar fisuras.

2.2.5. Agregados.

Es cualquier material mineral duro o inerte en forma de partículas graduadas o fragmentos, también se les llama áridos, siendo éste un nombre genérico para distintos conjuntos de partículas minerales de diferentes tamaños que provienen de la fragmentación natural o artificial de las rocas. Los agregados son un componente importante de los bloques, consisten en el 85 al 90 % de la unidad; deben tener la posibilidad de aglutinarse por medio del cemento hidráulico para formar un cuerpo sólido, por lo que es muy importante su limpieza y durabilidad.

La limpieza implica que estén libres de arcillas, tierra negra, sedimentos y otros materiales orgánicos como raíces, cortezas, astillas de madera, hojas y otros materiales nocivos. La durabilidad implica que tengan partículas suaves o deleznable³ que se desintegren en el proceso de fabricación o al estar expuestas a las condiciones climáticas (lluvia, mojado, secado.) El tamaño de los granos juega un papel muy importante en la dosificación de la mezcla y se determina pesando una muestra de agregado seco que se hace pasar a través de una serie de tamices.

La proporción en que se encuentran los granos de distintos tamaños, expresados en tanto por ciento, constituye la composición de la granulometría de la muestra. Dicha proporción hace referencia a la cantidad de agua en los agregados como es del 1 hasta el 10 o 12 % en arenas normales, y hasta más del 30 % en arena pómez. Si se

proporciona por masa (peso) deben pesarse mayores cantidades de material para compensar el agua. La cantidad de arena pómez varía en función de la cantidad de otros materiales como el polvo de piedra, polvillo de pómez, entre otros.

Esto debido a que algunos fabricantes solamente utilizan arena pómez y polvillo que varía según la granulometría que tenga la arena pómez y estos cálculos son hechos por la experiencia y no se realizan pruebas de granulometría. Para la cantidad de finos y gruesos que debe llevar una mezcla es importante especificar los límites de gradación y el tamaño del agregado. La gradación y el tamaño del agregado afectan la relativa proporción de los mismos, como también los requerimientos de cemento y agua, trabajo, economía, porosidad y absorción de los bloques de concreto.

2.2.6. Agregados reciclados y los agregados naturales.

Bolaños (2015) explica en su trabajo de tesis que, debido a la estrecha relación entre la resistencia mecánica del hormigón, la adherencia con la pasta de cemento, la distribución granulométrica, el desgaste, la forma de las partículas y el por ciento de absorción de agua, son las propiedades de los agregados reciclados más estudiadas. Siendo la granulometría y la abrasión de los ángeles los más influyentes. La distribución granulométrica de los agregados interfiere significativamente en la dosificación de las mezclas, y ejerce una gran influencia en la adherencia de los hormigones en estado fresco.

Según el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas de España (2009), las propiedades físicas de los agregados reciclados están dadas por el producto del hormigón que, tras el proceso de trituración, es una mezcla de partículas gruesas y partículas finas. El agregado grueso obtenido fluctúa en un porcentaje entre el 70% y el 90% de la masa total del hormigón original.

Bolaños (2015) explica que esta fracción gruesa, aunque suele presentar un mayor porcentaje de desclasificados inferiores, posee una distribución granulométrica que se adecua a casi todas las aplicaciones de material granular en construcciones, incluso en la producción de un nuevo hormigón. La forma de los agregados reciclados que se obtienen es bastante similar a la de los áridos naturales.

El agregado resultante, debido a la permanencia del mortero adherido a su superficie, presenta una textura generalmente rugosa y porosa. Su densidad respecto al hormigón original es muy similar, pero entre un 5-10% menor que la del árido

natural empleado para la producción de dicho hormigón, aunque se considera un árido de densidad normal. (Bolaños J.S. (2015). Estudio del uso de materiales reciclados como hormigones, cerámicas y otros productos de derrocamiento o desperdicio de obra como agregados para un hormigón. (Tesis de grado). Universidad Internacional del Ecuador. Quito. Pág. 22). (Noboa, 2015)

2.2.7. Clasificación de los residuos de Construcción.

Los residuos que provienen de la construcción y la demolición de las estructuras existentes, causan uno de los mayores impactos tanto por su gran volumen y por la dificultad de la transportación de los mismos, por lo tanto, se puede realizar una adecuada selección y clasificación de los mismos, pero para eso es necesario reconocer el tipo de residuo existente (CONSTRUMATICA, 2011):

- **Residuos inertes.** son aquellos que no presentan ningún riesgo de polución de las aguas y de los suelos y que, en general, podríamos asimilar a los materiales pétreos.
- **Residuos no peligrosos.** son los que por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos.
- **Residuos peligrosos.** son los formados por materiales que tienen determinadas características perjudiciales para la salud o el medio ambiente.

2.3. Marco Legal.

El manejo de residuos sólidos que involucra a varios sectores de la sociedad, tanto públicos como privados, requiere de un marco jurídico institucional que norme esta actividad (Muñoz, 2008). A continuación, se expone cada uno de estos instrumentos jurídicos dentro del marco de la competencia de este manual.

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial No. 449, 20 de octubre del 2008 (Asamblea Constituyente, 2008).

En la Constitución de la República del Ecuador, en el artículo 14 “reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*...”

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 52.- Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 54.- Las personas o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 66, numeral 15.- El derecho a desarrollar actividades económicas, en forma individual o colectiva, conforme a los principios de solidaridad, responsabilidad social y ambiental (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. (Asamblea Constituyente, 2008).

Art. 83, numeral 6.- Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible. (Oficial, 2008).

Art. 264, dispone que los Gobiernos Municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determina la ley: Prestar los servicios de agua potable..., manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art. 385, numeral 3.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad (Asamblea Constituyente, 2008).

2.3.2. Ley de Gestión Ambiental (Congreso Nacional, 2004).

La Ley de Gestión Ambiental, que establece los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje, reutilización de desechos,

utilización de tecnologías alternativas sustentables, respeto a las culturas y prácticas tradicionales.

2.3.3. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización - COOTAD (Presidencia de la república, 2010).

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), en el artículo 4, establece los fines de los gobiernos autónomos descentralizados; siendo uno de aquellos "...d) La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de medio ambiente sostenible y sustentable; f) La obtención de un hábitat seguro y saludable para los ciudadanos".

El artículo 55 ibídem delimita las competencias exclusivas del gobiernos autónomo descentralizado municipal, siendo las de interés para el tema que nos ocupa las que a continuación se detallan "...a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo cantonal...d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley"

2.3.4. Ordenanzas Municipales sobre residuos de construcción.

Ordenanza publicada el 27 de septiembre del 2006 de la M.I. Municipalidad del cantón Guayaquil:

Sección II Artículo 4, Sección III Artículos 5 - 6 y Sección II Artículo 7, donde se normaliza la recolección y disposición de los escombros, así como también los deberes y obligaciones de los propietarios y responsables técnicos de las obras, los temas tratados se mencionan a continuación:

- De los propietarios y/o responsables técnicos de las obras

Art. 5.- Es responsabilidad de los generadores de escombros no peligrosos su recolección, transporte y descarga en el relleno sanitario previamente autorizados por la Municipalidad. Los generadores de escombros no peligrosos son responsables de su almacenamiento temporal, siendo también co-responsables de la recolección, transporte y descarga en el relleno sanitario. Al respecto los generadores (propietarios

de obra, empresa o contratista y responsable técnico de obra) estarán sujetos a las siguientes disposiciones:

5.1.- Se deberá almacenar los escombros no peligrosos sólo en áreas privadas y si se tratare de obras públicas, disponerlos en lugar y en forma que no se esparzan por el espacio público y no perturben las actividades del lugar, de acuerdo con las normas vigentes sobre la materia. 5.2.- Gestionar y/o contratar el retiro de los escombros no peligrosos en forma inmediata del frente de la obra y transportarlos al relleno sanitario para su disposición final o almacenarlos temporalmente en los contenedores móviles para su posterior traslado siempre y cuando el volumen a trasladar sea mayor o igual a 4m³.

5.3.- Para desalojar los escombros no peligrosos identificados en el artículo anterior (Art.4), deberá contratar exclusivamente con las prestatarias autorizadas del servicio de recolección de escombros por la Municipalidad, bajo la debida coordinación de la Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales (DACMSE). Queda establecido que la empresa que presta servicios de recolección, transporte y descarga de los desechos sólidos generados en la ciudad, podrá prestar el servicio al que se refiere esta Ordenanza, previa calificación de sus vehículos, por parte de la (DACMSE). Queda establecido en esta Ordenanza que es responsabilidad exclusiva de la empresa contratista, prestataria del servicio de aseo, la recolección de los escombros de arrojo clandestino mediante autorización previa de la DACMSE, tal como lo estipula el contrato que mantiene ésta con la Municipalidad.

5.4.- En el evento en que sea necesario almacenar temporalmente los escombros en el espacio público y éstos sean susceptibles de emitir al aire polvo y partículas contaminantes, deberán estar delimitados, señalizados y cubiertos en su totalidad de manera adecuada y optimizando al máximo el uso con el fin de reducir las áreas afectadas o almacenarse en recintos cerrados para impedir cualquier emisión fugitiva, de tal forma que se facilite el paso peatonal o el tránsito vehicular.

- **De las personas autorizadas para el traslado y descarga final de escombros**

A efectos de garantizar el fiel cumplimiento de lo dispuesto en la presente Ordenanza respecto del traslado y descarga final de los escombros, la Municipalidad establece las siguientes disposiciones:

7.1.- Sólo podrá realizar labores de desalojo de escombros las personas naturales y jurídicas autorizadas para ejercer este servicio por la Municipalidad quien ejercerá esta actividad con vehículos que hayan recibido su acreditación o permiso.

7.2.- La Municipalidad podrá revocar el permiso de operación de los vehículos en los casos siguientes: a) Si el vehículo no llena los requisitos técnicos especificados en esta Ordenanza y/o su reglamento, y por la Comisión de Tránsito de la provincia del Guayas. b) Si se comprueba el acarreo de desechos peligrosos, o mezcla con desechos no contemplados en esta Ordenanza. c) Si se comprueba la descarga de escombros en sitios no autorizados por la Municipalidad.

7.3.- Independientemente de los requerimientos adicionales que pudiera establecer la Municipalidad para un mejor control del desarrollo de este tipo de actividades, los siguientes serán los requisitos o información requerida a la prestataria autorizada del servicio de recolección de escombros:

a) Datos personales del operador del transporte.

b) Identificación de las características del vehículo a utilizar, especialmente en lo referente a volumen, características mecánicas, etc.

c) Deberán estar claramente identificados (color, logotipo, número de identificación, etc.), de conformidad con lo que la Municipalidad establezca. (Guayaquil, 2006)

2.3.5. Norma técnica ecuatoriana: Bloques de hormigón. Requisitos y métodos de ensayos NTE INEN 3066 (Ministerio de Industrias y Productividad, 2016).

Esta norma establece los requisitos y métodos de ensayo de los bloques de hormigón fabricados con cemento hidráulico, agua y áridos minerales, con o sin aditivos. Esta norma no es aplicable a los paneles o bloques de hormigón espumoso, que se fabrican con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida. (Ver Anexo 8)

2.3.6. Norma ecuatoriana: Áridos para hormigón. - Requisitos INEN 872

(Ministerio de Industrias y Productividad, 2011).

Esta norma establece los requisitos de granulometría y calidad para los áridos, fino y grueso, para utilizarlos en el hormigón (exceptuando los áridos de baja y de alta densidad). Los áridos referidos en esta norma pueden ser gravas, piedras naturales, así como otros materiales obtenidos por trituración. (Ver Anexo 9)

2.3.7. Ladrillos cerámicos. Determinación de absorción de humedad. NTE INEN 296 (Ministerio de Industria y Productividad, 2015).

Esta norma tiene por objeto establecer el método de ensayo de los ladrillos cerámicos empleados en albañilería para determinar la absorción de la humedad. Esta norma comprende los ladrillos cerámicos fabricados de arcilla moldeada y cocida. No comprende a los ladrillos refractarios o fabricados con materiales sílico-calcáreos (Ver Anexo 10)

2.3.8. Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso. NTE INEN 0696 (Ministerio de Industrias y Productividad, 2011)

Este método de ensayo se utiliza principalmente para determinar la graduación de materiales con el propósito de utilizarlos como áridos para hormigón o utilizarlos como áridos para otros propósitos. Los resultados se utilizan para determinar el cumplimiento de la distribución granulométrica de las partículas con los requisitos de las especificaciones aplicables y proporcionar la información necesaria para el control de la producción de diversos productos de áridos y mezclas que contengan áridos. La información también puede ser útil en el desarrollo de relaciones para estimar la porosidad y el arreglo de las partículas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. Metodología.

La metodología de la investigación es el sistema que se emplea para llevar a cabo un estudio en específico; también es una disciplina entre la rama de las ciencias que desarrolla el método; en esta serie de procesos se garantizan resultados fiables en una exploración formal; en cuanto a su utilidad en proyectos de investigación, es necesaria para direccionar un argumento hacia un enfoque determinado, que desencadena la forma de recopilar información, discernir datos o validar los distintos objetivos planteados (Coelho, 2019).

Esta investigación confina teorías, opiniones, leyes y criterios útiles para definir una solución al problema explícito anteriormente, en referencia a esto, en este capítulo se distinguen los tipos de métodos que se va a utilizar; de esta forma, es necesario expresar el tipo de régimen al que se decide seguir y ésta condición es elemental para la dirección del proyecto con respecto a los resultados esperados. A continuación, se describirá los tipos de métodos a aplicar:

Método científico: Se trata de un sistema riguroso en el que se obtiene conocimientos objetivos, mediante la recopilación de los análisis con respecto a las causas y efectos de un fenómeno que se requiere exponer. Desde esta perspectiva, la investigación propuesta se ha basado sobre una estructura lógica planteada para hallar una determinada solución.

Método deductivo: En este método se incluyen definiciones generales de los fenómenos, para discernir uno en específico, y así conformar los criterios, teorías y leyes que pueden aplicarse en un caso particular. En este caso, se explican criterios desde varios puntos de vista, desarrollados en otros contextos, con la finalidad de incorporar ciertas características de otras soluciones, en un modelo útil para la realidad existente.

Método sintético: consiste en investigar las relaciones y reacciones que tienen las partes de una realidad, y establecer los respectivos análisis correspondientes a esta unidad, parte de lo indefinido a lo preciso. En cuanto a esto, se estudió las particularidades de cada elemento que va a formar parte de la solución planteada, tales

como los residuos de construcción, y el polietileno comprimido, y conforme a lo analizado, se utilizaran para ser parte del prototipo.

3.2. Tipo de investigación.

En referencia a la fabricación de un ladrillo ecológico en base a la reutilización de escombros de construcción más polietileno comprimido se presentan los tipos de investigación necesarios para distinguir una solución; para esto se desarrollan las siguientes tipologías como la investigación experimental; también la investigación descriptiva, además de la investigación aplicada, de esta forma se determina las definiciones de ellas a continuación:

Investigación aplicada: se refiere a aquel estudio que se basa en teorías o criterios como antecedente para concluir en un conocimiento práctico y ser aplicadas en una realidad; en efecto, **se aplicaron los requerimientos en el presente trabajo; fue necesario indicar los parámetros técnicos de diseño** que se enmarcan para adaptarse en la fabricación de un prototipo de bloque.

Investigación experimental: se define como aquella que pretende controlar un fenómeno bajo un proceso establecido de manera empírica, esto se simplifica en el razonamiento ideal para las tácticas de un ensayo. **Para la respectiva aplicación** de esta investigación en el proceso de fabricación del bloque ecológico, **se realiza un análisis de distintas muestras** para encontrar la muestra ideal, sin dejar de comprobar su idoneidad con las debidas muestras de laboratorio.

Investigación descriptiva: este tipo de estudio se dedica a analizar las características de un fenómeno, con la finalidad de interpretar sus causas y efectos de una forma más exacta; para esto se emplean censos a la población inmersa en esta realidad. **En efecto, se realizarán encuestas para determinar la opinión de las personas afines a la construcción o elaboración de bloques para mampostería,** y se distinguirán los criterios de utilidad para la conclusión de este proyecto.

3.3. Enfoque.

Sobre el enfoque de una investigación, cabe recalcar que existen dos tipos, uno que parte de un estudio establecido mediante datos precisos que se pueden contabilizar, esto se da para dar respuestas a los objetivos trazados en una investigación, bajo esta característica el enfoque es *cuantitativo*. Sin embargo, hay estudios que se basan en la recopilación de datos mediante la descripción, conforme a lo que se observa en una realidad, esta documentación también concluye con la afirmación de objetivos, a este enfoque se lo conoce como *cualitativo*.

Desde ambos puntos de vista, se pueden llegar a la validez de una propuesta, y la presente, se acoge a ambas para finalizar en la conclusión que se plantea, sobre *el primer enfoque, se lo realizara* mediante la crítica influyente de cada profesional o persona afín al trabajo de investigación, tabulando además los porcentajes concluyentes que sirven al determinar un patrón de referencia en diseño. En consideración del *segundo enfoque se ha tomado en cuenta las pesquisas similares* que han concluido en la realización de un bloque ecológico, tomar lo que se ha observado y aplicar en lo posible en el procedimiento de fabricación de muestras.

3.4. Técnicas e instrumentos.

- **Observación directa:**

La observación directa es un método de recolección de datos que consiste en observar al objeto de estudio dentro de una situación particular. Esto se hace sin intervenir ni alterar el ambiente en el que el objeto se desenvuelve. De lo contrario, los datos obtenidos no serían válidos (Martínez C. , 2019). De esta forma, se aplicará esta técnica para describir los resultados de cada una de las muestras, hasta hallar el modelo idóneo.

- **Laboratorio:**

Un laboratorio es un lugar que se encuentra equipado con los medios necesarios para llevar a cabo experimentos, investigaciones o trabajos de carácter científico o técnico. En estos espacios, las condiciones ambientales se controlan y se normalizan para evitar que se produzcan influencias extrañas a las previstas, con la consecuente alteración de las mediciones, y para permitir que las pruebas sean repetibles (Pérez &

Gardey, 2013). Este instrumento, será utilizado para dar confiabilidad a los procesos usados para realizar pruebas mecánicas y físicas, conforme a lo regido en las normas técnicas.

- **Encuestas:**

Se denomina encuesta al conjunto de preguntas especialmente diseñadas y pensadas para ser dirigidas a una muestra de población, que se considera por determinadas circunstancias funcionales al trabajo, representativa de esa población, con el objetivo de conocer la opinión de la gente sobre determinadas cuestiones (Definición ABC, 2017). De esta manera, la encuesta será aplicada a las personas dedicadas a la construcción en el cantón, se evaluarán sus preferencias, y las características observadas por ellos.

3.5. Población.

Para la realización de la encuesta, se tomó como población a las personas dedicadas a la construcción en el cantón Durán, como referencia a las viviendas de interés social, este dato se fundamenta en el Censo de Población y Vivienda, bajo los indicadores estadísticos. Sobre esto, el cantón tiene 235.800 habitantes, de los cuáles 20986, 2 se dedican a la construcción, ésta cantidad es la población.

Tabla 4

Población ocupada por rama de actividad

Actividad	Porcentaje	Total
Comercio al por mayor y menor	29,9%	70504,2
Industrias manufactureras	12,6%	29710,8
Construcción	8,9%	20986,2
Transporte y almacenamiento	8,1%	19099,8
Actividades de los hogares como empleadores	5,5%	12969
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	5,5%	12969
Enseñanza	4,8%	11318,4
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	4,5%	10611
Administración pública y defensa	3,8%	8960,4
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	3,6%	8488,8
Otros	12,9%	30418,2

Fuente: INEC - Censo de Población y Vivienda (2010)

3.6. Muestra.

La muestra está delimitada de un total de 20986.2 habitantes que se dedican a la construcción, donde la muestra arroja una segmentación de 78 personas a encuestar.

Se ilustra a continuación:

n= tamaño de la muestra

N= tamaño de la población

σ = desviación estándar

Z= valor obtenido

95% (1.96) / 99% (2.58)

e= limite accesible

1%(0.01) / 9% (0.09)

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1)e^2 + Z^2 * \sigma^2}$$

$$n = \frac{20986.2 (0.5)^2 (2.05)^2}{(20986.2 - 1)(0.06)^2 + (2.05)^2 * (0.5)^2}$$

$$n = \frac{22048.63}{158.74}$$

$$n = 77.64$$

n= 78 muestras

3.7. Análisis de resultados

Pregunta 1.

¿Cree usted que se deba reutilizar los escombros de construcción para la elaboración de bloques ecológicos?

Tabla 5

Sobre la necesidad de reutilizar escombros

Opciones	Respuestas	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	57	73%
De acuerdo	15	19%
Indefinido	6	8%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	78	100%

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

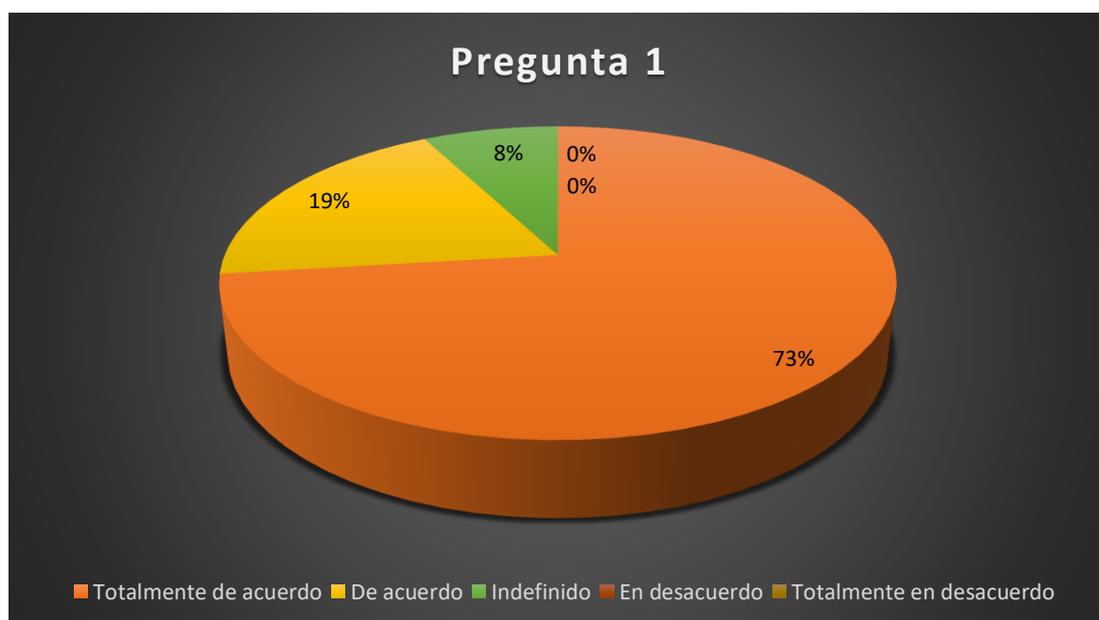


Imagen 14. Sobre la necesidad de reutilizar escombros

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Análisis

La opinión de los profesionales y personas que trabajan en la construcción es afirmativa para la reutilización de escombros de construcción para nuevas obras, con el 73% y 19% del total de los encuestados con totalmente de acuerdo y de acuerdo.

Pregunta 2.

¿Es posible elaborar bloques con escombros de construcción y polietileno comprimido?

Tabla 6

Sobre la posibilidad de elaborar bloques con escombros de construcción y polietileno

Opciones	Respuestas	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	39	50%
De acuerdo	25	32%
Indefinido	11	14%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	3	4%
Total	78	100%

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

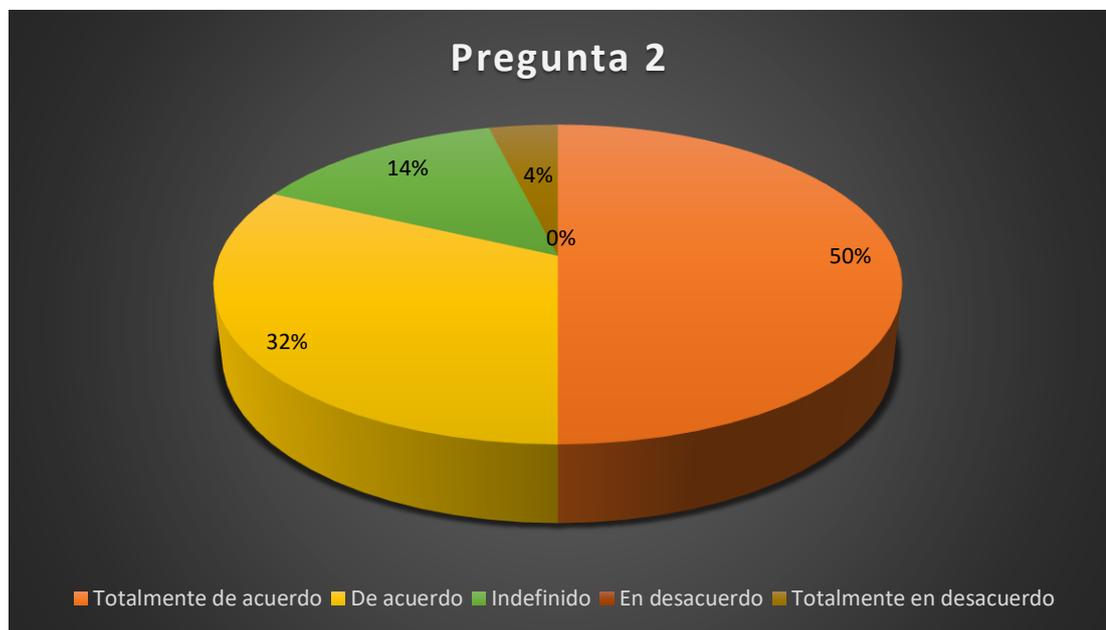


Imagen 15. Sobre la posibilidad de elaborar bloques con escombros de construcción y polietileno

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Análisis

Sobre la posibilidad de elaborar bloques con escombros de construcción y polietileno comprimido, las personas relevantes en la construcción dicen estar totalmente de acuerdo con el 50% y el 32% dice estar de acuerdo. Sin embargo, el 14% opina estar indefinido y sólo el 4% está totalmente en desacuerdo.

Pregunta 3.

¿Considera posible la durabilidad del bloque para viviendas de interés social?

Tabla 7

Sobre la resistencia de los bloques

Opciones	Respuestas	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	16	20%
De acuerdo	42	54%
Indefinido	14	18%
En desacuerdo	6	8%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	78	100%

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

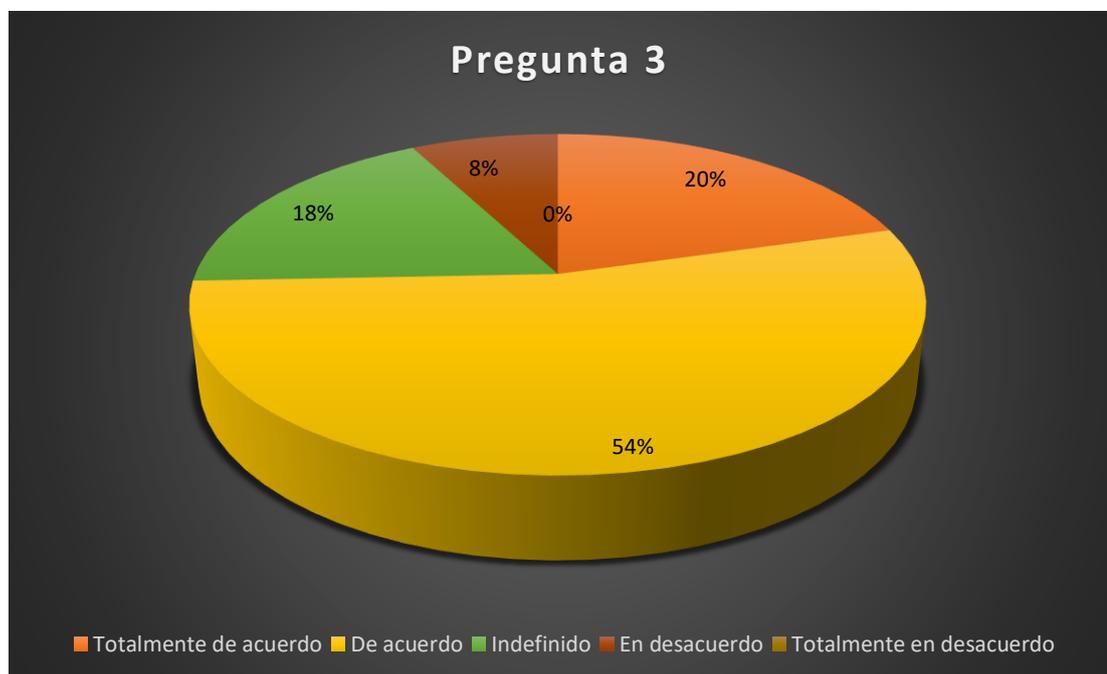


Imagen 16. Sobre la resistencia a la compresión de los bloques

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Análisis

Las personas indicaron que este bloque sí podría llegar a niveles óptimos de compresión; lo indicaron el 20% que están totalmente de acuerdo, y un 54% que dice estar de acuerdo; no obstante, el 18% estaba indefinido por esta condición, y sólo el 8% está en desacuerdo.

Pregunta 4.

De ser posible ¿Considera usted que el bloque puede ser usado en mampostería de viviendas de interés social?

Tabla 8

Sobre su uso en viviendas de interés social.

Opciones	Respuestas	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	44	55%
De acuerdo	28	36%
Indefinido	2	3%
En desacuerdo	2	3%
Totalmente en desacuerdo	2	3%
Total	78	100%

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

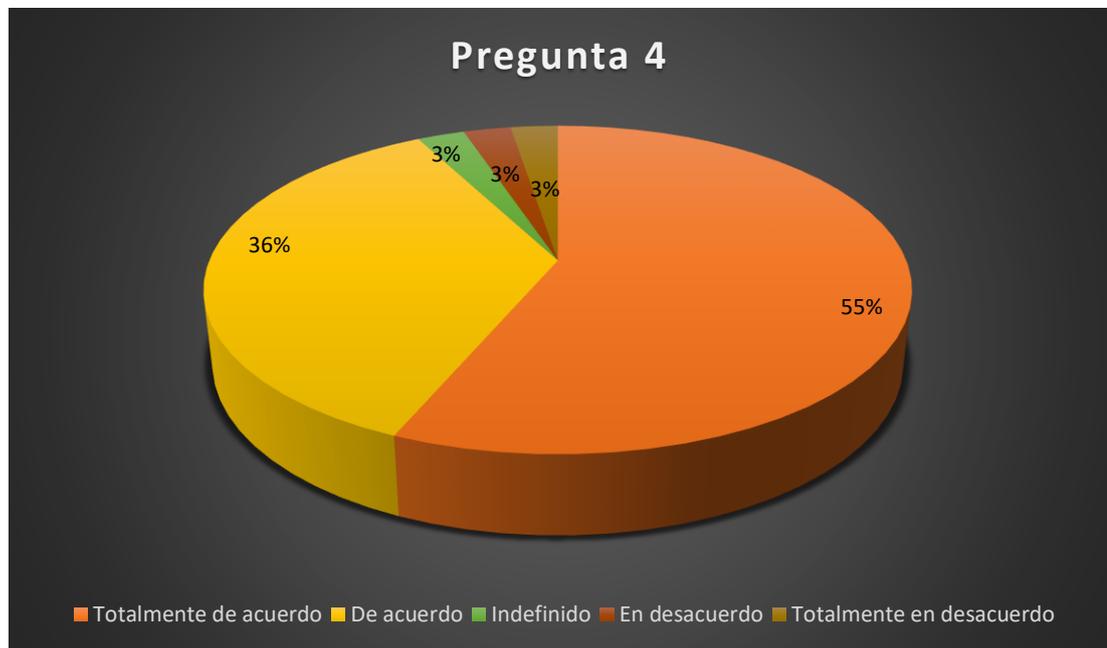


Imagen 17. Sobre su uso en viviendas de interés social.

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Análisis

Sobre su utilidad en viviendas de interés social, el 56% de los encuestados afirmaron que los bloques ecológicos pueden ser usados en éstas, y sólo el 3% dijo estar en totalmente en desacuerdo.

Pregunta 5.

¿Considera oportuno este material en el sector de la construcción, y su pronta distribución?

Tabla 9

Sobre las oportunidades del bloque ecológico

Opciones	Respuestas	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	25	32%
De acuerdo	41	53%
Indefinido	12	15%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	78	100%

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

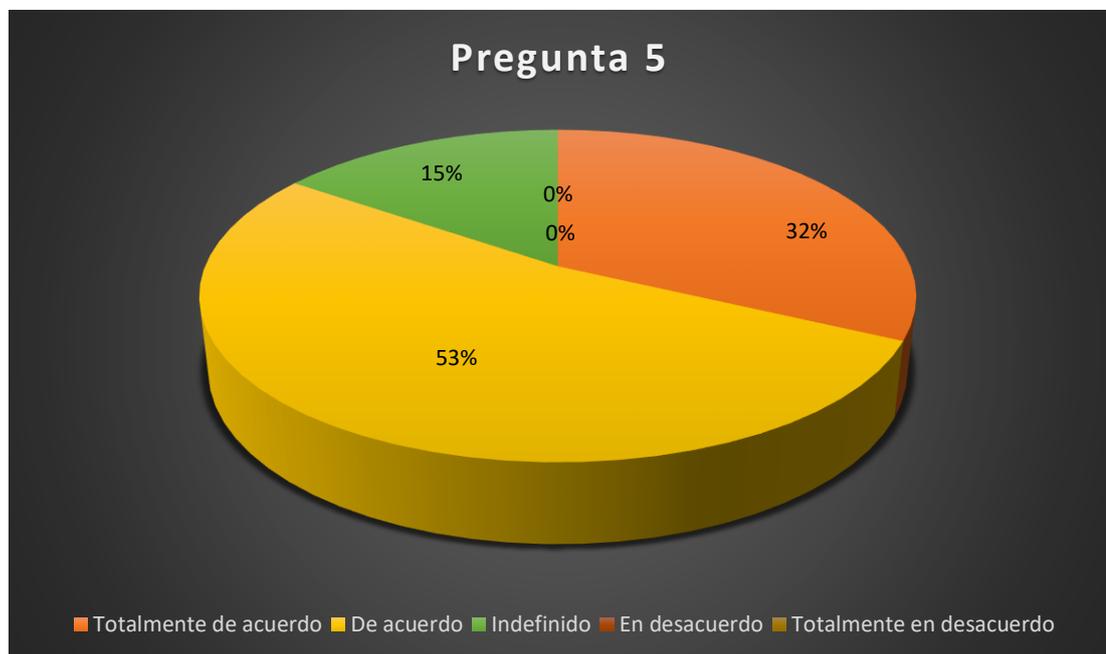


Imagen 18. Sobre las oportunidades del bloque ecológico.

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Análisis

Este bloque, según el 32% y 53% de las personas que trabajan en la construcción, afirmar que pueden comercializarse de manera fácil, pese a que sólo el 15% dice estar indefinido sobre su auge en el sector.

Pregunta 6.

¿Puede este nuevo bloque reducir presupuestos para viviendas de interés social?

Tabla 10

Sobre el presupuesto del bloque

Opciones	Respuestas	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	43	55%
De acuerdo	20	26%
Indefinido	10	13%
En desacuerdo	5	6%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	78	100%

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

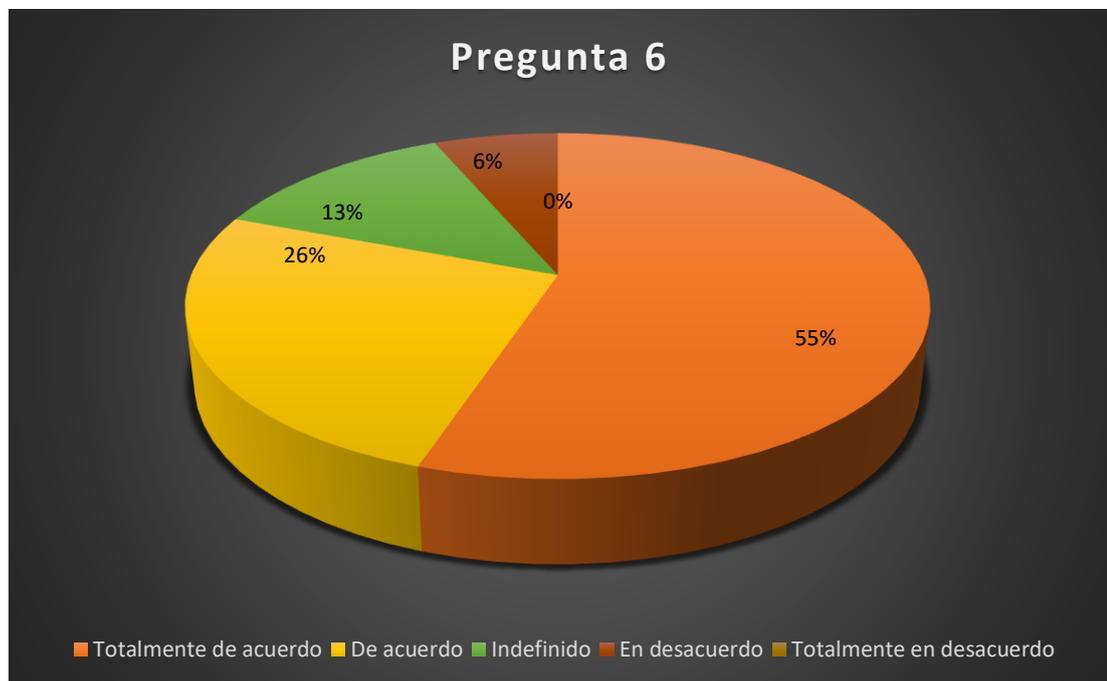


Imagen 19. Sobre el presupuesto del bloque

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Análisis

Entre el 55% y 26% de personas encuestados dicen estar totalmente de acuerdo y de acuerdo respectivamente con que este tipo de bloque puede reducir costos, frente a uno tradicional; por otra parte, el 13% y 6% opina no sébelo y estar en desacuerdo respectivamente.

Pregunta 7.

Además de viviendas de interés social, ¿Cree que este nuevo bloque pueda usarse en otras edificaciones?

Tabla 11

Sobre su uso en otras obras

Opciones	Respuestas	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	43	55%
De acuerdo	22	28%
Indefinido	8	10%
En desacuerdo	5	7%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	78	100%

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

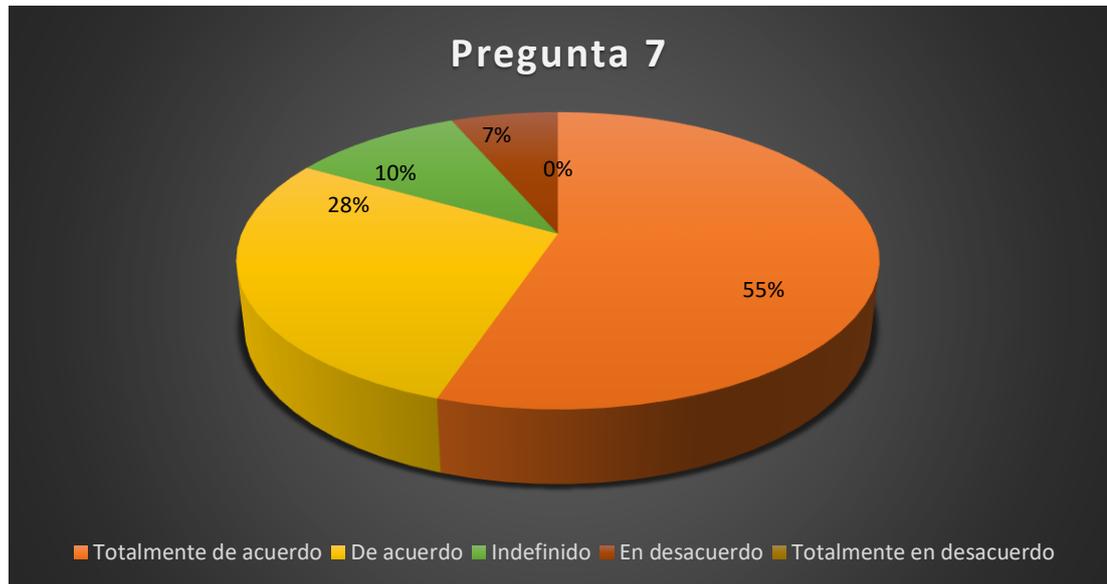


Imagen 20. Sobre su uso en otras obras

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Análisis

Sobre su utilidad en otros tipos de construcciones, el 84% de las personas encuestadas dicen estar totalmente de acuerdo y de acuerdo con que se dé esta posibilidad, no obstante, el 10% opina que no sabe, y sólo el 6% está en desacuerdo.

Pregunta 8.

¿Considera que los bloques ecológicos pueden innovar las viviendas de interés social?

Tabla 12

Sobre la innovación en viviendas de interés social

Opciones	Respuestas	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	24	31%
De acuerdo	40	51%
Indefinido	12	15%
En desacuerdo	2	3%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	78	100%

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

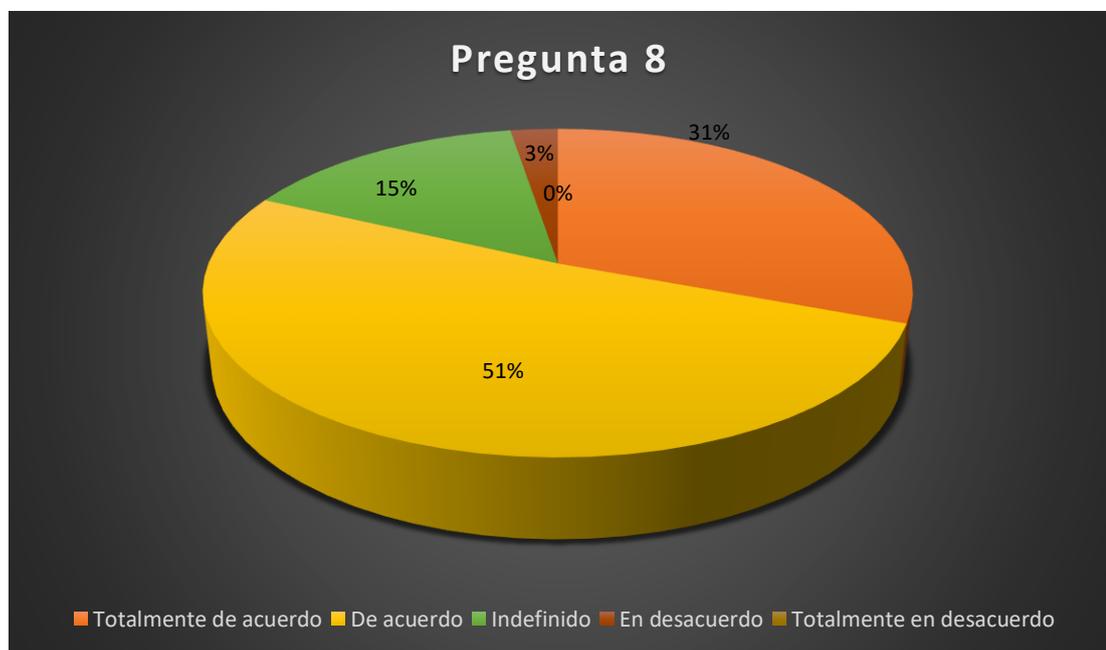


Imagen 21. Sobre la adherencia del bloque

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Análisis

En cuestión sobre la innovación del bloque ecológico, el 31 y 51% de los constructores afirmaron estar totalmente de acuerdo y de acuerdo en que este elemento puede ser versátil en viviendas de interés social, sin embargo, el 15% no lo decide y el 3% no lo considera así.

Pregunta 9.

¿Consideraría estar inmerso en la utilización de este tipo de bloques?

Tabla 13

Sobre su participación en el desarrollo del bloque

Opciones	Respuestas	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	14	18%
De acuerdo	56	72%
Indefinido	0	0%
En desacuerdo	8	10%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	78	100%

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

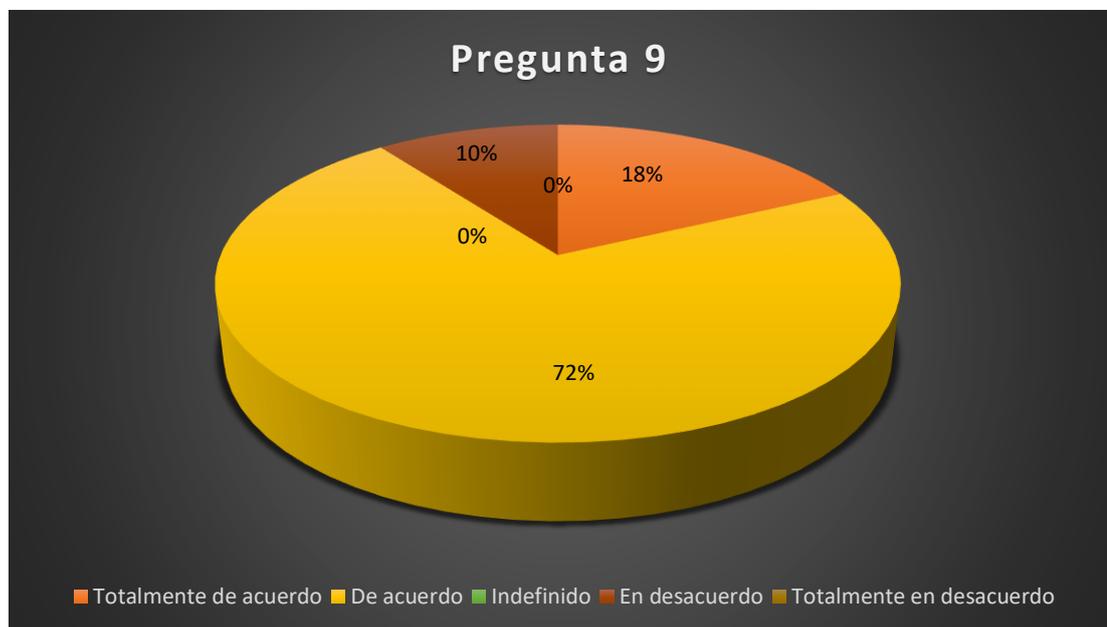


Imagen 22. Sobre su participación en el desarrollo del bloque

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Análisis

En cuanto a la decisión de elaborar éstos o utilizar los bloques ecológicos, el 90% de las personas que están totalmente de acuerdo y de acuerdo afirman esta posibilidad, mientras que sólo el 10% no lo comparte.

Pregunta 10.

¿Considera la posibilidad de recomendar a clientes los bloques de escombros y polietileno comprimido?

Tabla 14

Sobre su participación en la recomendación del bloque

Opciones	Respuestas	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	27	34%
De acuerdo	47	60%
Indefinido	2	3%
En desacuerdo	2	3%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	78	100%

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

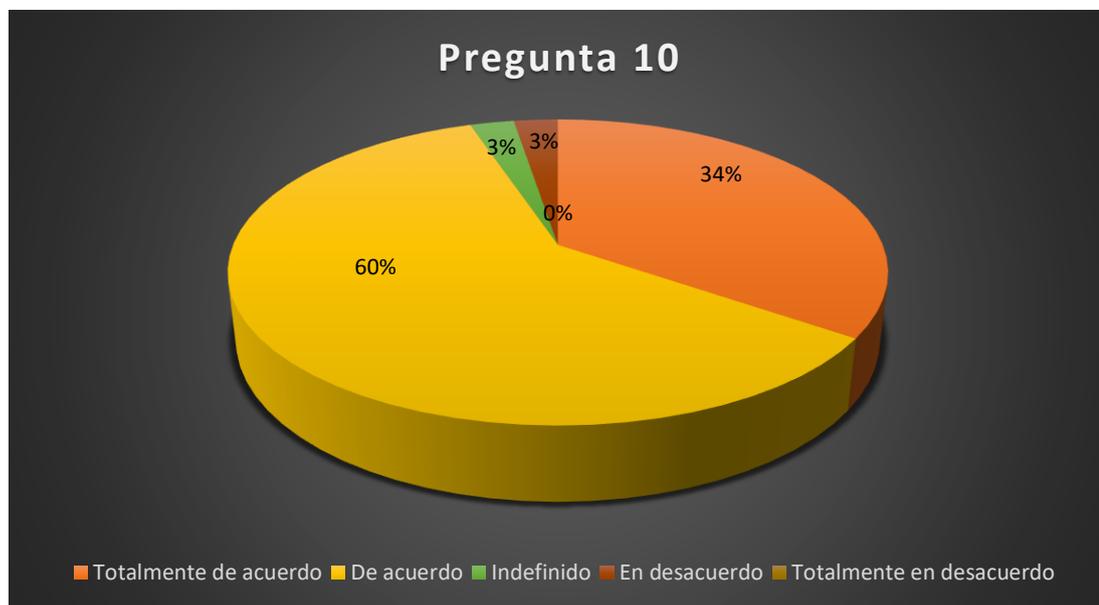


Imagen 23. Sobre su participación en la recomendación del bloque

Fuente: Encuesta a usuarios.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Análisis

La gran mayoría de los profesionales dicen estar totalmente de acuerdo y de acuerdo en que pueden recomendar los bloques ecológicos, con un total de 94% afirmaciones, mientras que el 3% no lo sabe aún, y el 3% está en desacuerdo.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA.

4.1. Fundamentación de la propuesta.

La propuesta se fundamenta en la valoración de la muestra óptima de un prototipo de bloque ecológico, en base a escombros de construcción más polietileno comprimido, considerando las características de los materiales en su forma individual, esto conforme a lo canalizado en la información recopilada, sobre sus respectivas propiedades físicas, además de las opiniones de los usuarios sobre las cualidades que necesitan desarrollar para ser usadas en una vivienda de interés social.

Las percepciones de personas encuestadas sobre la utilidad de bloques ecológicos en viviendas de interés social, afirman, con el 57% de ellos, que los bloques ecológicos pueden ser usados en éstas, asimismo otra perspectiva de importancia demuestra la decisión de profesionales en elaborarlos, con el 94% de aceptación, en consecuencia, el 96% dice que puede recomendar los bloques ecológicos. Todas éstas impresiones fundamentan la experimentación y la selección de un prototipo idóneo.

4.2. Descripción de la propuesta.

En definitiva, para la elaboración de un bloque ecológico de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana, entre otras leyes y ordenanzas, es imprescindible ejercer tal número de pruebas como sea posible con la finalidad de identificar la propiedad mecánica adecuada. Conforme a esto, la investigación realizó tales comparaciones, mediante los ensayos de laboratorio, con procedimientos dirigido por profesionales, lo que garantiza la confiabilidad del componente propuesto.

4.2.1. Recolección de los materiales principales.

Para empezar a fabricar los prototipos de bloques ecológicos, se visitó varias obras de construcción dentro de la ciudad de Durán, donde se visualizaban restos de construcciones anteriores, se logró recolectar alrededor de 5 sacos de escombros, que un peón logró triturar con combo en una hora. En cuanto al polietileno comprimido, se lo recolectó en los desechos de locales comerciales dedicados a la venta de electrodomésticos, de ahí se reunió tres sacos de los mismos, y se procedió a triturar manualmente en el lapso de una hora.



Imagen 24. Recolección de polietileno comprimido
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 25. Escombros triturados
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

4.2.2. Ensayo granulométrico.

El análisis granulométrico consiste en la separación de las partículas de suelo por rangos de tamaños, haciendo uso de mallas o tamices con aberturas cuadradas. Mediante la agitación, se lleva a cabo la separación de las partículas en porciones, las cuales se pesan expresando dicho retenido como porcentajes en peso de la muestra total. Universalmente se ha establecido la malla No. 200 (0,075mm) como medida divisoria en la clasificación de suelos; finos y gruesos. Con los resultados se realiza la curva granulométrica de una muestra, la cual es representativa de la distribución de los tamaños de las partículas.

- **Equipos y herramientas para ensayo granulométrico**

- Horno de secado.
- Balanza.
- Bandejas.
- Cepillos.
- Brochas.
- Series de tamices.
- Agitador mecánico o zarandeadora.



Imagen 26. Ensayo granulométrico

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

- **Procedimiento del ensayo.**

En primer lugar, se definen los porcentajes de limos, arenas y gravas o piedras, de los escombros recolectados, para que puedan servir como agregado fino según la Norma Técnica Ecuatoriana. Se dispone los residuos recolectados en un contenedor, para poder pasarlos por los tamices: 3/8, 4, 10, 20, 30, 40, 60, 100, 200 y tamiz base, ubicados de forma vertical sobrepuestos, luego se procede a tapar y colocar en la máquina zarandadora, el contenido se lo estabiliza con unas manijas tipo fijadores, y se da comienzo a las vibraciones.



Imagen 27. Ensayo granulométrico

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

- **Resultados de tamices.**

Con el porcentaje que queda en el tamiz 200 se realizan los ensayos de límites plásticos y líquidos.



Imagen 28. Material en tamices retenido

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

El ensayo de granulometría al agregado grueso se lo realizo a partir del tamiz $\frac{3}{4}$ " obteniendo el 100% del pasante, y el mayor retenido en el tamiz n°4, esto revela que un agregado de diámetro pequeño, le otorgará a la dosificación más trabajabilidad, permitiendo una mayor homogeneidad con el agregado fino y colocación en la prensadora de bloque. Los parámetros colocados como guía en el ensayo de granulometría en agregado grueso son para elaboración de hormigones, y en la gráfica que mayor se asemeja es la de $\frac{3}{4}$ ".

La curva granulometría del agregado fino en función a las curvas teóricas cumple el rango permitido para un agregado fino, siendo este resultado satisfactorio como sustitución del agregado fino natural, arena. Se observa en la curva del agregado fino que las cotas de entrada y salida tienen a tener valores alternados de la curva teórica lo que refleja que es un material reciclado a comparación de una arena, pero que puede estar en el rango de tolerancia que garantice su uso como agregado fino (ver anexo).

4.2.3. Ensayo de límites.

4.2.3.1. Límite líquido.

El límite líquido es el contenido de agua, expresado en porcentaje respecto al peso del suelo seco, que delimita la transición entre el estado líquido y plástico de un suelo moldeado o amasado. La prueba se la realiza para definir el contenido de agua necesario, considerando que la ranura de un suelo ubicado en el equipo de Casagrande, se cierre después de haberlo dejado caer 25 veces desde una altura de 10 mm.

- **Materiales:**

Bloques triturados, cisco, agua

- **Equipos y herramientas.**

- Equipos y herramientas:
- Cuchara de casa grande,
- taras,
- espátula,
- recipiente para mezclado,
- balanza, canalador (rasa)



Imagen 29. Herramientas para realizar prueba de Límite líquido
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

- **Procedimiento.**

Se mezcla en un contenedor, el material triturado que pasó el tamiz 200, luego se procede a mezclar con agua y se lo agrega en la cuchara de casa grande, se mide el agua que se debe aplicar, hay tres tipos de muestras que se debe hacer. La primera muestra debe ser con más contenido de agua para ver la cantidad de el número de golpes necesita cuando se parte la cuchara de casa grande. La segunda se agrega menos contenido de agua con el material triturado de bloque y lo mismo se procede hacer con el cisco para obtener una consistencia media húmeda y seca.



Imagen 30. Preparación de la mezcla para prueba
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

La tercera se agrega menos cantidad de agua que la que la muestra anterior esta debe ser más seca que humedad y se procede a colocar en la cuchara de casa grande previamente nivelada para colocar el material ya preparado del recipiente, y se la rasa o nivela con el canalador y se procede a partir en la mitad, e inicia el conteo de números de golpes ya cuando el material se une se deja de golpear, se toma la anotación correspondiente de cada una de las muestras. Se pesa cada muestra en húmedo, primero el recipiente, luego se incluye la mezcla más recipiente, y se lo coloca en el horno a 225 °C, en el trascurso de 24 horas; después se toma los pesos en seco.



Imagen 31. Realización de la prueba de límites.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

- **Resultados.**

Se observa la relación del peso húmedo y peso seco, para saber cuánto de humedad absorbieron.

4.2.3.2. Límite plástico.

- **Generalidades del ensayo.**

El límite plástico es el contenido de agua a partir del cual el suelo pierde su plasticidad y se comporta como un sólido. Esta propiedad se estima mediante un procedimiento, que consiste en realizar una mezcla de agua y suelo, amasarla entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inerte (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3 mm de diámetro, se realiza consecutiva mente hasta que no es posible obtener el cilindro de la dimensión deseada. Se recomienda realizar este procedimiento al menos 3 veces para disminuir los errores de interpretación o medición.

- **Materiales:**
 - Bloques triturados, cisco, agua
- **Equipos y herramientas:**

Taras, balanza, horno, superficie plana de 0.25m x 0.15 m.



Imagen 32. Límite plástico

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

4.2.4. Determinación de la dosificación.

Muestra 1: bloque ecológico con 10% polietileno comprimido, más 55% de agregado grueso (material de bloque triturado): (25 bloques)

- 1 carretilla de bloque triturado
- 7.57 kg de cemento
- 1 parihuela de arena
- 1 galón de agua
- 1 balde (diámetro 29cm y altura 35cm) de polietileno comprimido triturado

Muestra 2: bloque ecológico con 20% de polietileno comprimido, más 55% de agregado grueso (material de bloque triturado) (25 bloques)

- 1 carretilla de bloque triturado
- 7.57 kg de cemento
- 1 parihuela de arena
- 1 galón de agua
- 2 baldes (diámetro 29cm y altura 35cm) de polietileno comprimido triturado

Muestra 3: bloque ecológico con 30% de polietileno comprimido, más 55% de agregado grueso (material de bloque triturado) (25 bloques)

- 1 carretilla de bloque triturado
- 7.57 kg de cemento
- 1 parihuela de arena
- 1 galón de agua
- 3 baldes (diámetro 29cm y altura 35cm) de polietileno comprimido triturado

4.3. Elaboración del bloque ecológico.

4.3.1. Detalles preliminares

Los residuos de construcción seleccionados, son aquellos que formaban parte de las mamposterías de viviendas, es decir, bloques comunes para paredes de las mismas, pasados por trituración; además del polietileno comprimido reciclado, que también pasó por un proceso de triturado, todo esto está basado a la normativa NTE INEN 696, 2011, y sí cumple con los requerimientos de la misma.

Antes de determinar el diseño del bloque óptimo, se experimentó con ripio fino, como sustrato que conformaría parte de los agregados gruesos para el bloque ecológico, que también es parte de los residuos de construcción que se encuentran en los pavimentos, no obstante, este componente no era de fácil recolección, y su traslado contemplaba el aumento de costos de producción. La muestra realizada con este elemento, fue mucho más pesada que las elegidas, además, el proceso de fraguado fue mucho más lento que las antes mencionadas. Por esta razón se la consideró como muestra fallida.



Imagen 33. Elaboración de muestra fallida

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 34. Obtención de muestra fallida
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

- **Muestra 1.**

En primer lugar, se mezcla los componentes que disponemos; tres carretillas de residuos de bloques, se añade 7.57 kg de cemento, le agregamos 1 balde de polietileno comprimido triturado, se agrega 1 galón de agua; este componente se bate en la mezcladora, por 5 minutos, inmediatamente se ubica el material en el piso y con palas se procede a colocar en la bloquera, que vibra por 15 segundos, luego se retira la tapa y se obtienen los bloques, antes de esto se ubica un tablero sobre una carretilla, donde se pondrán los bloques. Luego de lo pone a secar en 28 días.



Imagen 35. Mezclado de componentes
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 36. Batido en la mezcladora
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 37. Vertido de la mezcla en la bloquera
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 38. Obtención de la primera muestra
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Se obtienen 21 bloques, de medidas de l:0.39m x h:19m x e:0.09m. Se los deja reposar en un lugar seco y cubierto.

- **Muestra 2.**

Para la segunda muestra, se mezcla los componentes que disponemos; tres carretillas de residuos de bloques, se añade 7.57 kg de cemento, le agregamos 2 baldes de polietileno comprimido triturado, se agrega 1 galón de agua; este componente se bate en la mezcladora, por 5 minutos, inmediatamente se ubica el material en el piso y con palas se procede a colocar en la bloquera, que vibra por 15 segundos, luego se retira la tapa y se obtienen los bloques, antes de esto se ubica un tablero sobre una carretilla, donde se pondrán los bloques. Luego de lo pone a secar en 28 días.



Imagen 39. Mezclado manual de componentes.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 40. Batido en la mezcladora.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 41. Vertido en la bloquera.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 42. Cerrado de tapa de la bloquera.

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

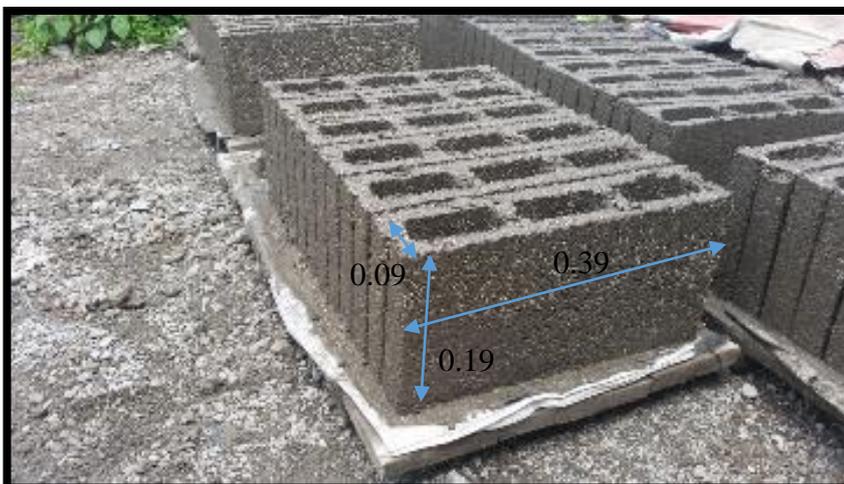


Imagen 43. Obtención de muestra 2

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Se obtienen 27 bloques, Se los deja reposar en un lugar seco y cubierto

- **Muestra 3.**

En primer lugar, se mezcla los componentes que disponemos; tres carretillas de residuos de bloques, se añade 7.57 kg de cemento, le agregamos 3 baldes de polietileno comprimido triturado, se agrega 1 galón de agua; este componente se bate en la mezcladora, por 5 minutos, inmediatamente se ubica el material en el piso y con palas se procede a colocar en la bloquera, que vibra por 15 segundos, luego se retira la tapa y se obtienen los bloques , antes de esto se ubica un tablero sobre una carretilla, donde se pondrán los bloques. Luego se pone a secar en 28 días.



Imagen 44. Elaboración de muestras

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 45. Batido en la mezcladora

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 46. Vertido en bloquera
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 47. Retirada de bloques
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

Se obtienen 32 bloques, de medidas de l:0.39m x h:19m x e:0.09m. Se los deja reposar en un lugar seco y cubierto.



Imagen 48. Elaboración de muestras

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

4.4. Pruebas físicas.

4.4.1. Ensayo de saturación.

Después de los 28 días de secado, pesamos todas las muestras, luego sumergimos en un contenedor 4 bloques, la muestra con 10% de polietileno comprimido, además del 20%, otro con el 30%, y el bloque tradicional, en agua común, y 4 muestras más en otro recipiente con las mismas composiciones, inmersas en agua destiladas, todas en lapso de 24 horas, después se debe sacarlas del líquido donde reposaban, y se permite que escurran en cuestión de 60 segundos, y se seca con un paño seco, y se toman los pesos. Posterior a esto, se empieza el proceso de secado al horno de todas las muestras a 115 °C, por 24 horas, después se lo saca al horno, y toma los pesos correspondientes.



Imagen 49. Ensayo de saturación

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

4.4.2. Ensayo de absorción.

Después se debe sacarlas del líquido donde reposaban, y se permite que escurran en cuestión de 60 segundos, y se seca con un paño seco, y se toman los pesos. Posterior a esto, se empieza el proceso de secado al horno de todas las muestras a 115 °C, por 24 horas, después se lo saca al horno, y toma los pesos correspondientes.



Imagen 50. Ensayo de saturación

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

4.5. Pruebas mecánicas.

4.5.1. Resistencia a la compresión.

Se traslada los bloques al laboratorio donde se procederá a tomar el ensayo a la compresión, después el operador coloca una placa base en la máquina eléctrica que realiza la prueba de compresión, encima de la placa inferior le coloca una cama de arena, y se dispone el bloque sobre esta capa, luego se pone otra capa de arena sobre el bloque, y se coloca la placa superior, se procede a encender la máquina, y empieza a ejercer fuerza sobre el bloque, hasta que éste presenta fisuras. Este procedimiento se aplica a todos los prototipos.



Imagen 51. Prueba a la compresión

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 52. Prueba a la compresión

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)



Imagen 53. Prueba a la compresión

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

4.6. Discusión.

Conforme a los 3 tipos de muestras realizadas, las dosificaciones distintas para éstas; el espécimen óptimo es un prototipo de bloque clase B, según la categorización de bloques no estructurales de hormigón en la norma NTE INEN 3066. La propuesta contiene 10% de polietileno comprimido que alcanza 4 kg/cm³ de resistencia a la compresión, los demás especímenes no llegan a ese rango. En efecto, con la elaboración de este modelo a base de residuos de construcción y polietileno comprimido, pueden adaptarse para el uso de la vivienda de interés social; construir casas con éste componente se considera como una construcción y diseño ecológico.

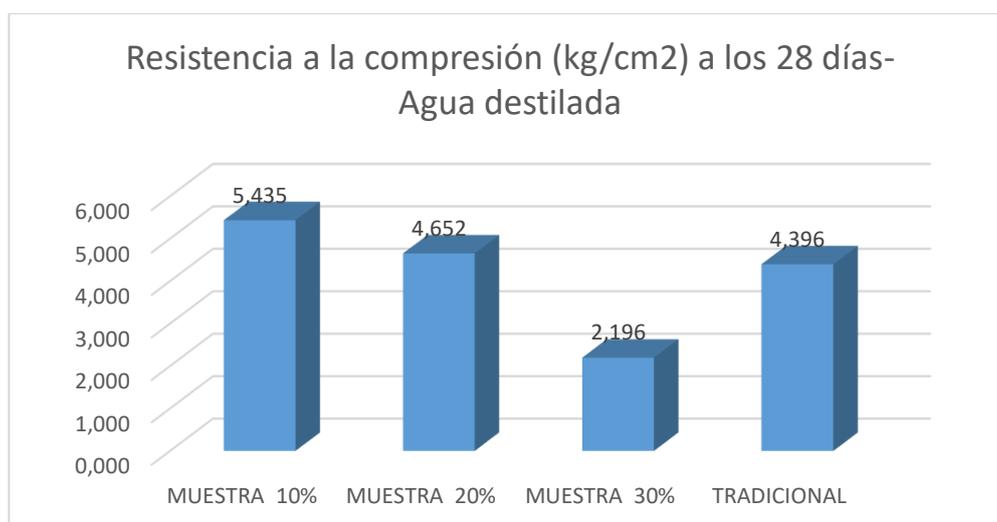


Imagen 54. Resistencia a la compresión a 28 días
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

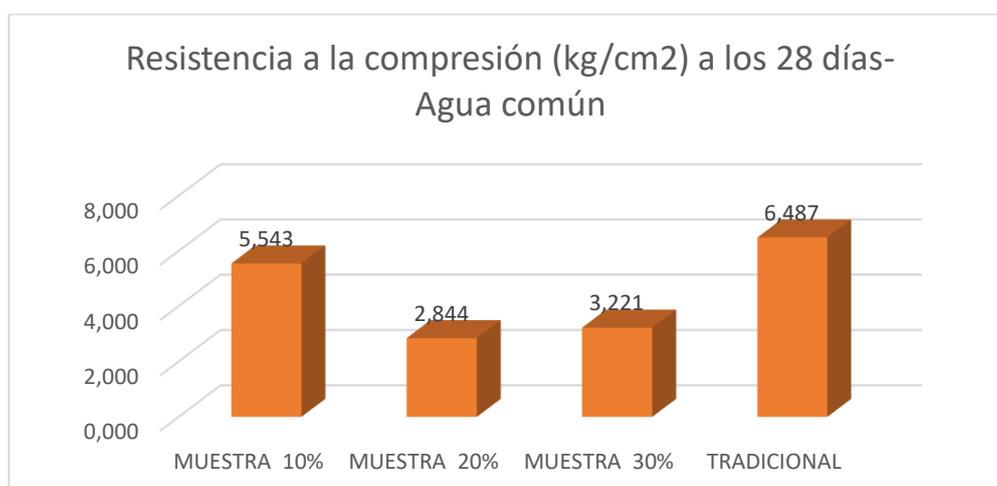


Imagen 55. Resistencia a la compresión a 28 días
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

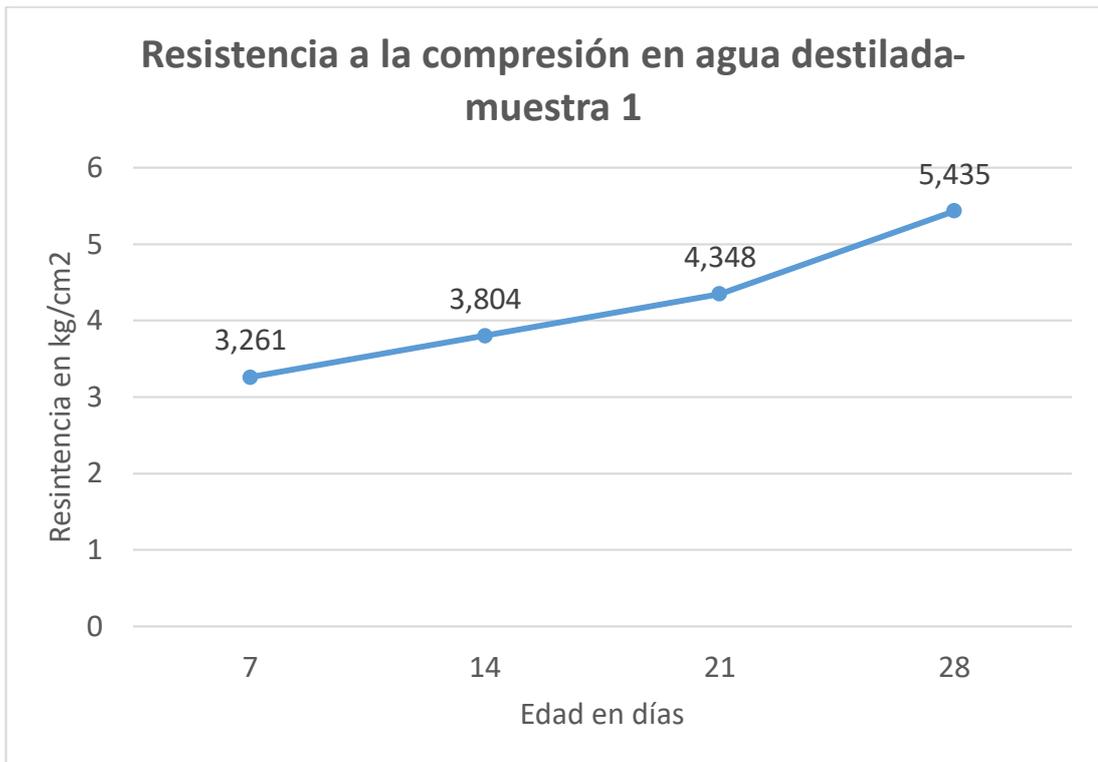


Imagen 56. Resistencia a la compresión- muestra 1
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

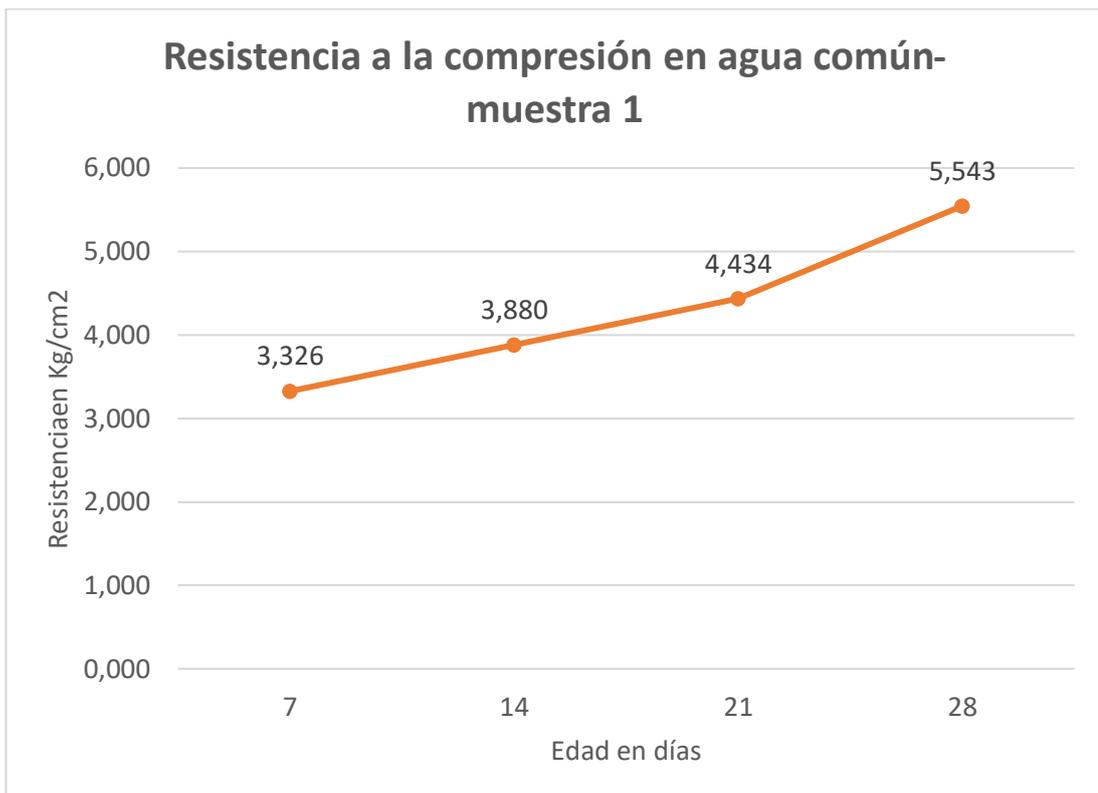


Imagen 57. Resistencia a la compresión- muestra 1
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

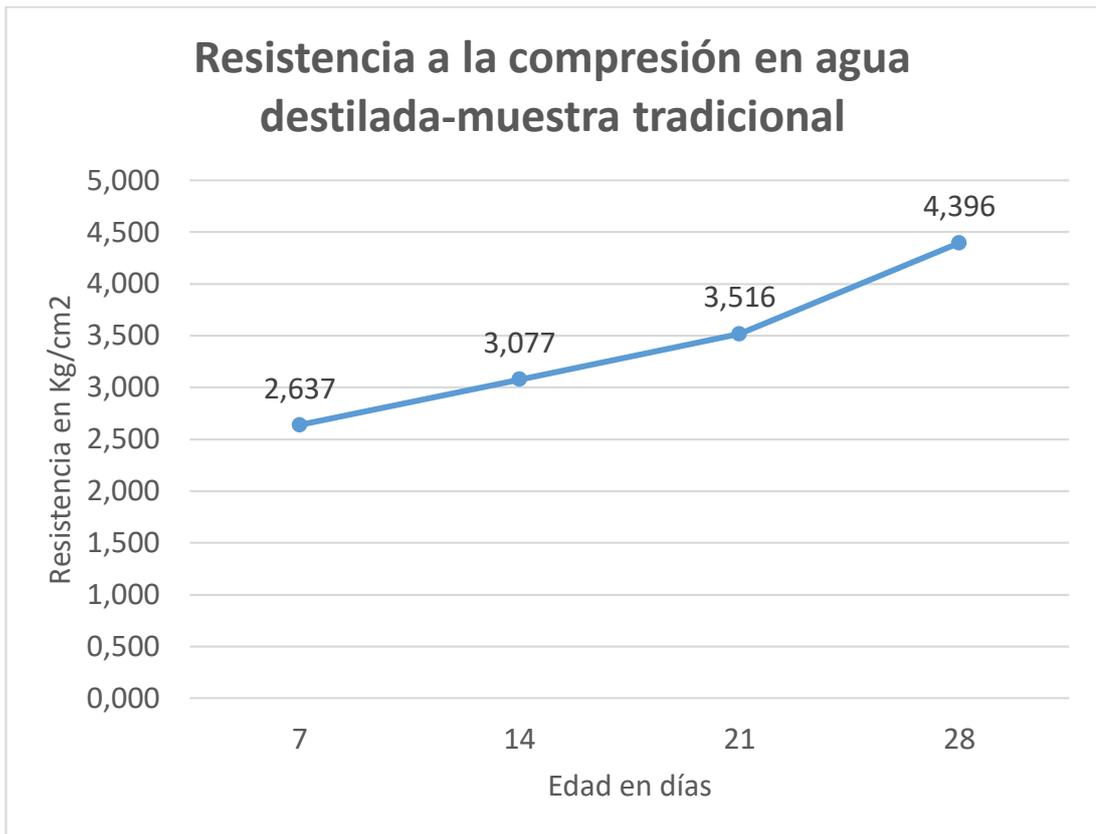


Imagen 58. Resistencia a la compresión- muestra tradicional
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

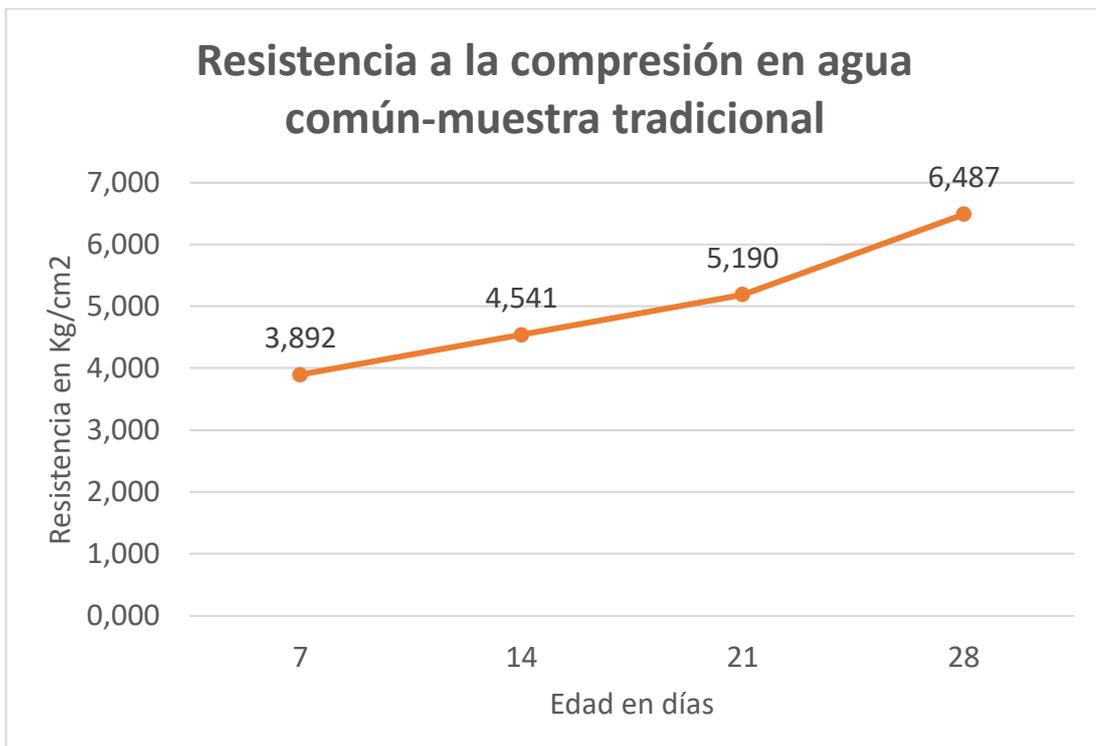


Imagen 59. Resistencia a la compresión- muestra tradicional
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

4.7. Presupuesto.

En la siguiente tabla se exponen los valores de elaboración de la muestra elegida, el presupuesto referencial indica que los cotos de venta de un bloque tradicional son entre \$0.35 y \$0.42 centavos de dólar, frente a la propuesta que tiene un valor de \$0.21. De esta forma se indica que la propuesta es asequible para el uso de una vivienda de interés social, además de un doble beneficio en conformar un elemento ecológico y a bajo costo.

Tabla 15

Presupuesto referencial

FABRICACION DE BLOQUE CON MATERIAL DE CONSTRUCCION Y POLIESTIRENO CON EL 10%							
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
NOMBRE DE LA OBRA:		FABRICACION DE BLOQUES CON POLIESTIRENO					
FECHA:							
RUBRO:		Fabricacion de bloque de 9x20x40					
CANTIDAD:		U				UNIDAD = M2	
DETALLE:		Fabricacion de bloque de 9x20x40				K = (Horas / Und.)	
						K = 0,001	
EQUIPOS:							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA		COSTO UNITARIO		
	A	B	C = A * B		D = C * K		
Herramienta menor	0,60	US\$ 6,00	US\$ 3,60		US\$ 0,004		
Bloquera	0,60	US\$ 6,00	US\$ 3,60		US\$ 0,004		
Trituradora	1,00	3,55	3,55		0,004		
MANO DE OBRA:							
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA		COSTO UNITARIO		
	A	B	C = A * B		D = C * K		
Ayudante	0,600	US\$ 3,580	US\$ 2,148		US\$ 0,002		
Maestro	0,700	" 3,620	" 2,534		" 0,003		
MATERIALES:							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO		COSTO UNITARIO		
		A	B		C = A * B		
Agua	m3	0,011	US\$ 0,45		US\$ 0,01		
Cemento (50kg)	m3	0,008	7,640		0,061		
Polvo de piedra de construccion	m3	0,003	8,00		0,024		
Areña	m3	0,030	0,80		0,024		
Poliestireno	m3	0,025	2,20		0,055		
PARCIAL O : US\$ 0,169							
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					US\$ 0,1845		
INDIRECTOS Y UTILIDADES					12,00% " 0,0221		
(INDICAR OTROS ESPECÍFICOS)					" "		
COSTO TOTAL DEL RUBRO					US\$ 0,2066		
VALOR PROPUESTO					US\$ 0,21		

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

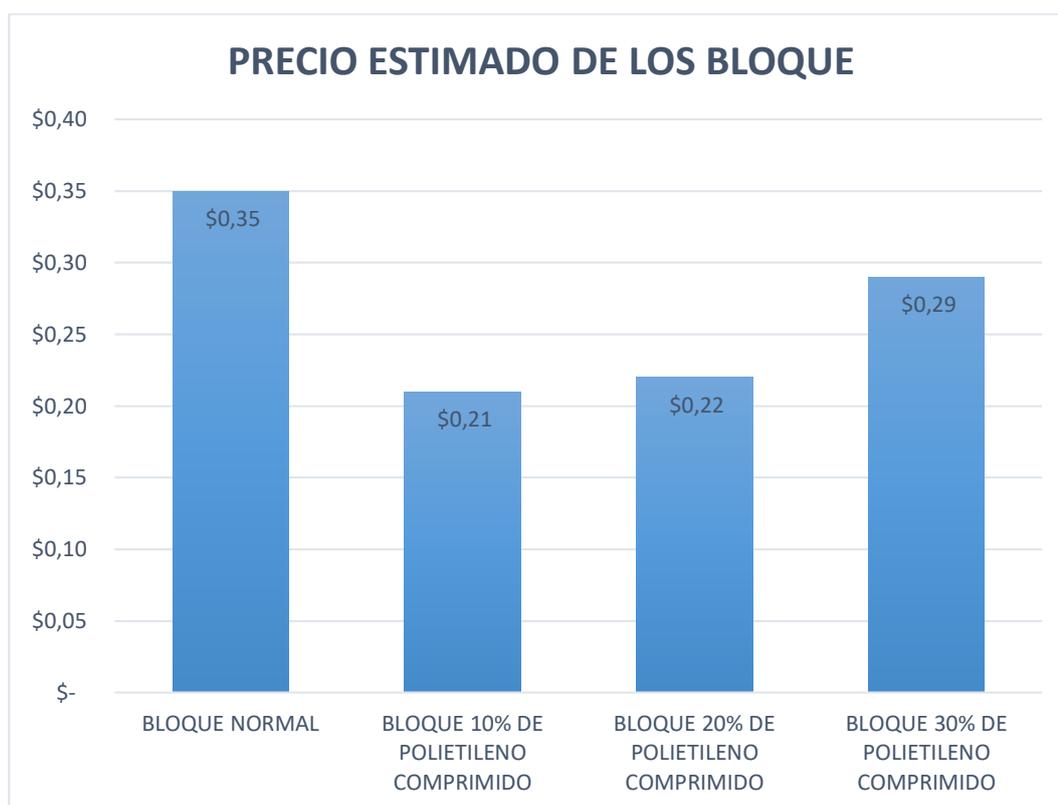


Imagen 60. Comparativa de precios de muestras
Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

4.8. Ventajas del producto obtenido (bloque ecológico)

Tabla 16

Las ventajas del bloque ecológico propuesto

Precios	Reducción de costos en producción de bloques Reducción de costos finales en viviendas
Capacidad térmica	Mejora las propiedades térmicas frente a los bloques tradicionales
Ecología	65% de material reciclado
Ligereza	Es un material ligero
Producción	Fácil obtención de materias primas

Elaborado por: Ávila Quiroz, A.A. & Avilés Garcés, M.C. (2019)

CONCLUSIONES.

Se realizó 3 tipos de muestras con dosificaciones distintas para bloques de mampostería, con residuos de construcción más elementos tradicionales, la primera muestra se añadió el 10% de polietileno comprimido, la segunda con 20% de este componente, y la tercera con el 30% de éste agregado. La muestra óptima es el prototipo número 1, con 10% de polietileno comprimido que alcanza 4 kg/ cm³ de resistencia a la compresión, los demás especímenes no llegan a ese rango.

En cuanto a los beneficios de un bloque ecológico se puede concluir que, no siempre los materiales de bajo impacto son los más económicos, no obstante, en el caso del prototipo sí cumple esta condición, debido a que se comprobaron diferencias de precios mediante un presupuesto referencial en donde se indica que los costos de venta de un bloque tradicional son entre \$0.35 y \$0.42 centavos de dólar, frente a la propuesta que tiene un valor de \$0.21.

Dado que la hipótesis de partida indica que, con la elaboración de un bloque ecológico a base de residuo de construcción y polietileno comprimido, se logrará beneficios en la vivienda de interés social, se cumple con el precio establecido, ya que un material a ese costo, es asequible para ese rango social, y de ser el caso, construir casas con éste componente se considera como una construcción y diseño ecológico.

Todo lo anterior fundamenta la posibilidad de la ejecución de lo planteado por el diseño de la investigación; de esta manera, el cumplimiento del objetivo general se corroboró mediante la demostración del procedimiento necesario para realizar un prototipo de bloque ecológico con escombros de construcción más polietileno comprimido y sus respectivos ensayos de laboratorio, conforme a lo normado de forma local.

Además de esto, también se demostró la respectiva afirmación de los demás objetivos específicos, para esto se identificó la muestra óptima de un prototipo de bloque ecológico, en base a escombros de construcción más polietileno comprimido, considerando las características de los materiales en su forma individual, canalizando la información recopilada sobre sus respectivas propiedades físicas.

En efecto, la muestra óptima de un bloque ecológico, en base a escombros de construcción más polietileno comprimido, son el resultado de las opiniones de los usuarios sobre las cualidades que necesitan desarrollar para ser usadas en una vivienda

de interés social. Sobre esto, las personas dedicadas a la construcción indican su aceptación en este proyecto y su uso para la colectividad. Ellos aseguran, con un gran porcentaje de afirmación, recomendar el uso de este componente para el beneficio de proyectos dirigidos al bien común.

En definitiva, este trabajo presenta la posibilidad de ejecutar proyectos con trascendencia favorable al entorno, usando componentes considerados como desechos; lo que permite ya no asociar a los bloques de construcción como un material contaminante. A todo esto, es importante, para la arquitectura sostenible, que hoy en día, se incorporen en el medio más iniciativas ecológicas que incluyan reinventar o reemplazar los componentes tradicionales con alguno que en su uso comprenda el ahorro de energía.

RECOMENDACIONES.

Se recomienda establecer una normativa municipal para la reutilización de residuos de construcción, que regulen los sistemas de desalojo y manejo de escombros, para que fomenten el desarrollo de tecnologías para el reciclado de materiales, planes técnicos de manejo de recursos en obras, centros de acopios de escombros, entre otros, para beneficio del espacio urbano y ciudad sostenible.

Además de prever un plan de manejo de residuos reglamentario, que exija que no se desechen los escombros de construcción como parte de los residuos urbanos, más bien que los distribuyan a centros especializados que se dedique a la recolección de este material para poder usarlos como componente en otras obras de construcción, previa a una selección o canalización de elementos, actividades propias de una gestión hacia la ciudad responsable, ecológica y sostenible.

Para la elaboración de un prototipo de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana, es necesario precisar una dosificación que demuestre su calidad, para esto, es imprescindible ejercer tal número de pruebas como sea posible con la finalidad de identificar la resistencia adecuada. Conforme a lo planteado se debe verificar mediante los ensayos de laboratorio para analizar los comportamientos mecánicos y considerar lo establecido en la reglamentación local.

Se recomienda realizar comparaciones objetivas entre un bloque ecológico y otros elementos tradicionales de construcción para viviendas de interés social, con la finalidad de documentar cada vez más los múltiples beneficios de aquellos componentes amigables en referencia a aspectos como su bajo precio, la resiliencia, los efectos ambientales, la función y estética, y demás ventajas posibles.

GLOSARIO.

Ambiente: Se entiende al ambiente como un sistema global integrado por componentes naturales y sociales, constituidos a su vez por elementos biofísicos, en su interacción dinámica con el ser humano, incluidas sus relaciones socioeconómicas y socio-culturales.

Bloque hueco de hormigón: Es un elemento simple hecho de hormigón, en forma de paralelepípedo, con uno o más huecos transversales en su interior, de modo que el volumen del material sólido sea del 50% al 75% del volumen total del elemento.

Contaminación: Alteración negativa de un ecosistema por la presencia de uno o más contaminantes, o la combinación de ellos, en ciertas concentraciones o tiempos de permanencia

De-polimerización: La conversión o reciclado de plásticos de vuelta en materias primas por disolución (rotura) de la molécula de polímero.

Desarrollo sustentable: Para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

Desperdicios sólidos municipales: Basura generada de fuentes residenciales, comerciales, institucionales e industriales que entran en seis categorías básicas: los bienes durables, los bienes no-durables, recipientes y empaques, residuos de comida, recortes de jardín y las basuras orgánicas e inorgánicas misceláneas.

Impacto ambiental: Son todas las alteraciones, positivas, negativas, directas, indirectas, generadas por una actividad obra, proyecto público o privado, que ocasionan cambios medibles y demostrables sobre el ambiente, sus componentes, sus interacciones y relaciones y otras características al sistema natural.

Madera: es un material vegetal más o menos duro, compacto y fibroso, que se ha de utilizar en diferentes rubros durante la ejecución de obra.

Polímero: Compuesto orgánico de alto peso molecular, natural o sintético cuya estructura puede representarse por una unidad pequeña repetida, el monómero (el ej., polietileno, caucho, celulosa).

Reciclaje: Proceso mediante el cual, previa separación y clasificación selectiva de los residuos o sus componentes, son aprovechados como energía o materia prima en la fabricación de nuevos productos

Residuo: Son las sustancias sólidas, semisólidas, líquidas o gaseosas, o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, a cuya eliminación o disposición final se procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional o internacional aplicable y es susceptible de aprovechamiento o valorización.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

Resina: Cualquiera de una clase de sólido o semi-sólido de productos orgánicos de origen natural o sintético, generalmente de pesos moleculares altos sin un punto de fundición definido. La mayoría de las resinas son polímeros.

Resistencia a la compresión bruta: Relación entre la carga de rotura a compresión simple de un bloque y su superficie bruta, expresada en MPa.

Termo plástico: Materiales que se ablandarán repetidamente cuando son sometidos a calor y endurecerán cuando son enfriados. Típico de la familia de los termoplásticos, son los polímeros del estireno y co-polímeros, acrílico, celulosas, polietilenos, polipropileno, vinilo y nylon.

Volumen total: Es el volumen del bloque, calculado con sus medidas principales.

BIBLIOGRAFÍA.

- Álvarez, K. (2014). *Elaboración Y Comercialización De Material De Construcción A Base De La Cascarilla De Arroz Y Su Incidencia En El Fortalecimiento De La Preservación Del Medio Ambiente*. Guayaquil: Universidad Estatal de Guayaquil.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República de Ecuador*. Montecristi: Asamblea Nacional.
- Bloqueras. (2019). *Bloqueras Org*. Obtenido de <https://bloqueras.org/bloques-concreto/>
- Camacho, A., & Mena, M. (2018). *Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Congreso Nacional. (2004). *Ley de Gestión Ambiental*. Quito: Congreso Nacional.
- CONSTRUMATICA. (2011). *CONSTRUMATICA*. Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de http://www.construmatica.com/construpedia/Residuos_Generados_en_las_Obras_de_Construcci%C3%B3n
- Definición ABC. (2017). *Definición ABC*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de <https://www.definicionabc.com/comunicacion/encuesta.php>
- Ecured. (2018). *Ecured*. Recuperado el 22 de 06 de 2018, de https://www.ecured.cu/Ladrillo_ecol%C3%B3gico
- Ferrer, J. (2010). *Metodología*. Recuperado el 22 de 03 de 2018, de <http://metodologia02.blogspot.com/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>
- Guayaquil, M. M. (27 de Septiembre de 2006). *Alcaldía de Guayaquil*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de Ordenanzas: <http://www.guayaquil.gob.ec/Ordenanzas/Recolecci%C3%B3n%20de%20Basura/27-09-2006%20Ordenanza%20que%20norma%20el%20manejo%20y%20disposici%C3%B3n%20final%20de%20escombros%20para%20la%20Ciudad%20de%20Guayaquil.%20pdf.pdf>
- Ingenieril, M. (2013). Tipos de Bloques. *Mundo Ingenieril*.
- Lee, L. (23 de 03 de 2017). *eHow*. Obtenido de https://www.ehowenespanol.com/historia-bloques-hormigon-hechos_328125/
- Loubet, R. (2015). *Geocities*. Recuperado el 21 de 06 de 2018, de <http://www.geocities.ws/roxloubet/investigacioncampo.html>
- Manzanero, J. (13 de 11 de 2013). *Ecoesmas*. Recuperado el 17 de 11 de 2018, de <http://ecoemas.com/del-boom-del-ladrillo-al-ladrillo-ecologico/>

- Martínez, A. (2014). *Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET*. Bucaramanga: Universidad de Santander .
- MIDUVI & CAMICON. (2014). *NEC-SE-VIVIENDA*. Quito: Ministro de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y vivienda. (2012). *Ley de Suelo, Hábitat y Vivienda*. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Industria y Productividad. (2015). *Ladrillos cerámicos. Determinación de absorción de humedad NTE INEN 296*. Quito: INEN.
- Ministerio de Industrias y Productividad. (2011). *Norma ecuatoriana: Áridos para hormigón. - Requisitos INEN 872*. Quito: INEN.
- Ministerio de Industrias y productividad. (2016). *Norma técnica ecuatoriana: Bloques de hormigón. Requisitos y métodos de ensayos NTE INEN 3066*. Quito: INEN.
- Noboa, J. S. (Diciembre de 2015). Estudio del uso de materiales reciclados como hormigones, cerámicas y otros productos de derrocamiento o desperdicio de obra como agregados para un hormigón. 132. Quito, Pichincha, Ecuador.
- PA Academy. (2018). *Packsys*. Obtenido de <http://www.packsys.com/blog/breve-historia-del-polietileno/>
- Piedra, B. (2014). *Estudio para analizar el ladrillo suelo-cemento o ecológico en Cuenca*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Presidencia de la república. (2010). *Código Orgánico de organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. Quito: Presidencia de la república.
- Redacción Cali Creativa. (2018). HomeCell: ladrillos reciclados y ecológicos, tipo LEGO. *Cali Creativa*.
- Redacción TNT. (20 de 02 de 2017). *Tecnología negocios estrategia*. Recuperado el 17 de 11 de 2018, de <http://circulotne.com/ladrillos-ecologicos-en-pro-del-medio-ambiente.html>
- Reinoso, E., & Vergara, L. (2016). *Elaboración de ladrillos ecológicos a base de polietileno*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Rodríguez, A. (2014). La construcción con ladrillos ecológicos. Una estrategia de intervención social para las zonas de riesgo social (Uberlândia, Brasil). *Ciudades para un futuro sostenible*.
- Rojas, J., & Vidal, R. (2014). *Comportamiento sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Rojas, M. (2016). *Ladrillo ecológico basado en residuos de construcción*. México: UNAM.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de encuestas a profesionales y maestros de construcción

Elaboración de bloques ecológicos a base de residuos de construcción y polietileno comprimido para vivienda de interés social

1. 1. ¿Cree usted que se deba reutilizar los escombros de construcción en la elaboración de nuevas obras?

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indefinido
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

2. 2. ¿Es posible elaborar bloques con escombros de construcción y polietileno comprimido? (plumafón)

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indefinido
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

3. 3. De ser posible ¿Considera que pueden llegar a niveles óptimos de resistencia a la compresión?

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indefinido
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

4. De ser posible, ¿Considera que pueden ser usado en mampostería de viviendas de interés social ?

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indefinido
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

5. ¿Considera útil este material en el sector, y su fácil comercialización?

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indefinido
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

6. ¿Puede este nuevo bloque reducir presupuestos para viviendas de interés social?

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indefinido
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

7. Además de viviendas de interés social, ¿Cree que este nuevo bloque pueda usarse en otras obras?

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indefinido
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

8. ¿Será posible la adherencia a los recubrimientos en esta innovación en bloques?

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indefinido
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

9. ¿Consideraría estar inmerso en el uso y desarrollo de este tipo de bloques?

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indefinido
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

10. ¿Considera la posibilidad de recomendar a clientes los bloques de residuos de construcción y polietileno comprimido?

Marca solo un óvalo.

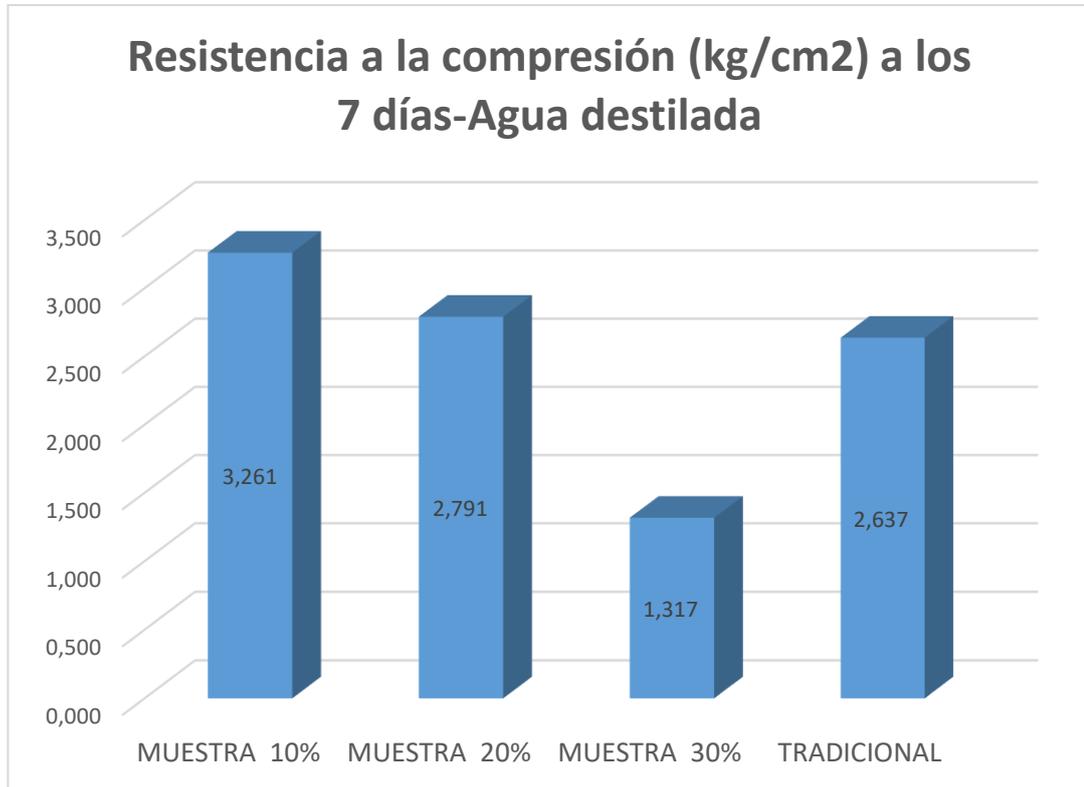
- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indefinido
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Anexo 2. Bloque propuesto para Vivienda de Interés Social

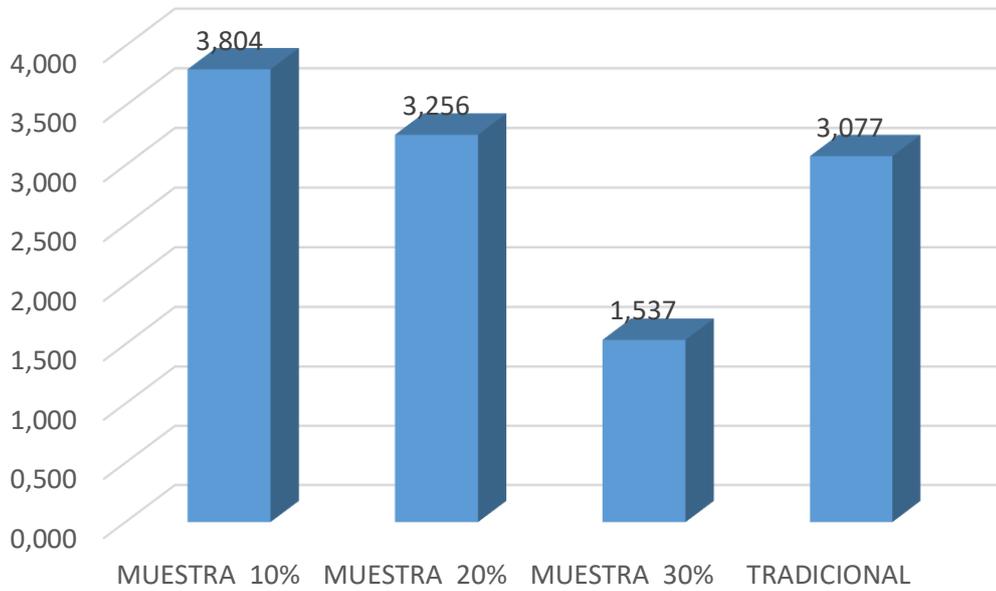




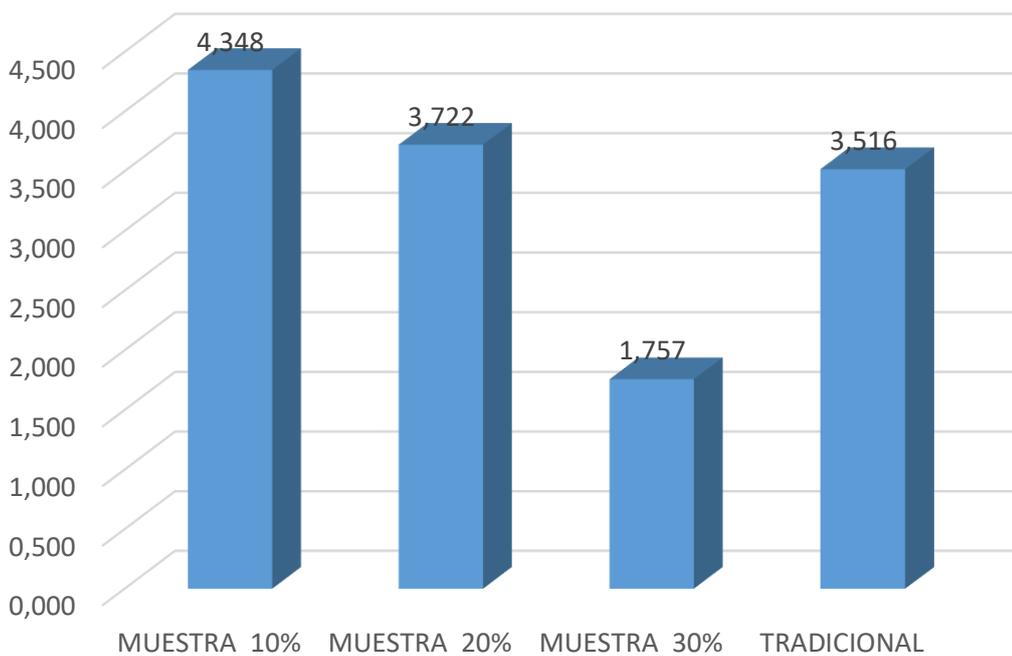
Anexo 3. Gráficos sobre la resistencia a la compresión



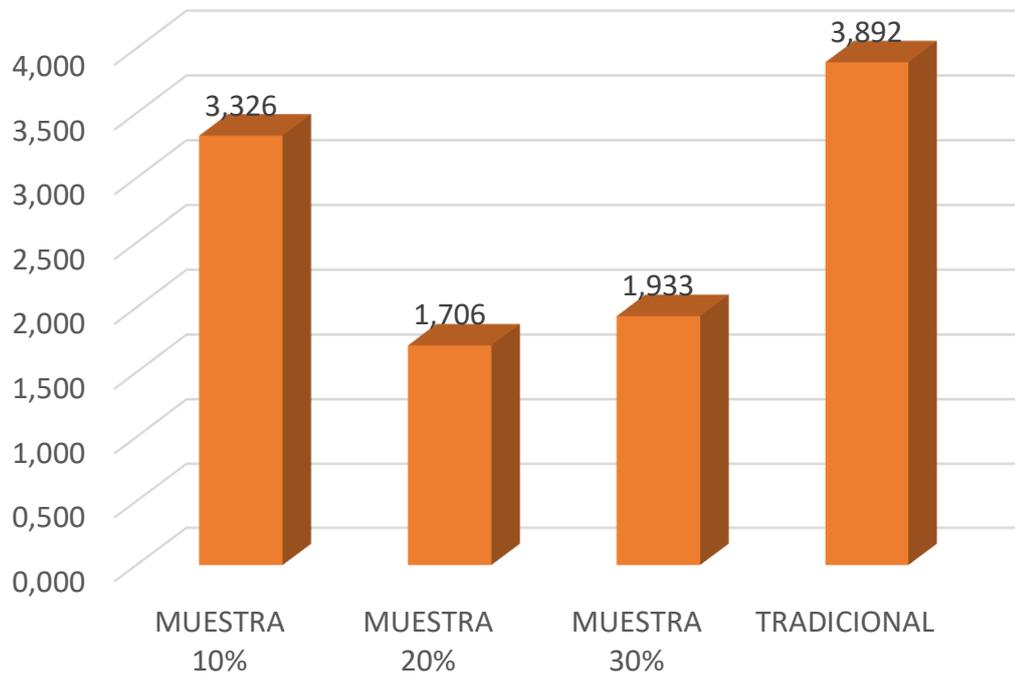
Resistencia a la compresión (kg/cm²) a los 14 días-Agua destilada



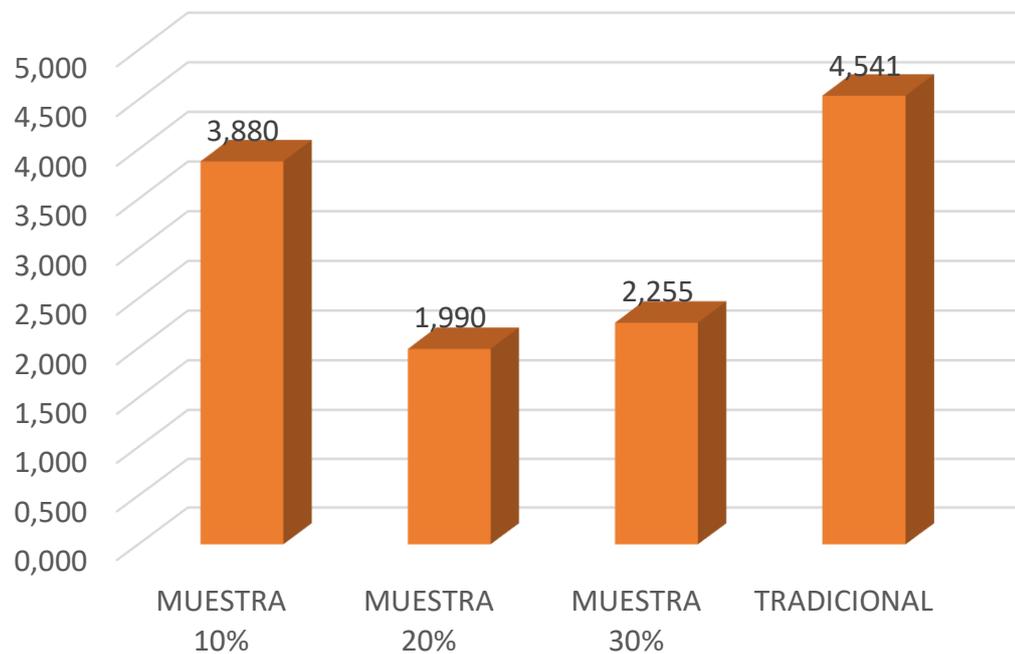
Resistencia a la compresión (kg/cm²) a los 21 días-Agua destilada



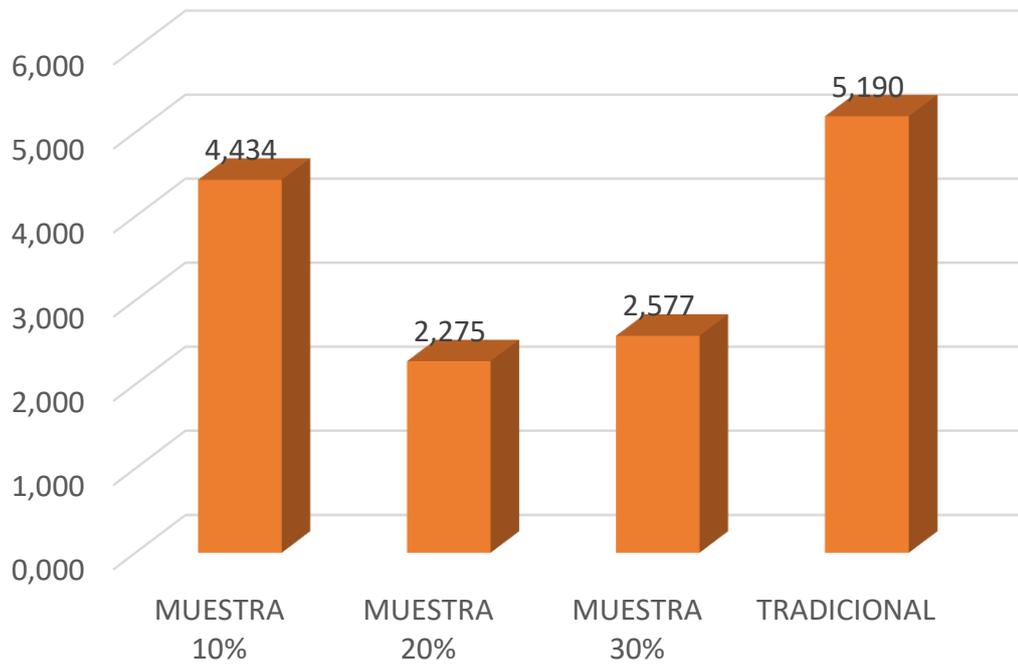
Resistencia a la compresión (kg/cm²) a los 7 días-Agua común



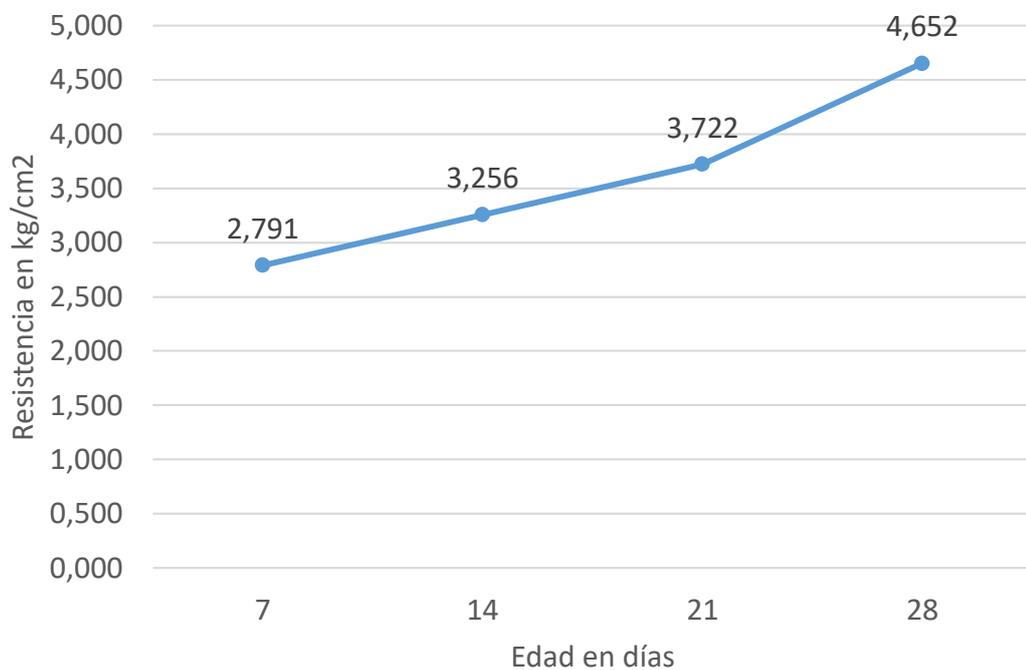
Resistencia a la compresión (kg/cm²) a los 14 días-Agua común



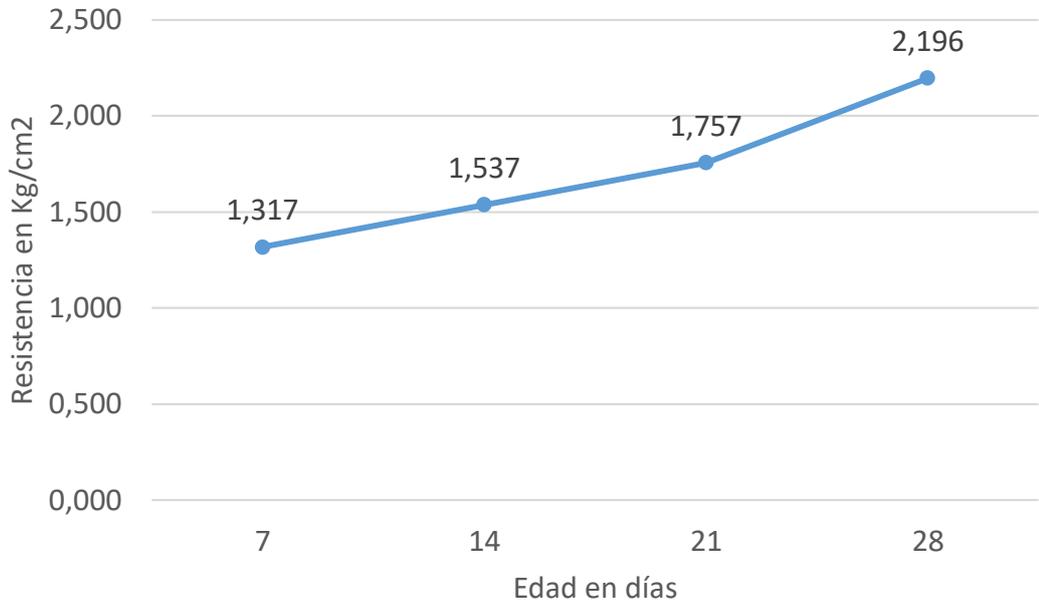
Resistencia a la compresión (kg/cm²) a los 21 días-Agua común



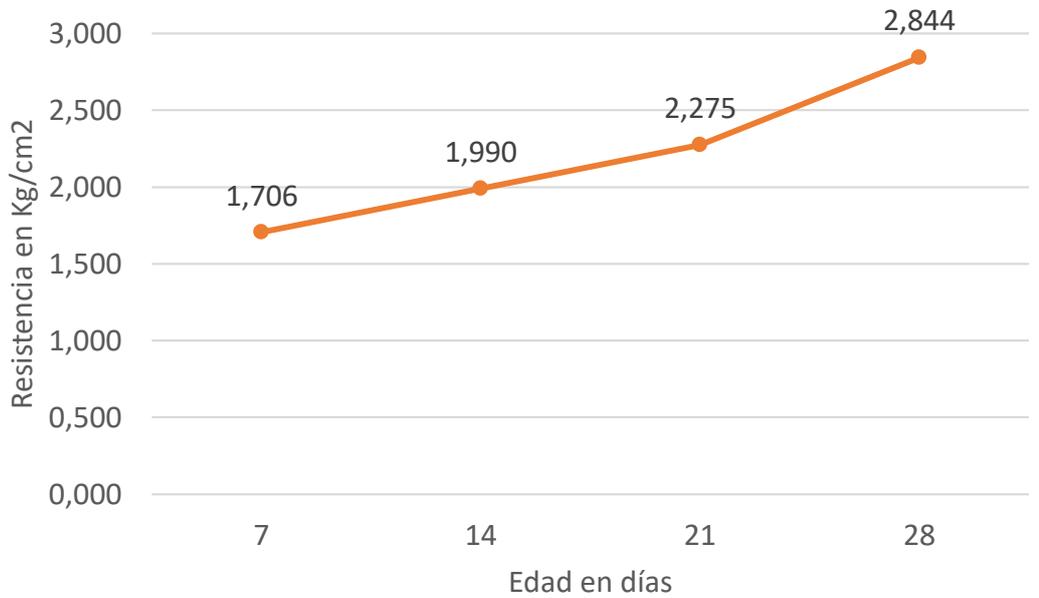
Resistencia a la compresión en agua destilada-muestra 2



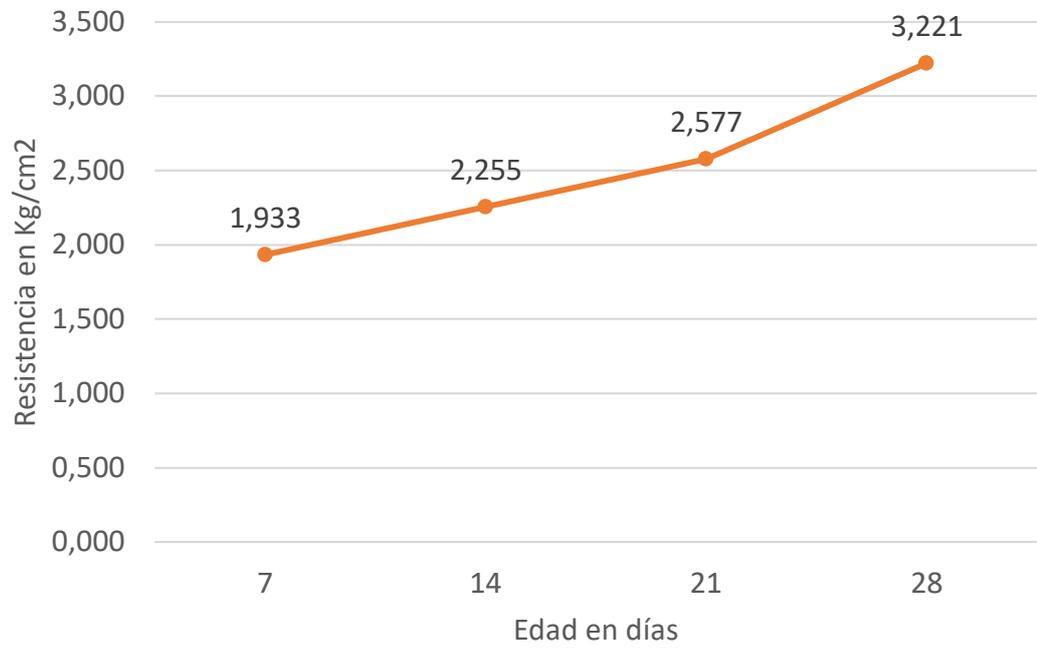
Resistencia a la compresión en agua destilada-muestra 3



Resistencia a la compresión en agua común-muestra 2



Resistencia a la compresión en agua común-muestra 3





Universidad Laica Vicente Rocafuerte
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción,
Laboratorio de Mecánica de Suelos



Contratista: Ávila Quiroz Antonio Alejandro y Avilés Garcés Michelle Catherine
Proyecto: Elaboración de bloque ecológico a base de residuos de construcción, y polietileno comprimido para vivienda de interés social.
Localización: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
Fecha: 11 de enero de 2019

Control de Resistencia a la Compresión (agua destilada)

Bloque N°	DISEÑO	MATERIAL	FECHA FUNDICION	FECHA ROTURA	EDAD (DIAS)	BASE (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm²)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
1	# 1	MUESTRA 10%	14/12/2018	21/12/2018	7	39	19	741	2416	3,261
2	# 1	MUESTRA 20%	14/12/2018	21/12/2018	7	39	19	741	2068	2,791
3	# 1	MUESTRA 30%	14/12/2018	21/12/2018	7	39	19	741	976	1,317
4	# 1	TRADICIONAL	14/12/2018	21/12/2018	7	39	19	741	1954	2,637
5	# 1	MUESTRA 10%	14/12/2018	28/12/2018	14	39	19	741	2819	3,804
6	# 1	MUESTRA 20%	14/12/2018	28/12/2018	14	39	19	741	2413	3,256
7	# 1	MUESTRA 30%	14/12/2018	28/12/2018	14	39	19	741	1139	1,537
8	# 1	TRADICIONAL	14/12/2018	28/12/2018	14	39	19	741	2280	3,077
9	# 1	MUESTRA 10%	14/12/2018	4/1/2019	21	39	19	741	3222	4,348
10	# 1	MUESTRA 20%	14/12/2018	4/1/2019	21	39	19	741	2758	3,722
11	# 1	MUESTRA 30%	14/12/2018	4/1/2019	21	39	19	741	1302	1,757
12	# 1	TRADICIONAL	14/12/2018	4/1/2019	21	39	19	741	2606	3,516
13	# 1	MUESTRA 10%	14/12/2018	11/1/2019	28	39	19	741	4027	5,435
14	# 1	MUESTRA 20%	14/12/2018	11/1/2019	28	39	19	741	3447	4,652
15	# 1	MUESTRA 30%	14/12/2018	11/1/2019	28	39	19	741	1627	2,196
16	# 1	TRADICIONAL	14/12/2018	11/1/2019	28	39	19	741	3257	4,396

Firma: 
Msc. Ing. Kleber Moscoso Riera
C.I. # 020896062

Anexo 5. Resultados de las pruebas a la resistencia (en agua común)



Universidad Laica Vicente Rocafuerte
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción
Laboratorio de Mecánica de Suelos



Contratista: Ávila Quiroz Antonio Alejandro y Avilés Garcés Michelle Catherine
Proyecto: Elaboración de bloque ecológico a base de residuos de construcción, y polietileno comprimido para vivienda de interés social.
Localización: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
Fecha: 11 de enero de 2019

Control de Resistencia a la Compresión (H2O)

Bloque N°	DISEÑO	MATERIAL	FECHA FUNDICION	FECHA ROTURA	EDAD (DIAS)	BASE (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm²)
1	#1	MUESTRA 10%	14/12/2018	21/12/2018	7	39	19	741	2464	3,326
2	#1	MUESTRA 20%	14/12/2018	21/12/2018	7	39	19	741	1264	1,706
3	#1	MUESTRA 30%	14/12/2018	21/12/2018	7	39	19	741	1432	1,933
4	#1	TRADICIONAL	14/12/2018	21/12/2018	7	39	19	741	2884	3,892
5	#1	MUESTRA 10%	14/12/2018	28/12/2018	14	39	19	741	2875	3,880
6	#1	MUESTRA 20%	14/12/2018	28/12/2018	14	39	19	741	1475	1,990
7	#1	MUESTRA 30%	14/12/2018	28/12/2018	14	39	19	741	1671	2,255
8	#1	TRADICIONAL	14/12/2018	28/12/2018	14	39	19	741	3365	4,541
9	#1	MUESTRA 10%	14/12/2018	4/1/2019	21	39	19	741	3286	4,434
10	#1	MUESTRA 20%	14/12/2018	4/1/2019	21	39	19	741	1686	2,275
11	#1	MUESTRA 30%	14/12/2018	4/1/2019	21	39	19	741	1910	2,577
12	#1	TRADICIONAL	14/12/2018	4/1/2019	21	39	19	741	3846	5,190
13	#1	MUESTRA 10%	14/12/2018	11/1/2019	28	39	19	741	4107	5,543
14	#1	MUESTRA 20%	14/12/2018	11/1/2019	28	39	19	741	2107	2,844
15	#1	MUESTRA 30%	14/12/2018	11/1/2019	28	39	19	741	2387	3,221
16	#1	TRADICIONAL	14/12/2018	11/1/2019	28	39	19	741	4807	6,487

Firma: 
Msc. Ing. Kleber Moscoso Riera
C.I. # 0928960628

Anexo 6. Análisis granulométrico de los agregados

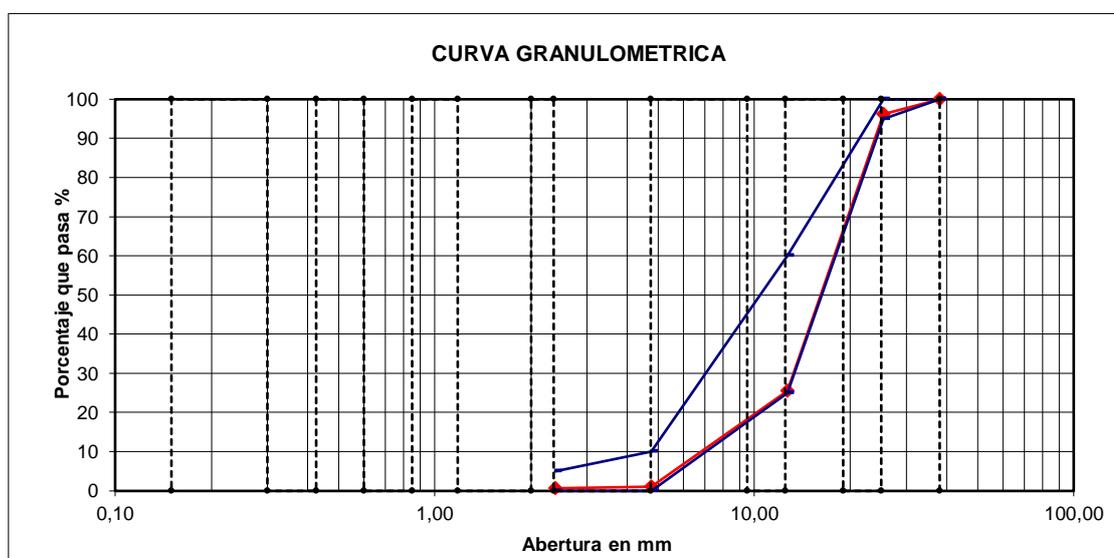
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

Proyecto:	Proyecto de fin de carrera Bloques con hormigones reciclados		
Ubicación:	Guayaquil		
Solicitado por:	Michelle Avilés – Antonio Ávila		
Descripción:			
Fuente del material:	Muestra # 1		
Tamaño Máximo:	1 "	Tamaño Máximo Nominal:	1 "

RESULTADOS DE ENSAYOS

TAMIZ #	P.PARCIAL gr.	RETENIDO %	RETENIDO ACUMULADO %	PASANTE ACUMULADO %	ASTM
1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	100
1"	434,90	3,84	3,84	96,16	95-100
1/2"	8011,70	70,73	74,57	25,43	25-60
Nº 4	2766,50	24,42	99,00	1,00	0-10
Nº 8	48,70	0,43	99,43	0,57	0-5
FONDO	65,10	0,57	100,00	0,00	
TOTAL	11326,90	100,00			

D.S.S.S	2,519		ABSORCION	1,21	%
PVS	1,377	g/cm ³			
PVV	1,539	g/cm ³			



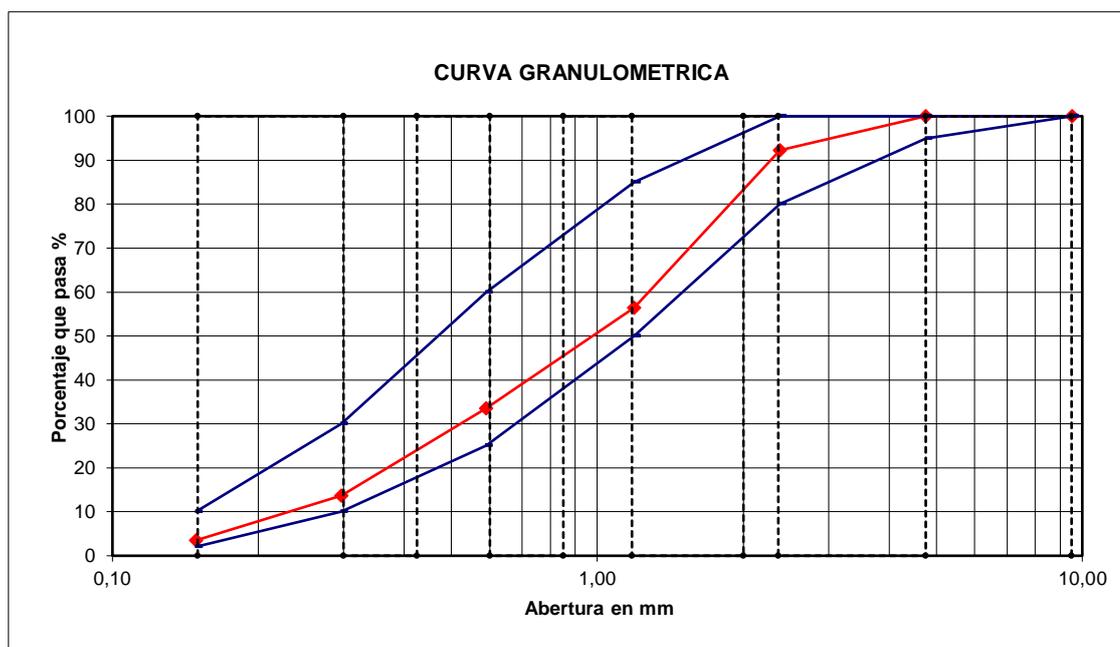
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

Proyecto: Proyecto de fin de carrera Bloques con hormigones reciclados
Ubicación: Guayaquil
Solicitado por: Michelle Avilés – Antonio Ávila
Descripción:
Fuente del material: Arena Gruesa

RESULTADOS DE ENSAYOS

TAMIZ	P.PARCIAL	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	ASTM
#	gr.	%	%	%	
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	100
No 4	0,00	0,00	0,00	100,00	95-100
No 8	77,00	7,70	7,70	92,30	80-100
No 16	359,00	35,90	43,60	56,40	50-85
No 30	229,00	22,90	66,50	33,50	25-60
No 50	198,00	19,80	86,30	13,70	10-30
No 100	102,00	10,20	96,50	3,50	2-10
FONDO	35,00	3,50	100,00	0,00	0
TOTAL	1000,0	100,00			

D.S.S.S	3,030		Absorción:	2,88	%
PVS	1,249	g/cm ³			
MF:	3,01				

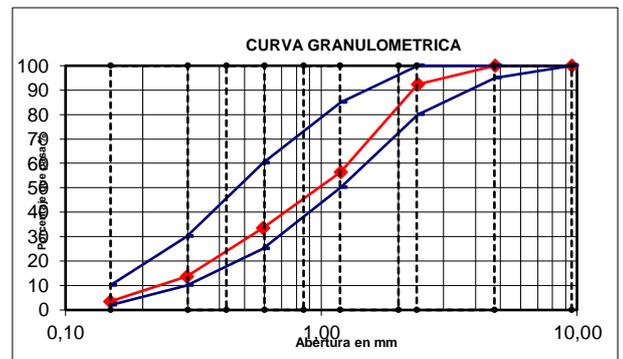
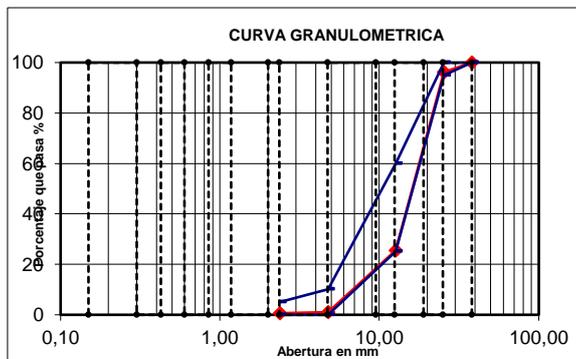


DISEÑO DE HORMIGON # 1 MUESTRA # 1

Proyecto:	Proyecto de fin de carrera Bloques con hormigones reciclados		
Realizado por:	Michelle Avilés - Antonio Ávila		
Resistencia especificada $f'c$:	210	kg/cm ²	
Resistencia de diseño $f'c$:	262,5	kg/cm ²	
Revenimiento:	10	cm	
Cemento:	TIPO I		
Relación A/C :	0,60		Nº de sacos de cemento: 6,4

Agregado Grueso	
Fuente: -	
Tamaño Máximo:	1"
D.S.S.S : gr/cm³	2,519
Absorción: %	1,21
P.V.S: gr/cm³	1,377
PV.V: gr/cm³	1,539

Agregado Fino	
D.S.S.S : gr/cm³	3,030
Absorción: %	2,88
P.V.S: gr/cm³	1,249
Módulo de Finura :	3,01



Peso en Kg para 1 m³ de Hormigón		
Cemento	321,0	Kg
Agua	155,4	Lts
Agregado Grueso	1077,3	Kg
Agregado Fino	837,3	Kg

Peso en Kg. para 1 saco de Cemento		
Cemento	50,0	Kg
Agua	24,2	Lts
Agregado Grueso	167,8	Kg
Agregado Fino	130,4	Kg

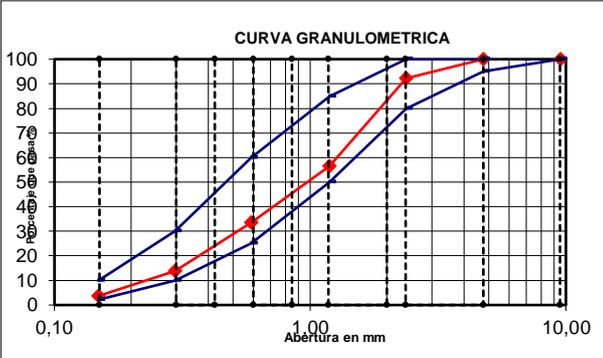
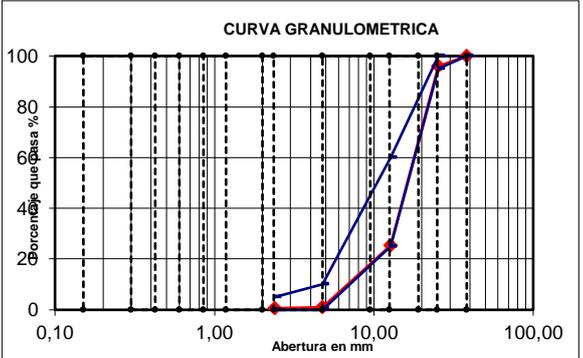
PARA 6 CILINDROS ϕ 6 x 12"		
Cemento	11,8	Kg
Agua	5,7	Lts
Agregado Grueso	39,5	Kg
Agregado Fino	30,7	Kg

DISEÑO DE HORMIGON # 1 MUESTRA # 1

Proyecto:	Proyecto de fin de carrera Bloques con hormigones reciclados		
Realizado por:	Michelle Avilés - Antonio Ávila		
Resistencia especificada $f'c$:	280	kg/cm ²	
Resistencia de diseño $f'c$:	350	kg/cm ²	
Revenimiento:	10	cm	
Cemento:	TIPO I		
Relación A/C :	0,52		Nº de sacos de cemento: 7,4

Agregado Grueso	
Fuente: -	
Tamaño Máximo:	1"
D.S.S.S : gr/cm³	2,519
Absorción: %	1,21
P.V.S: gr/cm³	1,377
PV.V: gr/cm³	1,539

Agregado Fino	
D.S.S.S :	gr/cm ³ 3,030
Absorción:	% 2,88
P.V.S:	gr/cm ³ 1,249
Módulo de Finura :	3,01



Peso en Kg para 1 m³ de Hormigón		
Cemento	370,4	Kg
Agua	156,8	Lts
Agregado Grueso	1077,3	Kg
Agregado Fino	789,8	Kg

Peso en Kg. para 1 saco de Cemento		
Cemento	50,0	Kg
Agua	21,2	Lts
Agregado Grueso	145,4	Kg
Agregado Fino	106,6	Kg

PARA 6 CILINDROS ϕ 6 x 12"		
Cemento	13,6	Kg
Agua	5,8	Lts
Agregado Grueso	39,5	Kg
Agregado Fino	29,0	Kg

Anexo 7. Comparativa de costos de las demás muestras

FABRICACION DE BLOQUE CON MATERIAL DE CONSTRUCCION Y POLIESTIRENO CON EL 20%										
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS										
NOMBRE DE LA OBRA:		FABRICACION DE BLOQUES CON POLIESTIRENO								
RUBRO :		Fabricacion de bloque de 9x20x40								
CANTIDAD:		u						UNIDAD =		M2
DETALLE :		Fabricacion de bloque de 9x20x40						K = (Horas / Und.)		
								K =		0,001
EQUIPOS :										
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA		COSTO HORA		COSTO UNITARIO			
		A	B		C = A * B		D = C * K			
Herramienta menor		0,600	US\$	6,000	US\$	3,600	US\$	0,0036		
Bloquera		0,600		6,000		3,600		0,0036		
Trituradora		1,000		3,550		3,550		0,0036		
MANO DE OBRA :										
							PARCIAL M :		US\$ 0,0108	
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)		CANTIDAD	JORNAL / HR		COSTO HORA		COSTO UNITARIO			
		A	B		C = A * B		D = C * K			
Ayudante		0,600	US\$	3,580	US\$	2,148	US\$	0,002		
Maestro		0,700	"	3,620	"	2,534	"	0,003		
MATERIALES :										
							PARCIAL N :		US\$ 0,005	
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD		UNITARIO		COSTO UNITARIO			
			A		B		C = A * B			
Agua		m3	0,011		US\$	0,45	US\$	0,01		
Cemento (50kg)		m3	0,008			7,640		0,061		
Polvo de piedra de construccion		m3	0,003			8,0000		0,024		
Arena		m3	0,030			0,8000		0,024		
Poliestireno		m3	0,030			2,2000		0,066		
							PARCIAL O :		US\$ 0,180	
							TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		US\$ 0,1955	
							INDIRECTOS Y UTILIDADES		12,00%	
							(INDICAR OTROS ESPECIFICOS)		"	
							COSTO TOTAL DEL RUBRO		US\$ 0,2190	
							VALOR PROPUESTO		US\$ 0,22	

FABRICACION DE BLOQUE CON MATERIAL DE CONSTRUCCION Y POLIESTIRENO CON EL 30%

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE LA OBRA: FABRICACION DE BLOQUES CON POLIESTIRENO

RUBRO: Fabricacion de bloque de 9x20x40

CANTIDAD: u

UNIDAD = M2

K = (Horas / Und.)

DETALLE: Fabricacion de bloque de 9x20x40

K = **0,005**

EQUIPOS:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C = A * B	D = C * K
Herramienta menor	0,600	US\$ 6,000	US\$ 3,600	US\$ 0,0180
Bloquera	0,600	6,000	3,600	0,0180
Trituradora	1,000	3,550	3,550	0,0178

MANO DE OBRA: PARCIAL M : US\$ 0,0538

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL / HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C = A * B	D = C * K
Ayudante	0,600	US\$ 3,580	US\$ 2,148	US\$ 0,011
Maestro	0,700	3,620	2,534	" 0,013

MATERIALES: PARCIAL N : US\$ 0,023

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO UNITARIO
		A	B	C = A * B
Agua	m3	0,011	US\$ 0,45	US\$ 0,005
Cemento (50kg)	m3	0,008	7,64	0,061
Polvo de piedra de construccion	m3	0,003	8,00	0,024
Areña	m3	0,030	0,80	0,024
Poliestireno	m3	0,032	2,20	0,070

PARCIAL O : US\$ 0,185

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)	US\$	0,2617
INDIRECTOS Y UTILIDADES	12,00%	0,0314
(INDICAR OTROS ESPECÍFICOS)	"	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	US\$	0,2931
VALOR PROPUESTO	US\$	0,29

Anexo 8. Norma técnica ecuatoriana: Bloques de hormigón. Requisitos y métodos de ensayos NTE INEN 3066

NTE INEN 3066

2016-11

BLOQUES DE HORMIGÓN REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos y métodos de ensayo de los bloques de hormigón fabricados con cemento hidráulico, agua y áridos minerales, con o sin aditivos.

Esta norma no es aplicable a los paneles o bloques de hormigón espumoso, que se fabrican con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN-ISO 2859-1, *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote*

NTE INEN-ISO 8422, *Planes de muestreo secuencial para inspección por atributos*

NTE INEN-ISO 8423, *Planes de muestreo secuencial para la inspección por variables para porcentaje no conforme (desviación estándar conocida)*

NTE INEN-ISO 3951-5, *Procedimientos de muestreo para inspección por variables - Parte 5: Planes de muestreo secuencial clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para la inspección por variables (desviación estándar conocida)*

NTE INEN 152, *Cemento portland. Requisitos*

NTE INEN 490, *Cementos hidráulicos compuestos. Requisitos*

NTE INEN 2380, *Cementos hidráulicos. Requisitos de desempeño para cementos hidráulicos*

NTE INEN 872, *Áridos para hormigón. Requisitos*

NTE INEN 2619, *Bloques huecos de hormigón, unidades relacionadas y prismas para mampostería. Refrentado para el ensayo a compresión*

NTE INEN 52, *Reglas para redondear números*

NTE INEN 1578, *Hormigón de cemento hidráulico. Determinación del asentamiento*

ASTM C1552, *Standard Practice for Capping Concrete Masonry Units, Related Units and Masonry Prisms for Compression Testing*

ASTM E4, *Standard Practices for Force Verification of Testing Machines*

ASTM C1093, *Standard Practice for Accreditation of Testing Agencies for Masonry*

ASTM C426, *Standard Test Method for Linear Drying Shrinkage of Concrete Masonry Units*

ASTM E119, *Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials*

ACI 216.1, *Método normalizado para determinar la Resistencia al fuego de las construcciones de hormigón y mampostería*

2016-791

1

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:

3.1

bloque de hormigón

Pieza prefabricada de hormigón simple, elaborada con cemento hidráulico, agua, áridos finos y gruesos, con o sin aditivos, en forma de paralelepípedo, con o sin huecos en su interior.

3.2

dimensión modular

Corresponde al largo, el ancho y la altura de los bloques de hormigón. Es el resultado de la suma de la dimensión nominal más el ancho de la respectiva junta.

3.3

dimensión nominal

Corresponde al largo, el ancho y la altura de los bloques de hormigón al final del proceso de producción.

3.4

fracción de bloque

Unidad sólida, rectangular en cualquiera de sus secciones transversales, que se obtiene de la pared de un bloque mediante cortes de sierra, con el propósito de ensayarla y cuyas propiedades corresponden al bloque.

3.5

junta

Espacio que queda entre bloques contiguos al construir una mampostería, que suele rellenarse con algún tipo de material aglutinante.

3.6

lote

Un determinado número de bloques de hormigón y piezas relacionadas, de cualquier dimensión y configuración, fabricada con los mismos materiales, diseño de mezcla de hormigón, proceso de manufactura y método de curado.

3.7

plano de carga

Superficie perpendicular a la dirección de aplicación de la carga en un ensayo de compresión simple.

3.8

resistencia a la compresión bruta

Relación entre la carga de rotura a compresión simple de un bloque y su superficie bruta, expresada en MPa.

3.9

superficie bruta

Superficie paralela al plano de carga del bloque de hormigón. Esta es el resultado de multiplicar el largo por el ancho del mismo.

3.10

superficie neta

Superficie de hormigón paralela al plano de carga del bloque de hormigón. Esta es el resultado de dividir el volumen neto de hormigón del bloque para su altura.

3.11

volumen total

Resultado de multiplicar la superficie bruta del bloque de hormigón por su altura.

4. CLASIFICACIÓN

Los bloques de hormigón se clasifican de acuerdo a su uso y su densidad en:

- a) de acuerdo a su uso (ver Tabla 1)

TABLA 1. Bloques de hormigón de acuerdo a su uso

Clase	Uso
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Alivianamientos en losas

- b) de acuerdo a la densidad de los bloques de hormigón (ver Tabla 2).

TABLA 2. Bloques de hormigón de acuerdo a su densidad

Tipo	Densidad del hormigón (kg/m ³)
Liviano	< 1 680
Mediano	1 680 a 2 000
Normal	> 2 000

5. REQUISITOS

5.1 Generalidades

Se considera un bloque hueco de hormigón cuando el área neta de la superficie de carga sea menos de 75 %, mientras que el bloque sólido de hormigón debe ser mayor o igual al 75 %.

El bloque estructural (Clase A), tal como se utiliza en esta norma, se considera como parte de un elemento estructural diseñado bajo el criterio de pared portante; adicionalmente puede ser utilizado en mamposterías no estructurales cuando el bloque se encuentre directamente expuesto, parcial o totalmente a la intemperie.

Para el diseño del sistema en pared portante puede referirse a ACI 530 - ASCE 5.

El bloque no estructural sirve para separar espacios físicos, no debe soportar más carga que su propio peso. Este bloque no debe ser utilizado si va a estar expuesto directamente a la intemperie, a menos de que esté protegido.

5.1.1 Materiales

Los bloques de hormigón se deben elaborar con cemento hidráulico, áridos finos y gruesos, tales como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias u otros materiales inorgánicos inertes adecuados.

El cemento hidráulico que se utilice en la elaboración de los bloques debe cumplir con los requisitos de una de las siguientes normas: NTE INEN 490, NTE INEN 2380 o NTE INEN 152.

Los áridos que se utilicen en la elaboración de los bloques deben cumplir con los requisitos de NTE INEN 872 y, además, deberán permitir cubrir los requerimientos establecidos en los diseños de mezcla.

El agua que se utilice en la elaboración de los bloques de hormigón debe ser potable, libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas.

5.1.2 Dimensiones

5.1.2.1 Generalidades

Por convenio entre el fabricante y el comprador podrán fabricarse bloques de hormigón de dimensiones diferentes de las indicadas en la Tabla 4, sin perjuicio de que estos bloques cumplan con los requisitos establecidos en esta norma.

La tolerancia máxima para largo, ancho y altura reales, debe ser de ± 3 mm de las respectivas medidas nominales.

El espesor mínimo de las paredes y tabiques debe ser de 13 mm para los bloques Clases B y C.

El área mínima normalizada de tabiques y los espesores mínimos de tabiques, y paredes para los bloques Clase A, se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 3. Dimensiones mínimas de paredes y tabiques, bloques Clase A

Ancho modular del bloque (mm)	Espesores mínimos de paredes y tabiques (mm)		Área mínima normalizada de tabiques (mm^2/m^2)
	Paredes	Tabiques	
≤ 100	19	19	45 140
101 a 150	25	19	45 140
> 150	32	19	45 140

En el Anexo B se describe el método de ensayo para la toma de dimensiones.

5.1.2.2 Dimensiones modulares y nominales

Se identificarán los bloques por sus dimensiones modulares, de acuerdo con la siguiente tabla; en donde se expresan el largo, ancho y altura.

TABLA 4. Dimensiones modulares y dimensiones nominales de los bloques de hormigón

Dimensiones modulares (nM)			Dimensiones modulares (mm)			Dimensiones nominales (mm)		
Largo	Ancho	Altura	Largo Altura	Ancho		Largo Altura	Ancho	
4	3	2	400	300	200	390	290	190
		2,5			250			240
3	x	2	300	x	200	290	x	190
		1,5			150			140
2	1	1	200	100	100	190	90	90

donde
nM es el número de medidas modulares

NOTA. La tabla que precede es un ejemplo, se basa en juntas de 10 mm y una medida modular M igual a 100 mm, y muestra algunas combinaciones tanto en largo, ancho y altura.

En la elección de las dimensiones modulares de cada tipo de bloque podrán combinarse los valores de las columnas de la Tabla 4 entre sí.

TABLA 5. Absorción máxima de agua en bloques Clase A

Tipo	Densidad (kg/m ³)	Absorción de agua máxima promedio (kg/m ³)	Absorción de agua máxima por unidad (kg/m ²)
Liviano	< 1 680	288	320
Medio	1 680 a 2 000	240	272
Normal	> 2 000	208	240

Para el ensayo de absorción se requiere, por lote, una muestra compuesta por tres bloques enteros sin defectos.

En el Anexo D se describe el método de ensayo para determinar la absorción de agua de los bloques de hormigón.

5.4 Resistencia a la compresión simple

Al momento de su entrega, los bloques deben cumplir con las resistencias netas mínimas a la compresión simple, establecidas en la Tabla 6.

TABLA 6. Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)*		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	13,8	4,0	1,7
Por bloque	12,4	3,5	1,4

* 1 MPa = 10,2 kg/cm²

En el Anexo E se describe el método de ensayo de la resistencia a la compresión simple.

5.5 Resistencia al fuego

Las mamposterías construidas con bloques Clase A y Clase B deben cumplir con la resistencia al fuego especificada en el diseño, de acuerdo con los requerimientos del proyecto, aplicando el método de ensayo en ASTM E119 y/o ACI 216.1.

6. MUESTREO

El fabricante y el comprador de común acuerdo definirán el lugar de muestreo de los bloques.

El plan de muestreo dependerá del acuerdo entre el fabricante y el comprador.

Planes secuenciales:

- por atributos NTE INEN-ISO 2859-1 y NTE INEN-ISO 8422, y
- por variables NTE INEN-ISO 3951-5 y NTE INEN-ISO 8423.

El número de bloques a ensayar debe ser el indicado en la Tabla 7, según la propiedad seleccionada.

TABLA 7. Número de bloques a ensayar según la propiedad seleccionada

Propiedad	Número de bloques
Dimensiones	3 ^a
Aspectos visuales	Lote completo
Absorción, densidad y otros	3
Resistencia a la compresión simple	3
* Estos bloques, luego de haber sido utilizados para la determinación de las dimensiones, pueden ser usados en los otros ensayos, siempre y cuando no hayan sufrido alteraciones.	

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Generalidades

Los métodos de ensayos para los bloques de hormigón se realizarán de acuerdo con la siguiente Tabla.

TABLA 8. Métodos de ensayo

Propiedad	Método de ensayo
Dimensiones	Anexo B
Aspectos visuales	Anexo C
Absorción, densidad y otros	Anexo D
Resistencia a la compresión simple	Anexo E

7.2 Informe de ensayo

En el informe de resultados del ensayo, todos los valores observados o calculados deben ser redondeados mediante el siguiente procedimiento:

- cuando el dígito inmediatamente posterior a la última posición que va a ser considerada es menor que 5, mantener sin cambios el dígito de la última posición considerada,
- cuando el dígito inmediatamente posterior a la última posición que va a ser considerada es mayor o igual a 5, incrementar en 1 el dígito de la última posición considerada. Por ejemplo: se requiere que los resultados de densidad sean informados con una aproximación de 1 kg/m³. El valor calculado de 2 096,5 kg/m³ debe ser informado como 2 097 kg/m³. Revisar NTE INEN 52.

El informe completo debe incluir la siguiente información general:

- nombre y dirección del laboratorio de ensayo,
- identificación del informe y la fecha de su expedición,
- nombre y dirección del cliente o identificación del proyecto,
- descripción e identificación de la muestra para ensayo,
- fecha de recepción de la muestra,
- fecha (s) del desarrollo del ensayo,
- identificación de la norma utilizada y registro de cualquier desviación conocida del método de ensayo,
- nombre del (los) responsable (s) técnico (s) del informe de ensayo,

ANEXO B
(normativo)**DIMENSIONES****B.1 Materiales**

B.1.1 Bloques de hormigón. Tres muestras enteras, sin defectos.

B.1.2 Cepillo de acero o piedras abrasivas

B.2 Aparatos**B.2.1 Aparatos de medición**

Calibrador, micrómetro o regla, deben ser legibles y con una exactitud de las divisiones requerida para el informe. Debe tener divisiones no mayores a 1 mm, cuando la dimensión a ser informada tiene una aproximación a 1mm, y no mayores a 0,1 mm, cuando la dimensión a ser informada tiene una aproximación a 0,1 mm. La precisión debe ser verificada al menos una vez al año.

B.3 Preparación, preservación de la muestra y piezas ensayadas

Al recibir los bloques que conforman la muestra deben eliminarse rebabas y todo tipo de material adherido a las superficies de los bloques con la ayuda de cepillos de acero o piedras abrasivas.

B.4 Procedimiento

En cada unidad medir y registrar con la aproximación requerida para el informe:

- el ancho (a) en el centro del largo del bloque, en la superficie de carga superior y en la superficie de carga inferior,
- la altura (h) en el centro del largo del bloque, en cada una de las dos paredes, y
- el largo (l) en el centro de la altura de cada una de las paredes.

En cada unidad, medir el espesor de pared (E_p) y el espesor del tabique (E_t) en el punto más delgado de cada elemento, 12 mm por debajo de la superficie superior de la unidad tal como se la fabrica (por lo general, la superficie inferior de la unidad tal como se la coloca) y registrar con la aproximación requerida para el informe. En las mediciones ignorar surcos, protuberancias y detalles similares.

En cada unidad, cuando el punto más delgado de la pared opuesta tenga una diferencia de espesor menor a 3 mm, calcular el espesor mínimo de la pared mediante el promedio de las medidas registradas. Cuando los puntos más delgados difieren en más de 3 mm, debe considerarse que el espesor mínimo de cara es el menor valor entre las dos mediciones registradas.

En cada unidad, medir el espesor de los tabiques con una aproximación de 0,1 mm y calcular el promedio con la misma aproximación.

Para los bloques Clase A con tabiques rectangulares, medir la menor altura de cada tabique con una aproximación de 1 mm. En cada bloque calcular el área mínima de cada tabique (A_t), multiplicando el espesor mínimo por la altura mínima de cada uno. Descartar los tabiques cuyo espesor mínimo sea inferior a 19 mm. Sumar, en cada bloque, las áreas mínimas de los tabiques para determinar el área mínima total de tabiques del bloque de hormigón ($A_{\#}$).

ANEXO D
(normativo)

ABSORCIÓN, DENSIDAD Y OTROS

D.1 Principio

Las unidades a ensayar deben cumplir con D.3. Los ensayos deben realizarse en unidades enteras y sin defectos, para determinar el contenido de humedad de acuerdo con D.5.2 o el espesor equivalente de acuerdo con D.5.6.

D.2 Equipos y aparatos

D.2.1 Balanza, con una exactitud de ± 1 g de la masa de la muestra más pequeña ensayada.

D.2.2 Alambre

De acero galvanizado de al menos 1 mm de diámetro.

D.2.3 Malla metálica, formada por varillas de al menos 9,5 mm de diámetro.

D.3 Preparación, preservación de la muestra y unidades ensayadas

La muestra para los ensayos de este anexo está compuesta por 3 unidades enteras.

Efectuar los ensayos en unidades enteras. Cuando el tamaño de las unidades enteras rebase la capacidad de los equipos del laboratorio, realizar los ensayos en unidades cortadas de igual sección. Cuando la geometría o las características de las unidades a ensayar no permiten obtener unidades cortadas de igual sección, se permite recurrir a extraer y ensayar fracciones de bloque.

Se extrae una unidad cortada de igual sección o una fracción de bloque de cada unidad entera.

Los resultados obtenidos en unidades cortadas de igual sección o fracciones de bloque son característicos de las unidades enteras.

D.4 Procedimiento

D.4.1 Saturación

Sumergir en agua las unidades para ensayo a una temperatura entre 16 °C y 27 °C, durante un lapso de 24 horas a 28 horas. Determinar, entonces, la masa de las unidades completamente sumergidas, mientras están suspendida un alambre, y registrar este valor como M_1 (masa de la muestra sumergida).

Sacarlas del agua y dejarlas que escurran durante 60 segundos \pm 5 segundos sobre una malla metálica, retirar el agua visible de la superficie con un paño húmedo, determinar su masa y registrar este valor. Repetir este procedimiento cada 24 horas hasta que la diferencia de la masa entre dos pesadas consecutivas sea inferior al 0,2 %. Registrar este resultado como M_2 (masa de la muestra saturada).

D.4.2 Secado

Luego de determinar la masa saturada de las unidades para ensayo, secarlas en un horno ventilado, entre 100 °C y 115 °C. Pesar las unidades cada 24 horas hasta que la diferencia de la masa entre las dos pesadas consecutivas sea inferior al 0,2 %. Registrar este resultado como M_3 (masas de la muestra seca al horno).

D.5 Cálculos**D.5.1 Absorción**

Calcular la absorción de la siguiente manera:

$$\text{Absorción, (kg/m}^2\text{)} = \frac{M_s - M_i}{M_s - M_d} \times 1\,000 \quad (\text{D.1})$$

$$\text{Absorción, (\%)} = \frac{M_s - M_i}{M_d} \times 100$$

donde

M_s es la masa de la unidad saturada (kg),
 M_i es la masa de la unidad sumergida (kg),
 M_d es la masa de la unidad seca al horno (kg).

D.5.2 Contenido de humedad

Calcular el contenido de humedad de la unidad entera al momento en que se determina la masa recibida (cuando se mide M_r) de la siguiente manera:

$$\text{Contenido de humedad, (\%)} = \frac{M_r - M_d}{M_r - M_s} \times 100 \quad (\text{D.2})$$

donde

M_r es la masa de la unidad tal como se recibe (kg),
 M_d es la masa de la unidad seca al horno (kg),
 M_s es la masa de la unidad saturada (kg).

El cálculo anterior del contenido de humedad solo es aplicable a la unidad entera al momento en que se determina la masa tal como se recibe, M_r .

D.5.3 Densidad

Calcular la densidad de la unidad seca al horno de la siguiente manera:

$$\text{Densidad (D), (kg/m}^3\text{)} = \frac{M_d}{M_s - M_i} \times 1\,000 \quad (\text{D.3})$$

donde

M_d es la masa de la unidad seca al horno (kg),
 M_s es la masa de la unidad saturada (kg),
 M_i es la masa de la unidad sumergida (kg).

D.5.4 Área neta promedio

Calcular el área neta promedio de la unidad de la siguiente manera:

$$\text{Volumen neto (V}_n\text{), (mm}^3\text{)} = \frac{M_d}{D} = (M_s - M_i) \times 10^6 \quad (\text{D.4})$$

$$\text{Área neta promedio (A}_n\text{), (mm}^2\text{)} = \frac{V_n}{h}$$

donde

V_n es el volumen neto de la unidad (mm^3),
 M_d es la masa de la unidad seca al horno (kg),
 D es la densidad de la unidad seca al horno (kg/m^3),
 M_s es la masa de la unidad saturada (kg),
 M_l es la masa de la unidad sumergida (kg),
 A_n es el área neta promedio de la unidad (mm^2), y
 h es la altura promedio de la unidad (mm).

D.5.5 Área neta

Calcular el área neta de las unidades 100 % sólidas o de una fracción de bloque de la siguiente manera:

$$\text{Área neta } (A_n), (\text{mm}^2) = l \times a \quad (\text{D.5})$$

donde

A_n es el área neta de la fracción de bloque o de la unidad 100 % sólida (mm^2),
 l es el largo promedio de la fracción de bloque o de la unidad 100 % sólida (mm), y
 a es el ancho promedio de la fracción de bloque o de la unidad 100 % sólida (mm).

D.5.6 Espesor equivalente. El espesor equivalente para bloques de hormigón se define como el espesor promedio de material sólido en la unidad y se calcula de la siguiente manera:

$$E_e, (\text{mm}) = \frac{V_n}{l \times h} \quad (\text{D.6})$$

donde

E_e es el Espesor equivalente (mm),
 V_n es el Volumen neto promedio (mm^3), (ver D.5.4),
 l es el Largo promedio de las unidades enteras (mm), (ver Anexo B),
 h es la Altura promedio de las unidades enteras (mm), (ver Anexo B).

El espesor equivalente solo debe ser calculado e informado cuando se ensayan unidades enteras.

D.5.7 Porcentaje sólido

Calcular el porcentaje sólido de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje sólido, (\%)} = \frac{V_n}{l \times a \times h} \times 100 \quad (\text{D.7})$$

donde

V_n es el volumen neto promedio de la unidad (mm^3),
 l es el largo promedio de la unidad (mm) (ver Anexo B),
 h es la altura promedio de la unidad (mm) (ver Anexo B),
 a es el ancho promedio de la unidad (mm) (ver Anexo B).

Este cálculo determina el porcentaje de hormigón en el volumen total de la unidad. Este es un valor de referencia útil, pero no es un requisito de las especificaciones de la unidad.

ANEXO E
(normativo)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

E.1 Principio

Los muestras deben ser unidades enteras, excepto por la modificación de acuerdo con E.1.1, E.1.2 y E.1.3.

E.1.1 Extensiones no compatibles que tengan un largo mayor que su espesor

Deben ser eliminadas mediante aserrado (ver Figura E.1). En unidades con tabiques empotrados, la cara de extensión sobre el tabique debe ser eliminada mediante aserrado (ver Figura E.2), para proporcionar una superficie de soporte total sobre la sección transversal neta de la unidad. Cuando la altura resultante de la unidad se reduce en más de un tercio de la altura original de la unidad, se ensaya solamente una fracción de esta de acuerdo con E.1.3.

FIGURA E.1. Extensiones en que el largo es mayor que el espesor

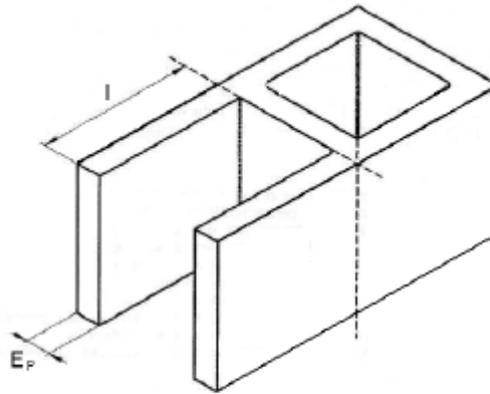
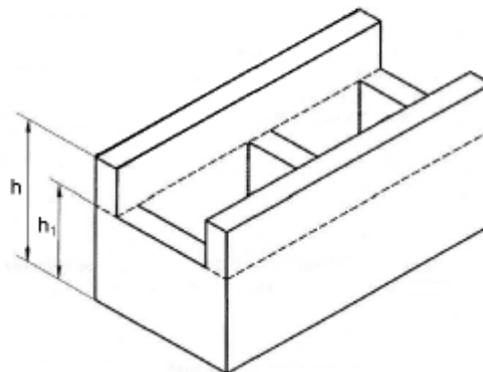


FIGURA E.2. Extensiones de la cara sobre el tabique



E.1.2 Cuando se ensayan a compresión unidades enteras que son demasiado grandes para las placas de carga de la máquina de ensayo y las placas adicionales de carga, o se encuentran fuera de la capacidad de carga de la máquina de ensayo

Se deben cortar las unidades enteras hasta un tamaño apropiado que se ajuste a la capacidad del equipo de ensayo. La unidad cortada de igual sección resultante no debe tener extensiones de

cara ni tabiques irregulares y debe estar conformada por una o varias celdas. Se debe considerar que la resistencia a compresión de la unidad cortada de igual sección es la resistencia a compresión de la unidad entera.

E.1.3 Unidades enteras de tamaño y forma especiales

Las unidades deben ser cortadas para eliminar cualquier tipo de extensiones. La unidad resultante debe estar conformada por una o varias celdas que garanticen una superficie de soporte del 100 %. Cuando el corte no da como resultado una celda, la unidad debe ser una fracción cortada de una cara de cada unidad. Se recomienda que la fracción de bloque tenga una relación altura a espesor de pared (ancho) de 2 a 1, antes del refrentado, y una relación longitud al espesor de la pared (ancho) de 4 a 1.

El espesor de pared de la fracción debe ser lo más grande posible, con base en la configuración de la unidad y las capacidades de la máquina de ensayo. La fracción debe ser cortada de la unidad de manera que su altura quede en la misma dirección que la altura de la unidad. Se debe considerar que la resistencia a compresión de la fracción es la resistencia a compresión del área neta de la unidad entera.

NOTA. Ejemplos de unidades con tamaños o formas especiales incluyen unidades para vigas, unidades de extremo abierto y unidades para columnas, pero no están limitadas solo a estos tipos.

E.2 Equipos y aparatos

E.2.1 Máquina de ensayo

La máquina de ensayo debe tener una exactitud de $\pm 1,0$ % del rango de carga esperado. La placa superior de transferencia de carga de metal endurecido debe estar apoyada sobre una esfera y debe estar firmemente unida al cabezal superior de la máquina. El centro de la esfera debe coincidir con el centro de la superficie que se apoya sobre su asiento esférico, pero debe tener libertad de girar en cualquier dirección y su perímetro debe tener una holgura de al menos 6,3 mm desde el cabezal de la máquina con el fin de poder acomodar las unidades cuyas superficies de apoyo no sean paralelas. El diámetro de la placa superior (determinado de acuerdo con el Anexo F) debe ser de al menos 150 mm. Se puede utilizar una placa adicional de metal endurecido bajo la unidad para minimizar el desgaste de la placa inferior de la máquina.

Cuando el área de carga de las placas superior e inferior no es suficiente para cubrir el área de la unidad, se debe colocar entre la placa de carga y la unidad refrentada, una única placa adicional de acero con un espesor de al menos la distancia del borde de la placa a la esquina más distante de la unidad. El largo y el ancho de la placa adicional de acero debe ser al menos 6 mm mayor que la longitud y el ancho de las unidades.

Las superficies de la placa de carga o de la placa adicional, que van a estar en contacto con la unidad, deben tener una dureza no menor a HRC 60 (BHN 620) y no presentar desviaciones del plano en más de 0,03 mm en cualquier dimensión de 150 mm.

NOTA 1. La investigación ha demostrado que el espesor de las placas adicionales de carga tiene un efecto significativo en el ensayo de resistencia a compresión de bloques de hormigón, cuando el área de carga de las placas no es suficiente para cubrir el área de la unidad. La deformación de la placa adicional implica distribuciones no uniformes de esfuerzos que pueden influir en los mecanismos de falla de las unidades ensayadas. La magnitud de este efecto es controlada por la rigidez de la placa adicional, el tamaño y la resistencia de la unidad ensayada. Los resultados de resistencias a compresión generalmente se incrementan con el aumento del espesor de la placa adicional y con la reducción de la distancia a la esquina más alejada de la unidad. Algunos laboratorios de ensayo tienen limitaciones que restringen la viabilidad de eliminar completamente la deformación de la placa adicional, por lo tanto, los requisitos para el espesor de la placa adicional están destinados a proporcionar un adecuado nivel de exactitud en los resultados del ensayo a compresión para conformar los límites de viabilidad del laboratorio de ensayo.

NOTA 2. El Anexo G incluye una guía para determinar el espesor requerido de la placa adicional, con base en la configuración de la muestra y la máquina de ensayo.

La máquina de ensayo debe ser verificada de acuerdo con ASTM E4, con la frecuencia definida en ASTM C 1093.

E.3 Preparación, preservación de la muestra y unidades ensayadas

Se ensayan a compresión tres unidades.

Cuando sea posible y a menos que se especifique de otra manera en E.1, deben ser ensayadas unidades enteras. Cuando las unidades no puedan ser ensayadas enteras, debido a su forma o a los requisitos del equipo de ensayo, se puede reducir el tamaño de la unidad de acuerdo con E.1.

Después de la entrega al laboratorio, almacenar las unidades para ensayos a compresión uno a continuación de otro y al aire (sin apilarlos y separados entre sí por al menos 13 mm por todos sus lados), a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y a una humedad relativa inferior al 80 % por al menos 48 horas. Sin embargo, si se necesitan resultados de compresión más rápidamente, almacenar las unidades, sin apilarlas y en las mismas condiciones descritas anteriormente, con una corriente de aire proveniente de un ventilador eléctrico que pase por ellos, por un período de al menos 4 horas. Continuar pasando el aire sobre las unidades hasta que dos mediciones sucesivas de masa, a intervalos de 2 horas, demuestren que la masa de la unidad no disminuye en más del 0,2 % respecto a la masa de la unidad previamente determinada y hasta que no haya humedad visible en cualquier superficie de la unidad. No se debe utilizar el horno para secar estas unidades.

NOTA. En esta norma, el área neta (a diferencia de ciertas unidades sólidas) se determina a partir de unidades diferentes de las sometidas al ensayo de compresión. El ensayo de resistencia a compresión se basa en la suposición de que las unidades utilizadas para determinar el volumen neto (unidades para determinar la absorción) tienen el mismo volumen neto que las unidades utilizadas para el ensayo a compresión. En el caso de bloques fabricados con caras intencionalmente irregulares (Split-face blocks), las unidades deben ser separadas al momento que son muestreadas del lote, y cortadas de manera que las unidades para el ensayo de absorción tengan un volumen neto que sea representativo visualmente y una masa que sea representativa de las unidades para el ensayo a compresión.

Cuando este ensayo o E.1 permitan o requieran el corte con sierra de las unidades, el aserrado debe realizarse de una manera exacta y competente, sometiendo a la muestra a la menor vibración de aserrado posible. Utilizar una hoja de sierra de diamante con dureza adecuada. Si la unidad es humedecida durante el aserrado, dejar que la unidad se seque hasta que se equilibre con las condiciones ambientales del laboratorio antes del ensayo, utilizando los procedimientos descritos anteriormente.

Si se utilizan unidades cortadas de igual sección y no se puede determinar su área neta mediante el procedimiento descrito en D.5.4, aserrar tres unidades adicionales con las dimensiones y la forma de las tres unidades para el ensayo de compresión. Se debe considerar el área neta promedio de las unidades aserradas para compresión, como el área neta promedio de las tres unidades aserradas adicionales, calculada de acuerdo a lo indicado en D.5.4. El cálculo del volumen neto de las unidades cortadas de igual sección no deben ser utilizadas en el cálculo de espesor equivalente.

El refrentado de las muestras debe estar de acuerdo con NTE INEN 2619.

E.4 Procedimiento

E.4.1 Posición de las unidades

Ensayar las unidades con el centroide de sus superficies de carga, alineadas verticalmente con el centro de aplicación de carga del elemento de acero con soporte esférico de la máquina de ensayo.

En las unidades que son simétricas con respecto a un eje se puede determinar la localización de dicho eje geoméricamente, dividiendo por la mitad la dimensión perpendicular a ese eje (pero en el mismo plano). En las unidades que no son simétricas con respecto a un eje, se puede determinar el centroide balanceando la unidad sobre una varilla de metal. La varilla debe ser recta, cilíndrica (capaz de rodar libremente sobre una superficie plana), tener un diámetro de al menos 6,4 mm pero no mayor a 19,1 mm y su longitud debe ser suficiente para que sobresalga de cada extremo de la unidad cuando esté colocada sobre ella. La varilla metálica debe ser colocada sobre una superficie lisa, plana y nivelada. Una vez determinado el eje del centroide, se lo debe marcar en el borde de la unidad, utilizando un lápiz o un marcador que tenga un ancho de marcación no mayor a 1,3 mm. Frecuentemente se emplea como varilla para el balanceo, a la varilla de

compactación utilizada para compactar el hormigón y el mortero en el ensayo de asentamiento de acuerdo con NTE INEN 1578.

Todas las unidades deben ser ensayadas con sus celdas en posición vertical, excepto las unidades especiales destinadas para ser usadas con sus celdas en dirección horizontal.

Las unidades de mampostería que son 100 % sólidas y las unidades huecas especiales para uso con sus celdas en dirección horizontal, deben ser ensayadas en la misma posición que van a tener durante el servicio.

Antes de ensayar cada unidad, asegurarse de que el bloque superior de carga se mueva libremente dentro de su asiento esférico para lograr un asiento uniforme durante el ensayo.

E.4.2 Condición de humedad de las muestras

Al momento de su ensayo, estas deben estar libres de humedad visible.

E.4.3 Velocidad de ensayo

Aplicar la carga (hasta la mitad de la carga máxima esperada), a cualquier velocidad conveniente, luego se deben ajustar los controles de la máquina, según sea necesario, para proporcionar una velocidad uniforme de desplazamiento del cabezal móvil, de tal manera que la carga restante se aplique en un período de tiempo entre 1 min y 2 min.

E.4.4 Carga máxima

Registrar la carga máxima de compresión, en Newtons, como $P_{m\acute{a}x}$.

E.5 Cálculos

E.5.1 Área bruta

Calcular el área bruta de la siguiente manera:

$$\text{Área bruta } (A_g), (\text{mm}^2) = l \times a \quad (\text{E.1})$$

donde

A_g es el área bruta de la unidad, (mm^2)
 l es el largo promedio de la unidad, (mm),
 a es el ancho promedio de la unidad, (mm)

El área bruta de la sección transversal de una unidad es el área total de la sección perpendicular a la dirección de la carga, incluidas las áreas dentro de las celdas y los espacios entre las salientes, a menos que estos espacios vayan a ser ocupados por porciones de mampostería adyacente.

E.5.2 Resistencia a la compresión simple:

E.5.2.1 Resistencia a la compresión del área neta

Calcular la resistencia a compresión del área neta de la unidad, de la siguiente manera:

$$\text{Resistencia a compresión del área neta, (MPa)} = \frac{P_{m\acute{a}x.}}{A_n} \quad (\text{E.2})$$

donde

$P_{m\acute{a}x.}$ es la carga máxima de compresión, (N), y
 A_n es el área neta de la unidad (ver ecuación D.4), (mm^2).

E.5.2.2 Resistencia a la compresión del área bruta

Calcular la resistencia a compresión del área bruta de la unidad, de la siguiente manera:

$$\text{Resistencia a compresión del área bruta, (MPa)} = \frac{P_{\text{máx.}}}{A_g} \quad (\text{E.3})$$

donde

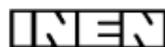
$P_{\text{máx.}}$ es la carga máxima de compresión (N),
 A_g es el área bruta de la unidad (mm²)

E.6 Expresión de resultados

Ver Anexo G

Anexo 9. Norma ecuatoriana: Áridos para hormigón. - Requisitos INEN 872

CDU: 691.322
ICS: 91.100.15



CIU: 2901
CO 02.03-401

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno ES-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. REQUISITOS.	NTE INEN 872:2011 Primera revisión 2011-09
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos de granulometría y calidad para los áridos, fino y grueso, para utilizarlos en el hormigón (exceptuando los áridos de baja y de alta densidad), (ver nota 1).</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Los áridos referidos en esta norma pueden ser gravas, piedras naturales, así como otros materiales obtenidos por trituración.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones de la NTE INEN 694 y además las siguientes:</p> <p>3.1.1 <i>Solidez</i>. Característica cualitativa respecto al desempeño de un árido a la acción del intemperismo.</p> <p>3.1.2 <i>Intemperismo</i>. Acción del medio que actúa sobre el árido tales como: congelamiento y descongelamiento, secado y humedecimiento, calentamiento y enfriamiento y/o posibles combinaciones. Para la aplicación de los requisitos mencionados en la tabla 3 de esta norma, se refiere exclusivamente a la acción de congelamiento y descongelamiento.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Esta norma la pueden utilizar: los contratistas, los proveedores de hormigón o quienes compran áridos, como parte del documento de compra que describe el material a ser suministrado (ver nota 2).</p> <p>4.2 Esta norma se la puede utilizar también en especificaciones de proyecto, para definir la calidad del árido, su tamaño máximo nominal y otros requisitos específicos de granulometría. Los responsables de seleccionar la dosificación de mezclas de hormigón tienen la responsabilidad de determinar la dosificación de los áridos fino y grueso y la adición de tamaños combinados de áridos, si se requiere o se aprueba.</p> <p>4.3 El texto de esta norma hace referencia a notas en pie de página, las cuales proveen material explicativo. Estas notas, exceptuando aquellas ubicadas en tablas y figuras, no deben ser consideradas como requisitos de esta norma.</p> <p>NOTA 1. Para áridos de baja densidad, ver las normas ASTM C 330, ASTM C 331 y ASTM C 332; para áridos de alta densidad ver la norma ASTM C 637 y la norma de nomenclatura descriptiva ASTM C 638.</p> <p>NOTA 2. Esta norma se considera adecuada para garantizar materiales satisfactorios para la mayoría de los hormigones. Esta norma puede ser más o menos exigente para ciertas regiones o trabajos. Por ejemplo, donde es importante la estética, se pueden considerar límites más restrictivos respecto a las impurezas que mancharían la superficie del hormigón. Quien prepara las especificaciones debe comprobar que los áridos requeridos están o pueden estar disponibles en el área de la obra, respecto a la granulometría, propiedades físicas o químicas o a una combinación de ellas.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Materiales de construcción y edificación, materiales y productos minerales y cerámico, árido, requisitos.</p>		

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos para el árido fino

5.1.1 *Características generales.* El árido fino consiste de arena natural, arena elaborada o una combinación de ellas.

5.1.2 Gradación

5.1.2.1 *Análisis granulométrico.* El árido fino, excepto por lo establecido en los numerales 5.1.2.2 y 5.1.2.3, debe ser graduado dentro de los siguientes límites (ver nota 3 y nota 4):

Tamiz (NTE INEN 154)	Porcentaje que pasa
9,5 mm	100
4,75 mm	95 a 100
2,36 mm	80 a 100
1,18 mm	50 a 85
600 µm	25 a 60
300 µm	5 a 30
150 µm	0 a 10

5.1.2.2 El árido fino no debe tener más de 45% pasante en cualquier tamiz y retenido en el siguiente consecutivo de aquellos indicados en el numeral 5.1.2.1 y su módulo de finura no debe ser menor que 2,3 ni mayor que 3,1.

5.1.2.3 El árido fino que no cumple estos requisitos de gradación puede ser aceptado siempre que el proveedor pueda demostrar al comprador o a quien prepara las especificaciones que el hormigón de la clase especificada, elaborado con el árido fino en consideración, tiene sus propiedades relevantes al menos iguales a las del hormigón elaborado con los mismos ingredientes. El árido fino de referencia debe ser seleccionado de una fuente que tenga un registro de desempeño aceptable en construcciones de hormigón similares (ver nota 5).

5.1.2.4 Para cargamentos continuos de árido fino desde una fuente dada, el módulo de finura no debe variar en más de 0,20 respecto al módulo de finura de base. El módulo de finura de base debe ser el valor típico de la fuente. El comprador o quien prepara las especificaciones tiene la autoridad para aprobar un cambio en el módulo de finura de base (ver nota 6).

5.1.3 *Sustancias perjudiciales:* La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites especificados en la tabla 1.

NOTA 3. Los hormigones en los que la gradación del árido fino, tiene porcentajes que pasan el tamiz de 300 µm y el de 150 µm cercanos a los mínimos especificados, a veces tienen dificultades con la trabajabilidad, bombeo o presentan exudación excesiva. La adición de aire incorporado, cemento adicional o de un aditivo mineral aprobado que suministre los finos deficientes, son métodos utilizados para mitigar estas dificultades.

NOTA 4. Debe considerarse que el árido fino que cumple con los requisitos de granulometría de una especificación preparada por otra organización, que sea de uso general en el área, tiene un registro de servicio satisfactorio con respecto a aquellas propiedades del hormigón afectadas por la granulometría.

NOTA 5. Las propiedades relevantes son aquellas propiedades del hormigón que son importantes para la aplicación particular que está siendo considerada. El documento STP 169D "Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete Making Materials", ASTM, 2006, proporciona información sobre las propiedades importantes del hormigón.

NOTA 6. El módulo de finura de base debe ser determinado a partir de ensayos previos, si no existen ensayos previos, a partir del promedio de los valores de módulo de finura de las diez primeras muestras en la orden (o todas las muestras precedentes si son menos de diez). La dosificación de una mezcla de hormigón puede depender del módulo de finura de base del árido fino que será utilizado. Por lo tanto, cuando se considere que el módulo de finura de base es significativamente diferente del valor utilizado en la mezcla de hormigón, puede ser necesario realizar un ajuste adecuado en la mezcla.

(Continúa)

TABLA 1. Límites para las sustancias perjudiciales en el árido fino para hormigón

Detalle	Porcentaje de la muestra total, en masa. Máximo
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	3,0
Material más fino que 75 µm:	
Hormigón sujeto a abrasión	3,0 [^]
Todos los demás hormigones	5,0 [^]
Carbón y lignito:	
Donde es importante la apariencia superficial del hormigón	0,5
Todos los demás hormigones	1,0

[^] En el caso de arena fabricada, si el material más fino que 75 µm consiste en polvo de trituración, esencialmente libre de arcilla o esquisto, se permite incrementar estos límites a 5% y 7%, respectivamente.

5.1.3.1 *Impurezas orgánicas:* El árido fino debe estar libre de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas. Los áridos sujetos al ensayo de impurezas orgánicas y que producen un color más oscuro que el normalizado deben ser rechazados, excepto en los casos siguientes:

- Se permite el uso de un árido fino que no cumple en el ensayo, siempre que la decoloración se deba principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas discretas similares.
- Se permite el uso de un árido fino que no cumple en el ensayo de impurezas orgánicas, siempre que, cuando se realice el ensayo para determinar el efecto de impurezas orgánicas en la resistencia del mortero, la resistencia relativa a 7 días, calculada de acuerdo con la NTE INEN 866, no sea menor de 95%.

5.1.3.2 El árido fino para ser utilizado en hormigón que está sujeto a humedecimiento, exposición prolongada a la humedad atmosférica o contacto con terreno húmedo, no debe contener ningún material que sea perjudicialmente reactivo con los álcalis del cemento en una cantidad suficiente que cause expansión excesiva al mortero o al hormigón. Se permite el uso de árido fino que contenga tales materiales perjudiciales, cuando se lo utilice con un cemento que contenga menos del 0,60% de álcalis calculados como equivalente de óxido de sodio ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658\text{K}_2\text{O}$) o con la incorporación de un material que haya demostrado evitar la expansión nociva debida a la reacción álcali-árido. (Ver Apéndice Y).

5.1.4 Solidez

5.1.4.1 Excepto lo señalado en los numerales 5.1.4.2 y 5.1.4.3, el árido fino sujeto a cinco ciclos en el ensayo de solidez debe tener un promedio ponderado de pérdida no mayor del 10% cuando se utiliza sulfato de sodio o del 15% cuando se utiliza sulfato de magnesio.

5.1.4.2 Un árido fino que no cumple con el requisito indicado en el numeral 5.1.4.1 se puede considerar que califica con los requisitos de solidez, siempre que el proveedor demuestre que un hormigón con propiedades comparables, elaborado con árido similar de la misma fuente, ha tenido un servicio satisfactorio al ser expuesto a un intemperismo similar al que se encontrará.

5.1.4.3 El árido fino que no tiene un registro de servicio demostrable y no cumple con el requisito del numeral 5.1.4.1, puede calificar con los requisitos de solidez, siempre que el proveedor demuestre que se obtienen resultados satisfactorios en el hormigón sujeto a ensayos de congelamiento y descongelamiento, (ver la norma ASTM C 666).

5.2 Requisitos para el árido grueso

5.2.1 *Características generales.* El árido grueso debe consistir en grava, grava triturada, piedra triturada, escoria de altos hornos enfiada al aire u hormigón de cemento hidráulico triturado (ver nota 7), o una combinación de estos, conforme con los requisitos de esta norma.

NOTA 7. A pesar que el hormigón de cemento hidráulico triturado ha sido utilizado como árido con resultados satisfactorios, su utilización puede requerir algunas precauciones adicionales. Se puede incrementar la demanda del agua de mezcla debido a la aspereza del árido. El hormigón parcialmente deteriorado utilizado como árido, puede reducir la resistencia al congelamiento y descongelamiento, afectar las propiedades de los vacíos de aire o degradarse durante la manipulación, mezclado o colocación. El hormigón triturado puede tener componentes que sean susceptibles a la reactividad álcali-árido o al ataque de sulfatos en el nuevo hormigón o puede incorporar sulfatos, cloruros o material orgánico a la estructura de poros del nuevo hormigón.

(Continúa)

5.2.2 Gradación. El árido grueso debe cumplir con los requisitos para el número de tamaño especificado, indicados en la tabla 2 (ver nota 8). Se puede aceptar la utilización de áridos que no cumplan estrictamente con los requisitos de gradación siempre que el árido propuesto haya sido evaluado con pruebas previas de desempeño que demuestren que se obtienen resultados satisfactorios y que además se cuente con la aprobación expresa del especialista en hormigones y del responsable de la obra.

5.2.3 Sustancias perjudiciales

5.2.3.1 Se deben aplicar los límites especificados en la tabla 3 para la clase de árido grueso designada en la especificación o en la orden de compra (ver notas 9 y 10), excepto por las disposiciones señaladas en el numeral 5.2.3.3. Si no se especifica la clase, se deben aplicar los requisitos para Clase 3S, 3M o 1N para las condiciones de intemperismo severo, moderado o nulo, respectivamente (ver tabla 3).

5.2.3.2 El árido grueso para ser utilizado en hormigón que va a estar sujeto a humedecimiento, exposición prolongada a la humedad atmosférica o contacto con terreno húmedo no debe contener ningún material que sea perjudicialmente reactivo con los álcalis del cemento en una cantidad suficiente que cause expansión excesiva al mortero o al hormigón. Se permite el uso de árido grueso que contenga tales materiales perjudiciales cuando se lo utilice con un cemento que contenga menos del 0,60% de álcalis calculados como equivalente de óxido de sodio ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658\text{K}_2\text{O}$) o con la incorporación de un material que haya demostrado evitar la expansión nociva debida a la reacción álcali-árido. (Ver Apéndice Y).

5.2.3.3 El árido grueso que tiene resultados de ensayos que exceden los límites especificados en la tabla 3, puede calificar con los requisitos de esta sección siempre que el proveedor demuestre que el hormigón elaborado con árido similar de la misma fuente, ha tenido un servicio satisfactorio al ser expuesto a un intemperismo similar al que se encontrará; o en ausencia de un registro de servicio demostrable, siempre que el árido produzca un hormigón con propiedades satisfactorias relevantes (ver nota 5).

NOTA 8. Los rangos indicados en la tabla 2 son por necesidad muy amplios, para adecuarse a las condiciones de todo el país. Para el control de calidad de una operación específica, un productor debe desarrollar una granulometría promedio para la fuente y las instalaciones de producción particulares y debe controlar las granulometrías en la producción con tolerancias razonables respecto a este promedio. Cuando se utilizan los números de tamaño 357 ó 467, el árido debe ser suministrado al menos en dos tamaños diferentes.

NOTA 9. Quien prepara las especificaciones del árido debe designar la clase de árido grueso que se va a utilizar en el trabajo, basado en la severidad del intemperismo, abrasión y otros factores de exposición (ver tabla 3). Se espera que los límites para árido grueso correspondientes a cada designación de clase, aseguren el desempeño satisfactorio en el hormigón para el tipo respectivo y la ubicación de la construcción. Seleccionar una clase con límites excesivamente restrictivos puede ocasionar un costo innecesario si los materiales que cumplen esos requisitos no están disponibles localmente. Seleccionar una clase con límites poco severos puede ocasionar un desempeño insatisfactorio y un deterioro prematuro del hormigón. Mientras el hormigón, en diferentes partes de una misma estructura, puede ser elaborado adecuadamente con diferentes clases de árido grueso, quien prepara las especificaciones puede exigir que el árido grueso para todo el hormigón cumpla con la misma clase más restrictiva, para reducir la posibilidad de proveer hormigón con la clase equivocada de árido, especialmente en los proyectos pequeños.

NOTA 10. Si hay duda en la elección entre dos condiciones, seleccionar la condición de intemperismo más severa.

(Continúa)

TABLA 2. Requisitos de gradación para áridos gruesos

Número de tamaño	Tamaño nominal (Tambores con aberturas cuadradas) (mm)	Porcentaje acumulado en masa que debe pasar cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas)													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,38 mm	1,18 mm	300 µm
1	de 80 a 37,5	100	80 a 100	--	25 a 60	--	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--	--
2	de 63 a 37,5	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--	--
3	de 50 a 25,0	--	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--
357	de 50 a 4,75	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	--	0 a 5	--	--	--
4	de 37,5 a 19,0	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	--	--	--	--	--	--
467	de 37,5 a 4,75	--	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	0 a 5	--	--	--
5	de 25,0 a 12,5	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--	--	--	--
56	de 25,0 a 9,5	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	--	--	--
57	de 25,0 a 4,75	--	--	--	--	--	100	95 a 100	--	25 a 60	--	0 a 10	0 a 5	--	--
6	de 19,0 a 9,5	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	--	--	--
67	de 19,0 a 4,75	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	--	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--	--
7	de 12,5 a 4,75	--	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	--	--
8	de 9,5 a 2,38	--	--	--	--	--	--	--	--	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	--
89	de 9,5 a 1,18	--	--	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 ^A	de 4,75 a 1,18	--	--	--	--	--	--	--	--	--	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

^A Al árido con número de tamaño 9, se lo define en la NTE INEN 694 como árido fino. Se lo incluye como árido grueso cuando está combinado con un material con número de tamaño 8 para crear el número de tamaño 89, que es árido grueso según se define en la NTE INEN 834.

TABLA 3. Límites para sustancias perjudiciales y requerimientos de propiedades físicas para el árido grueso del hormigón

Las condiciones de intemperismo son definidas de la siguiente manera (ver numeral 3):
 (S) Condición de intemperismo severo. Un clima frío donde el hormigón está expuesto a productos químicos descongelantes u otros agentes agresivos, donde el hormigón puede saturarse por contacto continuo con humedad o agua libre antes de cada ciclo de congelamiento y descongelamiento.
 (M) Condición de intemperismo moderado. Un clima donde se espera congelamiento ocasional, pero donde el hormigón en servicio a la intemperie no está continuamente expuesto a congelamiento y descongelamiento en presencia de humedad o de productos químicos descongelantes.
 (N) Condición de intemperismo nulo. Un clima donde el hormigón está raramente expuesto al congelamiento en presencia de humedad.

Designación de clase	Tipo o ubicación de la construcción de hormigón	Máximo permisible, %						Solidez de los áridos mediante el sulfato de magnesio (5 ciclos) ^a
		Terrones de arcilla y partículas desmenzables	Chert ^b (gr. esp. SSS menor de 2,40)	Total de terrones de arcilla, partículas desmenzables y chert (gr. esp. SSS menor de 2,40)	Material más fino que 75 µm	Carbón y lignito	Valor de la degradación (%) ^d	
Condición de intemperismo severo								
1S	Zapatas, fundaciones, columnas y vigas no expuestas a la intemperie, losas de pisos interiores que van a ser revestidas	10,0	--	--	1,0 ^c	1,0	50	--
2S	Pisos interiores sin revestimiento	5,0	--	--	1,0 ^c	0,5	50	--
3S	Muros de fundación sobre el nivel del terreno, muros de retención, esribos, pilares, vigas principales y vigas expuestas a la intemperie	5,0	5,0	7,0	1,0 ^c	0,5	50	18
4S	Pavimentos, tableros de puentes, caminos y bordillos, senderos, patios, pisos de garaje, pisos expuestos y terrazas o estructuras frente al agua, sujetas a humedecimiento continuo.	3,0	5,0	5,0	1,0 ^c	0,5	50	18
5S	Hormigón arquitectónico expuesto	2,0	3,0	3,0	1,0 ^c	0,5	50	18
Condición de intemperismo moderado								
1M	Zapatas, fundaciones, columnas, y vigas no expuestas a la intemperie, losas de pisos interiores que van a ser revestidas	10,0	--	--	1,0 ^c	1,0	50	--
2M	Pisos interiores sin revestimiento	5,0	--	--	1,0 ^c	0,5	50	--
3M	Muros de fundación sobre el nivel del terreno, muros de retención, esribos, pilares, vigas principales y vigas expuestas a la intemperie	5,0	8,0	10,0	1,0 ^c	0,5	50	18
4M	Pavimentos, tableros de puentes, caminos y bordillos, senderos, patios, pisos de garaje, pisos expuestos y terrazas o estructuras frente al agua, sujetas a humedecimiento continuo	5,0	5,0	7,0	1,0 ^c	0,5	50	18
5M	Hormigón arquitectónico expuesto	3,0	3,0	5,0	1,0 ^c	0,5	50	18
Condición de intemperismo nulo								
1N	Losas sujetas a la abrasión del tráfico, tableros de puentes, pisos, senderos, pavimentos	5,0	--	--	1,0 ^c	0,5	50	--
2N	Todas las demás clases de hormigón	10,0	--	--	1,0 ^c	1,0	50	--

^a Se excluyen de los requisitos del valor de la degradación de la escoria de altos hornos enfrida al aire y triturada. La masa unitaria de escoria de altos hornos enfrida al aire y triturada, obtenida mediante el procedimiento por varillado o mediante el procedimiento por sacudidas, no debe ser menor que 1120 kg/m³. La granulometría de la escoria utilizada en el ensayo de masa unitaria debe ajustarse a la granulometría que se utilizará en el hormigón. Se debe determinar el valor de la degradación de la grava, grava triturada o piedra triturada en el tamaño o tamaños de ensayo más aproximados con la granulometría o granulometrías que se utilizarán en el hormigón. Cuando se vaya a utilizar más de una granulometría, se debe aplicar el límite de valor de la degradación a cada una.

^b El límite admisible para la solidez, cuando se utiliza sulfato de sodio, debe ser de 12%.

^c Este porcentaje bajo cualquiera de las siguientes condiciones: (1) puede ser aumentado en 1,5 si el material está esencialmente libre de arcilla o lutita o (2) si se conoce que la fuente del árido fino que va a ser utilizado en el hormigón contiene menos que la cantidad máxima especificada que pasa el tamiz de 75 µm (ver tabla 1). Se puede aumentar el límite del porcentaje (L) de la cantidad en el árido grueso a $L = 1 + [(P)/(100 - P)] (T - A)$, donde P = porcentaje de arena en el hormigón como un porcentaje del árido total, T = límite indicado en la tabla 1 para la cantidad permitida en el árido fino y A = cantidad real en el árido fino. (Esto proporciona un cálculo ponderado diseñado para limitar la cantidad máxima de material que pasa el tamiz de 75 µm en el hormigón, a aquel que se obtendría si los áridos, fino y grueso, fueran suministrados con el porcentaje máximo tabulado para cada uno de estos ingredientes).

^d También conocido como Horsteno.

Anexo 10. Ladrillos cerámicos. Determinación de absorción de Humedad

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	LADRILLOS CERÁMICOS DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE HUMEDAD	NTE INEN 296:2015 Primera revisión 2015-12
---	--	---

1. OBJETO

Esta norma establece el método de ensayo de los ladrillos cerámicos empleados en albañilería para determinar la absorción de la humedad.

Esta norma comprende los ladrillos cerámicos fabricados de arcilla moldeada y cocida. No comprende a los ladrillos refractarios o fabricados con materiales sílico-calcáreos.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, están referidos y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 292, *Ladrillos cerámicos. Muestreo*

NTE INEN 293, *Ladrillos cerámicos. Definiciones. Clasificación y condiciones generales*

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en NTE INEN 293.

4. MÉTODO DE ENSAYO

4.1 Generalidades

El procedimiento descrito en esta norma se basa en la determinación de las masas de una muestra de ladrillo antes y después de ser sumergida en agua, estableciéndose la diferencia entre las dos masas como base para conocer el valor de la absorción de la humedad.

4.2 Equipo

Los equipos que se deben utilizar son los siguientes:

- Balanza con capacidad mínima de 5 kg y con escala que permita lecturas hasta de 0,5 g,
- Estufa de desecación regulada a una temperatura de 110 °C.

4.3 Preparación de las muestras

La muestra a ensayar consistirá en el número de ladrillos de acuerdo a la tabla 1 de la NTE INEN 292, que se desecarán en estufa a 110 °C hasta obtener una masa constante. Luego, se enfriarán a la temperatura ambiente y se volverán a pesar. Si se observa un aumento de masa mayor del 1 %, se repetirá la operación.

4.4 Procedimiento

Una vez preparadas las muestras y anotada su masa constante, sumergirlas en agua destilada a una temperatura de 15 °C a 30 °C durante 24 horas. Al sacar las muestras del agua, secarlas con una toalla húmeda antes de pesarlas. La pesada de cada muestra debe concluirse antes de cinco minutos de sacada del agua.

4.5 Cálculo

La absorción de cada muestra expresada en porcentaje se calcula por la ecuación siguiente:

$$\text{Absorción \%} = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100$$

donde

P_1 es la masa de la muestra desecada,

P_2 es la masa de la muestra después de 24 horas de haber sido sumergida.

4.6 Expresión de los resultados

El promedio de los valores de absorción obtenidos en cinco muestras representa el porcentaje de absorción de humedad del lote de ladrillos inspeccionado.

Anexo 11. ÁRIDOS. Análisis Granulométrico en los Áridos. (NTE INEN 696, 2011)

DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Algunas especificaciones para áridos las cuales hacen referencia a este método de ensayo contienen requisitos para graduación de las fracciones gruesa y fina. En esta norma se incluyen las instrucciones para los análisis granulométricos de tales áridos.

4.2 Para los métodos de muestreo y ensayo de los áridos de alta densidad, se debe referir a la norma ASTM C 637.

4.3 Esta norma no tiene el propósito de contemplar todo lo concerniente a seguridad, si es que hay algo asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadamente saludables y seguras y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de su uso.

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1 Resumen. Las partículas componentes de una muestra en condiciones secas y de masa conocida son separadas por tamaño a través de una serie de tamices de aberturas ordenadas en forma descendente. Las masas de las partículas mayores a las aberturas de la serie de tamices utilizados, expresado en porcentaje de la masa total, permite determinar la distribución del tamaño de partículas.

5.2 Equipos

5.2.1 Balanzas. Las balanzas utilizadas en el ensayo del árido fino y grueso deben tener una legibilidad y exactitud como la que se indica a continuación:

5.2.1.1 Para árido fino, debe ser legible hasta 0,1 g y tener una precisión de 0,1 g o del 0,1% de la carga de ensayo, el que sea mayor, en cualquier punto, dentro del rango de uso.

5.2.1.2 Para árido grueso o mezclas de áridos fino y grueso, debe ser legible y tener una precisión de 0,5 g o 0,1% de la carga de ensayo, el que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso.

5.2.2 Tamices. La tela del tamiz debe ser montada sobre marcos cuya construcción evite pérdidas de material durante el tamizado. La tela y los marcos del tamiz normalizado deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 154. Los marcos de tamiz no normalizados deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 154 que sean aplicables (ver nota 1).

5.2.3 Agitador de tamices mecánico. Un dispositivo de tamizado mecánico, si se utiliza, debe crear un movimiento en los tamices que produzca que las partículas reboten y caigan, u otro tipo de movimiento que presente diferente orientación a la superficie de tamizado. La acción de tamizado debe ser tal que se cumpla el criterio para un tamizado adecuado, descrito en el numeral 5.4.4, en un periodo de tiempo razonable (ver nota 2).

5.2.4 Horno. Un horno de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de 10 ± 10 °C

5.3 Muestreo

5.3.1 Muestrear el árido de conformidad con NTE INEN 695. El tamaño de la muestra de campo debe ser la cantidad indicada en la NTE INEN 695 o cuatro veces la cantidad requerida en los numerales

5.3.4 y 5.3.5 (excepto como se ha modificado en el numeral 5.3.6), el que sea mayor.

5.3.2 Mezclar completamente la muestra y reducirla a una cantidad adecuada para el ensayo, utilizando los procedimientos descritos en la norma ASTM C 702. La muestra para el ensayo debe ser, aproximadamente, la cantidad deseada en seco y se la debe obtener como resultado final de la reducción. No se permite una reducción a una cantidad exacta predeterminada (ver nota 3).

5.3.3 Árido fino. El tamaño de la muestra para el ensayo, luego de secarla, debe ser como mínimo 300 gramos.

5.3.4 Árido grueso. El tamaño de la muestra para el ensayo de árido grueso debe cumplir con lo señalado en la tabla 1.

NOTA 1. Para ensayos de árido grueso se recomienda utilizar tamices montados en marcos más grandes que el normalizado de 203,2 mm de diámetro, para reducir la posibilidad de sobrecargar los tamices. Ver el numeral 5.4.3.

NOTA 2. Se recomienda el uso de un agitador de tamices mecánico cuando el tamaño de la muestra es de 20 kg o más, aunque puede ser utilizado para muestras más pequeñas, incluyendo árido fino. Un tiempo excesivo (mayor a 10 minutos aproximadamente) puede resultar en la degradación de la muestra. El mismo agitador de tamices mecánico puede no resultar práctico para todos los tamaños de muestras, ya que se necesita un área de tamizado mayor para el tamizado efectivo de un árido grueso de mayor tamaño nominal y muy probable puede ocasionar la pérdida de una porción de la muestra si se lo utiliza con una muestra pequeña de árido grueso o árido fino.

NOTA 3. En caso de que el análisis granulométrico, incluyendo la determinación del material más fino que el tamiz de 75 fjm, sea el único ensayo a realizarse, se puede reducir en el campo el tamaño de la muestra para evitar el envío de cantidades excesivas de material adicional al laboratorio.

5.3.5 Mezclas de áridos grueso y fino. El tamaño de la muestra para el ensayo de las mezclas de árido grueso y fino, debe ser el mismo que para el árido grueso indicado en el numeral 5.3.4.

5.3.6 Muestreo del árido grueso de gran tamaño. El tamaño de la muestra requerida para árido con un tamaño nominal máximo de 50 mm o mayor, debe ser tal que se evite la reducción de la muestra y se ensaye como una unidad, excepto si se utilizan grandes separadores mecánicos y agitadores de tamices. Como una opción, cuando dicho equipo no está disponible, en lugar de combinar y mezclar incrementos de la muestra y luego reducir la muestra de campo al tamaño de ensayo, realizar el tamizado en un número de porciones de muestra aproximadamente iguales tal que la masa total ensayada cumpla con los requisitos del numeral 5.3.4.

5.3.7 En el caso de que se determine la cantidad de material más fino que el tamiz de 75 jfm (No. 200) mediante el método de ensayo de la NTE INEN 697, proceder de la siguiente manera:

5.3.7.1 Para áridos con un tamaño nominal máximo de 12,5 mm o menor, utilizar la misma muestra para los ensayos que se realizan con esta norma y con la NTE INEN 697. Primero ensayar la muestra de conformidad con la NTE INEN 697, luego realizar la operación de secado final y tamizar la muestra seca de acuerdo a lo estipulado en los numerales 5.4.2 al 5.4.7 de esta norma.

5.3.7.2 Para áridos con un tamaño nominal máximo superior a 12,5 mm, utilizar una única muestra de ensayo, según lo descrito en el numeral 5.3.7.1 u opcionalmente utilizar muestras separadas para los ensayos según la NTE INEN 697 y esta norma.

5.3.7.3 Cuando las especificaciones requieran la determinación de la cantidad total del material más fino que el tamiz de 75 μm por lavado y por tamizado en seco, proceder según lo descrito en el numeral 5.3.7.1.

5.4 Procedimiento

5.4.1 Secar la muestra hasta masa constante a una temperatura de $10 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (ver nota 4).

5.4.2 Seleccionar los tamices necesarios y adecuados que cubran los tamaños de las partículas del material a ensayarse, con el propósito de obtener la información requerida en las especificaciones. Utilizar tantos tamices adicionales como se desee o como sean necesarios para proporcionar información adicional, tal como el módulo de finura o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Ordenar los tamices en forma decreciente según el tamaño de su abertura, de arriba a abajo y colocar la muestra en el tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de aparatos mecánicos durante un período suficiente, ya sea establecido por el ensayo o también controlado por medio de la masa de la muestra de ensayo, de tal forma que cumpla con el criterio de conformidad o de tamizado descritos en el numeral 5.4.4.

NOTA 4. Para propósitos de control, especialmente cuando se desean resultados rápidos, no es necesario secar el árido grueso para el ensayo del análisis granulométrico. Los resultados son poco afectados por el contenido de humedad a menos que: (1) el tamaño nominal máximo sea menor que 12,5 mm; (2) el árido grueso contenga apreciable cantidad de material más fino que el tamiz de 4,75 mm (No. 4); o (3) el árido grueso tenga una absorción muy alta (por ejemplo, un árido de densidad

baja). Además, se pueden secar las muestras a altas temperaturas mediante el uso de planchas calientes, sin afectar los resultados, siempre que el vapor se escape sin generar presión suficiente para fracturar las partículas y las temperaturas no sean tan altas como para causar una descomposición química del árido.