



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de titulación previa a la obtención del título de
Ingeniero Civil**

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE BLOQUES DE CONCRETO
TRADICIONAL Y BLOQUES DE CONCRETO ALIVIANADO CON
POLIESTIRENO.**

**Autor: Sierra Guevara Jorge Antonio
Director: Ing. Diego Carrión Guerra MSc.**

Quito, abril del 2014

Página de aprobación por el Director

Yo, Ing. MSc. Diego Carrión Guerra Director designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para revisar el Proyecto de Investigación Científica con el tema “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE BLOQUES DE CONCRETO TRADICIONAL Y BLOQUES DE CONCRETO ALIVIANADO CON POLIESTIRENO” del estudiante Jorge Antonio Sierra Guevara, alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la universidad.

Quito, abril del 2014

EL DIRECTOR

Ing. Msc. Diego Carrión G.

Página de Autoría del trabajo de fin de carrera

Yo, Jorge Antonio Sierra Guevara, declaro que el trabajo de investigación denominado: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE BLOQUES DE CONCRETO TRADICIONAL Y BLOQUES DE CONCRETO ALIVIANADO CON POLIESTIRENO es original, de mi autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica , habiéndose citado las fuentes correspondientes y en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Quito, abril del 2014

EL AUTOR



Jorge Antonio Sierra G.

C.C. 040092807-3

Dedicatoria

*Con todo mi cariño y mi amor para esas personas
Importantes en mi vida. Mis hijos, mi esposa y mis padres.
A mis hermanos, sobrinos.
Gracias por estar siempre a mi lado.*

Agradecimiento

Agradezco primeramente a mis padres 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 todas las personas que a lo largo de mi vida han estado ahí para darme su apoyo y su amor incondicional, porque no hay nada más importante que estar rodeado de buenas personas que te ayuden en los momentos más difíciles y complicados que se presentan a lo largo de los años.

A mi Director de Tesis, a mis lectores, en especial y de manera sincera al Ing. Juan Carlos Moya por su aporte invaluable, no solamente en la culminación de mi Tesis, sino también en mi formación como investigador.

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Página de aprobación por el Director	ii
Página de Autoría del trabajo de fin de carrera	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS	vi
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE GRÁFICOS.....	xii
INDICE DE FOTOGRAFIAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I	1
1. EL PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos:.....	5
1.5 IDEAS A DEFENDER.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO REFERENCIAL	7
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1.1 Bloques de hormigón.....	7
2.1.1.1 Cemento.....	9
2.1.1.2 Agregados	15
2.1.1.3 Arena unificada.....	18
2.1.1.4 Agua.....	19
2.1.2 Poliestireno Expandido.....	20
2.1.2.1 Propiedades y aplicaciones	20
2.1.2.2 Impacto Ambiental	22
2.1.2.3 Uso y fin de vida.....	22
2.1.2.4 Importancia del aislamiento térmico en la reducción de emisiones	23
2.1.3 Proceso de producción de bloques.....	23
2.1.4. Proceso de fabricación de bloques de concreto	26
2.1.4.1. Selección y Almacenamiento de Materiales.....	26
2.1.4.2. Dosificación de la Mezcla.	27
2.1.4.3. Elaboración de la mezcla.....	30

2.1.4.4 Diseño de la mezcla.....	32
2.1.5 Proceso de elaboración de los bloques.	33
2.1.6 Fraguado de los bloques.	33
2.1.7 Curado de los bloques.....	34
2.1.8 Almacenamiento de los bloques.	35
2.1.9 Acabado	35
2.1.10 Tipos de bloques de concreto	36
2.1.11 Ventajas del uso de los bloques	36
2.2 MARCO CONCEPTUAL	37
2.2.1 Generalidades bloques de poliestireno	37
2.2.2 Definición de bloques de poliestireno	37
2.2.3 Medidas principales	38
2.2.4 Materia prima	38
2.2.4.1 Poliestireno	39
2.2.4.2 Clases de Poliestireno	39
2.2.4.3 Propiedades físicas del Poliestireno.....	40
2.2.4.4 Acción del calor sobre el Poliestireno	40
2.2.4.5 Coloración	41
2.2.4.6 Materiales Acompañantes.....	41
2.2.5 Elaboración artesanal de bloques de poliestireno	41
2.2.5.1 Proceso general	41
2.2.5.2 Proceso de producción.....	43
2.3 MARCO LEGAL	50
CAPÍTULO III	51
3. METODOLOGIA.....	51
3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	51
3.3 PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN.....	52
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.4.1 Población	52
3.4.2 Muestra	53
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	53
3.5.1 Observación directa	53
3.5.2 Instrumentos de recolección de datos	53
3.6 COSTOS DE ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES ANALIZADOS	56

3.7 MATERIALES	56
3.8 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	56
CAPITULO IV	57
4. ENSAYO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	57
4.1 GENERALIDADES	57
4.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	57
4.2.1 Equipo.....	57
4.2.2 Preparación de muestras	58
4.2.3 Procedimiento	59
4.2.4 Cálculo.....	60
4.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS	61
4.3.1 Bloques elaborados con poliestireno alivianado.....	62
4.3.1.1 Comparación de los resultados obtenidos vs. La Norma INEN 640	63
4.3.2 Bloques de concreto tradicional.....	64
4.3.2.1 Bloques tradicionales pesados	64
4.4 DIFERENCIAS	65
4.4.1 Peso.....	65
4.4.2 Resistencia a la compresión.....	66
4.5 ANÁLISIS	66
4.6 ANÁLISIS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO TRADICIONAL FRENTE A LOS BLOQUES DE POLIESTIRENO ALIVIANADO	67
4.6.1 Comparativo de bachadas (dosificaciones) entre los bloques de concreto tradicional y de concreto con poliestireno	69
4.7 COSTOS DE FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES ANALIZADOS	71
4.7.1 Presupuesto de fabricación para el bloque tradicional	71
4.7.2 Presupuesto de fabricación para el bloque alivianado con poliestireno ...	72
4.8 CONCLUSIONES	74
CAPÍTULO V.....	75
5. APLICACIONES	75
5.1. GENERALIDADES	75
5.2 PESO DE MAMPOSTERIA POR METRO CUADRADO Y ANÁLISIS DE CARGAS DE LOS BLOQUES TRADICIONAL Y ALIVIANADO CON POLIESTIRENO	76

5.3 PRE-DISEÑO DE ELEMENTOS VERTICALES	82
5.4 PLANOS ESTRUCTURALES	82
5.5 CUADRO COMPARATIVO ENTRE LOS DOS TIPOS DE BLOQUES.	83
5.6 ANÁLISIS DE PRECIOS PARA LOSA ALIVIANADA CON BLOQUES DE CONCRETO TRADICIONAL Y BLOQUES DE CONCRETO ALIVIANADO	84
5.6.1 Análisis de precios para losa alivianada con bloque tradicional	84
5.6.2 Análisis de precios para losa alivianada con bloque alivianado con poliestireno	85
5.7 RESULTADOS	86
5.8 ANÁLISIS DE COSTOS	86
CAPÍTULO VI	87
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
6.1 CONCLUSIONES	87
6.2 RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	93
1. FLUJOGRAMA DE PRODUCCIÓN	93
2. NORMAS INEN.....	94
2.1. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA VOLUNTARIA NTE INEN 152:2012 Cemento Portland. Requisitos	94
2.2. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA VOLUNTARIA NTE INEN 639:2012 Bloques Huecos de Hormigón. Muestreo y Ensayo.	96
2.3. NORMA TECNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA INEN 643 ...	103
2.4. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA VOLUNTARIA NTE INEN 872:2011 Áridos para Hormigón. Requisitos.	105
3. DISEÑO DE MEZCLA.....	110
4. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS DEL ENSAYO A COMPRESIÓN ENTREGADOS POR LOS LABORATORIOS DE LA EPN y LA PUCE.....	120
4.1 RESULTADOS A COMPRESIÓN ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	120
4.2. RESULTADOS A COMPRESIÓN UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.....	123

5. CALCULO DE SOLICITACIONES	124
5.1. Cálculo de momentos y cortes sin volado con bloques alivianados.....	124
5.2. Cálculo de momentos y cortes con volado, bloques alivianados.....	126
5.3. Cálculo de momentos y cortes sin volado con bloques tradicionales.....	129
5.4. Cálculo de momentos y cortes con volado, bloques tradicionales.	132
6. FOTOGRAFÍAS.....	136

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de mezcla bloque tradicional.....	32
Tabla 2. Tipos de Bloques de Hormigón	36
Tabla 3. Dimensiones de los bloques de hormigón- INEN	37
Tabla 4. Plantilla de observación (dosificaciones)	54
Tabla 5. Plantilla de observación (ensayo de compresión) EPN.....	55
Tabla 6. Plantilla de observación (ensayo de compresión) PUCE	55
Tabla 7. Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los bloques huecos de hormigón	62
Tabla 8. Resultados obtenidos de los ensayos a compresión de los bloques con poliestireno alivianado.....	62
Tabla 9. Resultados a compresión de los bloques pesados elaborados y adquiridos en el mercado	64
Tabla 10. Resumen de resultados Bloques tradicionales.....	68
Tabla 11. Resumen de resultados Bloques alivianados con poliestireno	68
Tabla 12. Dosificaciones realizadas para los diferentes bloques.....	70
Tabla 13. Análisis de precios para la elaboración bloque tradicional	71
Tabla 14. Análisis de precios para la elaboración bloque alivianado con poliestireno	72
Tabla 15. Peso de mampostería por metro cuadrado con bloque tradicional ...	76
Tabla 16. Peso de mampostería por metro cuadrado bloque con poliestireno .	76
Tabla 17. Análisis de cargas con bloque de poliestireno.....	777
Tabla 18. Análisis de cargas con bloque tradicional.....	79

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Límites Granulométricos de Gravas	18
Gráfico 2. Relación Agua Cemento. Resistencia a la compresión	20
Gráfico 3. Comparación de peso entre bloques de poliestireno y bloque tradicional	65
Gráfico 4. Comparación de resistencia entre bloques de poliestireno y bloque tradicional	66

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Extracción	11
Fotografía 2. Trituración.....	12
Fotografía 3. Cocción	13
Fotografía 4. Proceso de Producción Poliestireno	21
Fotografía 5. Mezcladora.....	24
Fotografía 6. Máquina para hacer bloques	25
Fotografía 7. Materiales.....	42
Fotografía 8. Dosificación	44
Fotografía 9. Mezclado Manual.....	45
Fotografía 9. Moldeado	46
Fotografía 10. Retiro de Bloque	46
Fotografía 11. Fraguado	47
Fotografía 12. Curado.....	48
Fotografía 13. Almacenamiento de bloques de Poliestireno	49
Fotografía 14. Máquinas para ensayos a comprensión de bloques.....	58
Fotografía 15. Preparación de Muestras	58
Fotografía 16. Muestras traslado a laboratorio	59
Fotografía 17. Procedimiento de Muestras	59
Fotografía 18. Muestras colocadas para su rotura- ensayo a comprensión	60
Fotografía 19. Espera de resultados a obtener	61
Fotografía 20. Resultados Obtenidos.....	61
Fotografía 21. Resultados Obtenidos II	61
Fotografía 22. Falla en bloque por ensayo a comprensión	63
Fotografía 23. Bloque levantado por niño	67
Fotografía 24. Cantidad de agua	89

RESUMEN

Se analizaron diferentes dosificaciones en volumen para obtener los pesos establecidos, teniendo en cuenta el uso de un aditivo plastificante para la elaboración de prefabricados de alta calidad. Los primeros bloques se los desarrolló de forma tradicional con materiales básicos como son el cascajo, el polvo azul, cemento y agua; los segundos con los mismos materiales pero se remplazó el cascajo por el poliestireno más un aditivo plastificante. Actualmente se viene utilizando en la fabricación de bloques artesanales dosificaciones empíricas ya establecidas por los dueños de las bloqueras con las cuales llegan a obtener cierta resistencia a la compresión en dichos bloques mismos que se encuentran dentro de los parámetros de la Norma INEN Ecuatoriana. La investigación hace una revisión general de la fabricación, desde la correcta selección de materiales, la determinación de la dosificación, una perfecta elaboración en lo referente al mezclado, moldeo, vibrado, y un adecuado curado más su almacenamiento.

ABSTRACT

Different dosages in volume were analyzed to obtain weights established, taking into account the use of a plasticizer additive for the production of high quality precast. Developed the first blocks are traditional way with basic materials such as gravel, blue powder, cement and water; the second with the same materials but the gravel is replaced by more polystyrene with plasticizer additive. Currently has been used in the manufacture of handcrafted blocks empirical dosages already established by the owners of the cement blocks factories, with which one come to get some resistance to compression on those same blocks that are within the parameters of the Ecuadorian standard INEN. The research made a general review of manufacturing, from the correct selection of materials, the determination of the dosage, a perfect elaboration in relation to mixing, molding, vibrated, and a suitable curing more their storage.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según (Manobanda, 2007) “El costo elevado hoy en día en la construcción, tanto en la mano de obra, como en los materiales, han hecho que se busquen otras alternativas para la elaboración de viviendas tratando de abaratar costos y acortando tiempos en la entrega de éstas”. (pág.2)

Según (Freile, 2008):

Por esta razón como una alternativa se implementará un sistema constructivo para la elaboración de viviendas por medio de bloques alivianados con poliestireno que gracias a su bajo peso volumétrico pueden ser puestos “In Situ” y manipulados de una mejor manera considerándose:

- Agotamiento físico de los operarios, que influye en el rendimiento del producto.
- Personal con capacitación deficiente ya que solamente cuentan con el conocimiento cotidiano o por experiencia. (conocimiento empírico en el proceso de producción).

En la actualidad en el país no existen procesos que cumplan con las condiciones necesarias en cuanto a la uniformidad en la producción de bloques artesanales, es decir, existen momentos donde se vibra y se compacta de mejor forma que otras veces, pues la operación es manual y depende de la condición física del operador en el transcurso de la jornada de trabajo, por lo que no se obtiene un producto uniforme.

Además no se consideran las normas de calidad que el mercado exige y que otros fabricantes ya están incorporando a sus productos (fábricas de bloques industriales con normas de calidad INEN).

Por otro lado presenta una dificultad por cuanto no se tiene normativas peor aún dosificaciones para estos bloques y podemos ver claramente:

- Baja capacidad de producción de bloques tradicionales.
- Producción de bloques con variación en la calidad y uniformidad.

El desarrollo de la tesis tomará en cuenta las investigaciones realizadas por expertos del tema, las que pueden servir para ampliar y continuar el trabajo investigativo propuesto y a la vez con un lenguaje sencillo y claro hacer conocer las inconveniencias de una manipulación inadecuada de este tipo de bloques.

La importancia de la presente investigación se fundamenta en que a más de las esferas de poliestireno existen los desechos de embalaje de espuma flex de electrodomésticos los mismos que en una gran cantidad están abandonados en los patios traseros de las empresas o son arrojados en las cañerías, mares, lagos, ríos y lagunas, provocando contaminación lo que es inadmisibles.

Sin embargo no existen datos de la cuantificación de la recolección del poliestireno en EMASEO, empresa Municipal encargada de la recolección de los desechos únicamente se tiene datos de polietileno de alta y baja densidad como también del polipropileno.

Por ello este trabajo se inserta en buscar una conexión lógica de ideas y de armonización de conceptos que permitan al común de los ciudadanos tener una visión clara de la reutilización del poliestireno o espuma flex mismos que pueden ser molidos para su utilización en la elaboración de estos bloques alivianados de poliestireno.

Esta investigación proyecta entregar diversos elementos prácticos que recopilen en forma clara la utilización del poliestireno en la mezcla del hormigón con el resto de agregados como son el cemento, arena, agua y un aditivo plastificante el cual nos permitirá la adherencia con el poliestireno, a fin de que sirva como un mecanismo u herramienta que inculque que su utilización o empleo puede traer beneficios a los constructores.

En definitiva, la importancia de este trabajo radica en sistematizar en forma clara y con descripciones sencillas todo lo referente a los resultados obtenidos en el laboratorio tanto de los bloques tradicionales de concreto y los bloques de concreto aliviado con poliestireno.

Se espera que el adelanto de este trabajo investigativo sobre la trama propuesta contribuirá a tener modelos sobre los tópicos anteriormente señalados y posibilitará establecer conclusiones y recomendaciones para una adecuada elaboración de estos bloques.

Este tema se limitará a recopilar tanto de la normativa interna, en instrumentos internacionales y en estudios científicos, los resultados que arrojen los ensayos en el laboratorio, dentro de los cuales se analizará la resistencia a la compresión. El contenido de este trabajo se fundamenta en el derecho interno y algunas disposiciones de carácter internacional y de la doctrina, tomando en cuenta la jerarquía de las leyes según lo que establece las Normas INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización).

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Con qué dosificación de perlitas (esferas) de poliestireno en los bloques de concreto aliviado lograré bajar su peso y tener la misma resistencia, para comparar con los bloques de concreto tradicional con grava (cascajo)?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Con el correr de los años, la demanda de viviendas con arquitectura exclusiva y de mayor conformidad (Plan Nacional del Buen Vivir), aumenta considerablemente. Por esta razón se pretende introducir al mercado de la construcción sistemas alternativos que cumplan con los requerimientos antes mencionados y que sean de características que los hagan interesantes de estudiar para su posible aplicación.

El presente tema de investigación pretende conseguir un menor peso propio de los bloques de poliestireno con respecto al bloque tradicional, considerándose una de las grandes ventajas para los diseños del cálculo estructural por cuanto aligerará el peso propio del elemento, permitiendo reducir la carga muerta en una estructura y para los constructores porque se trata de un nuevo sistema constructivo en alivianamiento de losas.

Al conseguir una dosificación adecuada en la elaboración de estos bloques de poliestireno con materiales tradicionales (cemento, arena y agua), el resultado a obtenerse será importante ya que el producto es innovador, con un precio muy económico, por cuanto contiene perlas (esferas) de EPS mismas que serán remplazadas por material molido producto del reciclaje de espuma flex que comparados con el costo de los agregados pétreos que se remplazarán serán relativamente bajos.

Una ventaja más de estos bloques será la fácil manipulación y estibaje en obra por cuanto su peso es muy liviano en consideración a los bloques tradicionales y se facilitará inclusive al traslado de los mismos por personal femenino mayor de edad que trabaja en las obras.

En el presente trabajo de investigación se desea analizar el uso de esferas de poliestireno en remplazo de la grava (cascajo) y mezclado con el mortero arena cemento y agua más un aditivo plastificante para la elaboración de prefabricados con alta calidad (bloques de poliestireno) obtener una resistencia a la compresión lo más elevada posible, misma que permita comparar con los bloques tradicionales (grava-cascajo, cemento, arena-polvo azul y agua); de acuerdo a la Norma INEN correspondiente.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

Comparar los bloques tradicionales vs bloques de poliestireno con igual dosificación (bachadas con y sin poliestireno) como método experimental para mejorar los costos de producción, bajar su peso sin perder la resistencia del elemento.

1.4.2 Objetivos específicos:

- a) Analizar las materias primas utilizadas en el producto para un mejor control de calidad.
- b) Aligerar el peso del bloque de alivianamiento empleado en la construcción de losas de hormigón armado.
- c) Analizar la factibilidad, costos, beneficios y sostenibilidad de la utilización de este producto como una solución innovadora.

1.5 IDEAS A DEFENDER

1. Al aligerar el peso del bloque de alivianamiento se tendrán secciones menores en los elementos estructurales.
2. Si se cuenta con elementos de menor sección se logra un ahorro en las cuantías de refuerzos y un beneficio en la economía del proyecto.

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Es útil exponer algunas nociones sobre este tema que han dado soporte a este proyecto, ya que los materiales cemento, arena, grava y el agua han sido objeto de una serie de definiciones.

2.1.1 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 (Garcia, 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 (Garcia, 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):

DEFINICIÓN.- 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

2.1.1.1 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 aglutinar¹, de “cementar²” 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”.

De acuerdo con (Enciclopedia, CEAC 2010)

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:

¹Aglutinar: Unir dos o más cosas con una sustancia de manera que se forme una masa compacta.

²Cementar: 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 salenitosas 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.

(Pág. 33 – 47)

Fabricación de los cementos.- Para hablar de la fabricación lo haremos 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.

Fotografía 1. Extracción



Fuente: bloques de hormigón. Blogspot.com

3. TRITURACIÓN

Esta 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 200 mm. La trituración secundaria recepta la piedra con tamaño de 0 a 250 mm. 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.

Fotografía 2. Trituración



Fuente: www.google.com.ec/search?q=trituracion+del+cemento

4. COCCIÓN

Se la realiza en hornos con las mismas características a 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.

Fotografía 3. Cocción



Fuente: [www. Redladrilleras. Net](http://www.Redladrilleras.Net)

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:

- Supercemento
- 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.

2.1.1.2 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 deleznales³ 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 arenas 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, etc. ya 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, trabajabilidad⁴, economía, porosidad y absorción de los bloques de concreto.

³Deleznable: Que se rompe o deshace fácilmente: *es de un material muy deleznable.*

⁴**Trabajabilidad:** La facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad

El **módulo de finura** es un índice numérico, proporcional al tamaño promedio de las partículas de un agregado dado; mientras más grueso es el agregado, mayor es el módulo de finura, y mientras más fino, menor es dicho módulo. Este se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándares números: 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", 3", 6" y dividiendo la suma para 100.

$$MF = \frac{\sum \%retenido_acumulado(6''+3''+1\frac{1}{2}''+\frac{3}{4}''+\frac{3}{8}''+N^{\circ}4+N^{\circ}8+N^{\circ}16+N^{\circ}30+N^{\circ}50+N^{\circ}100)}{100}$$

El rango del módulo de finura de la arena es de 2.3 a 3.1. Si el módulo de finura de una arena es de 2.3 se trata de una arena fina; y si el modulo se encuentra entre 2.3 a 3.1 se trata de una arena mediana. Y si el modulo es mayor de 3.1 se trata de una arena gruesa.

Al considerar el módulo de finura y la gráfica de límites, se puede realizar el proporcionamiento de agregados tanto por volumen como por masa. Debe indicarse que el parámetro es útil para evaluar el consumo de pasta de cemento que se pueda emplear en morteros o concretos, porque dependiendo del tamaño de las arenas se requerirá más o menos pasta para rodear las partículas.

La arenas finas (mayor superficie específica) consumirán más pasta y consecuentemente más cemento, por el contrario las arenas gruesas (menos superficie específica) consumirán menos pasta y consecuentemente menos cemento.

Los requisitos de los agregados varían con la aplicación, ya que generalmente las especificaciones que establecen estos requisitos se basan en la experiencia, no quiere esto decir que deba bastar el proporcionar granulometrías que caigan dentro de los límites especificados para que las cosas salgan bien por si solas, aún dentro

de los límites se debe buscar una optimización para lograr una mejor calidad del producto final. Los límites granulométricos solo regulan el trabajo.

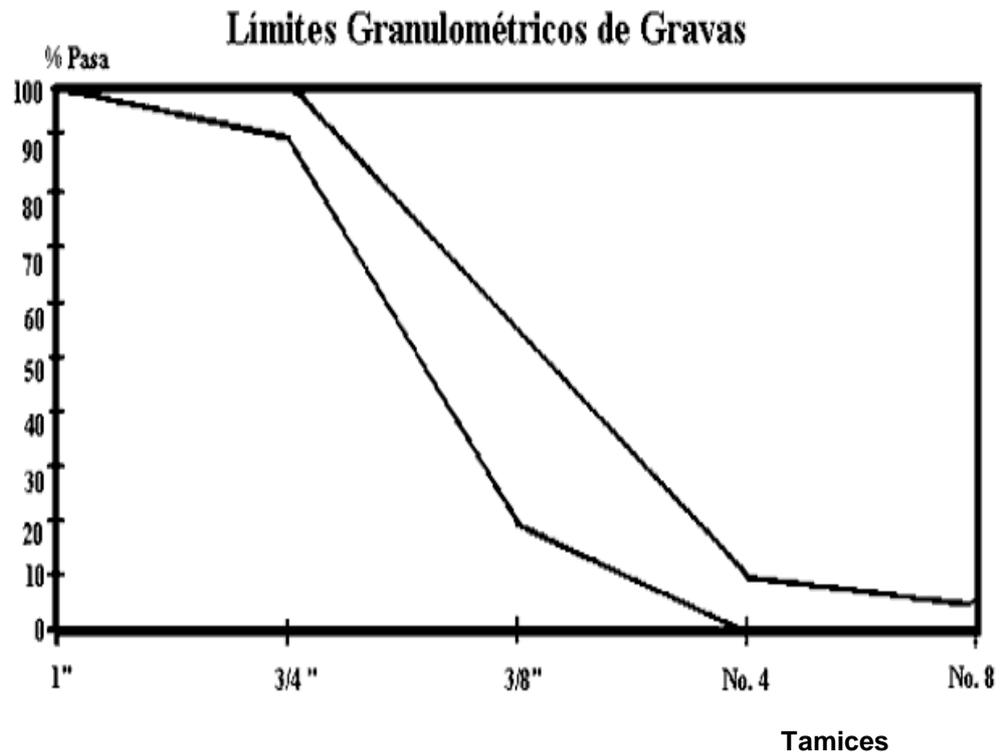


Gráfico 1. Límites Granulométricos de Gravas

Fuente: www.elconstructorcivil.com

Ejemplo. Límites granulométricos de una Grava para concreto Hidráulico

Los áridos que se utilicen en la elaboración de los bloques de hormigón deben cumplir con los requisitos de la norma INEN 872 (Ver anexos) y además pasar por un tamiz de abertura nominal de 10mm.

2.1.1.3 Arena unificada

Se la define como el conjunto de partículas o granos de rocas producidas artificialmente. La arena unificada debe cumplir los siguientes requisitos:

- Tamaño nominal: 4,75 - 0.075 mm
- Densidad: 2570 - 2610 Kg/m³
- Absorción 2.6 % - 3.0 %
- Módulo de finura: 3.4 - 3.8

2.1.1.4 Agua.

Manifiesta (Quiñónez, 2011):

El agua que se utilice en la elaboración de bloques de hormigón deberá ser dulce, limpia, sin sabor ni olor pronunciado y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas o cualquier otra sustancia que sea dañina para la mezcla; es preferible emplear agua potable es decir apta para el consumo humano.

El agua de lluvia, en especial de las primeras lluvias, tiene mucho dióxido de carbono que le da una acidez que afecta la calidad del concreto, por lo que se recomienda no usarla, en todo caso hay que rechazar el agua turbia y de coloración oscura y olor pronunciado o que tenga algas o manchas de aceite.

Así, las impurezas excesivas en el agua no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del bloque, sino que también pueden provocar eflorescencia, manchas, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad.

Las cantidades de agua que se utilizan corrientemente son de 55 a 60 % de la masa del cemento con lo cual la resistencia del hormigón solo puede ser de 22 a 24 MPa. Pero hay obreros y hasta profesionales que emplean cantidades de agua aún mayores, reduciendo la resistencia a niveles críticos y peligrosos para los elementos estructurales. Para evitar esto, hay que tratar de utilizar el agua extra mínima que cumpla las condiciones de trabajabilidad de la mezcla.

La relación agua cemento apropiada se detalla en el siguiente gráfico:

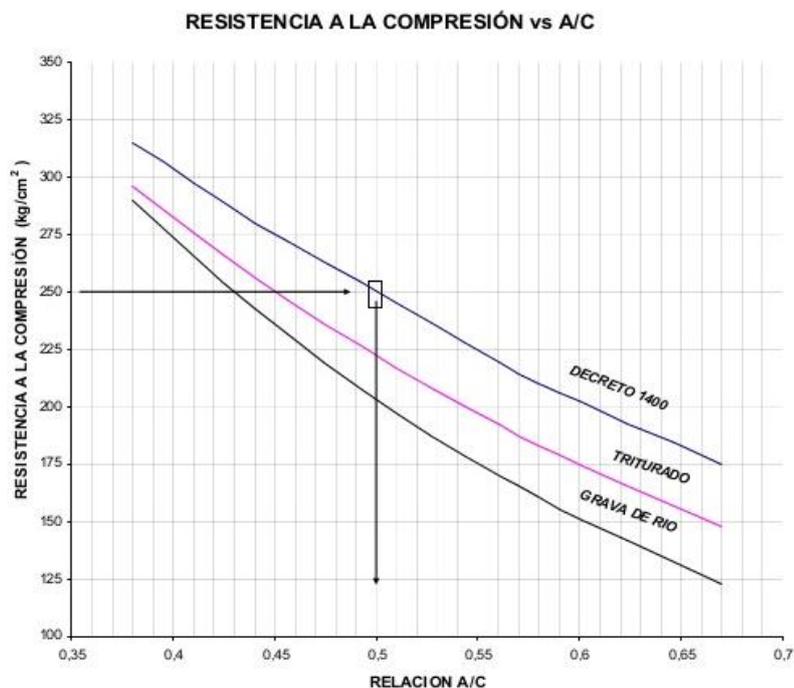


Figura N° 8.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Vs. A/C

Gráfico 2. Relación Agua Cemento. Resistencia a la compresión

Fuente: CONCRETO SIMPLE Pág. 178

Ing. Gerardo A. Rivera CAP.8 Dosificación de Mezclas de Concreto

2.1.2 Poliestireno Expandido

Se considera al poliestireno expandido (EPS) como material plástico espumado, derivado del poliestireno y utilizado en diversos campos. En nuestro país se lo conoce como Espuma-Flex.

2.1.2.1 Propiedades y aplicaciones

Su cualidad más destacada es su higiene al no constituir sustrato nutritivo para microorganismos. Es decir, no se pudre, no se enmohece ni se descompone. Otras características reseñables del poliestireno expandido (EPS) son su ligereza, resistencia a la humedad y capacidad

de absorción de los impactos. Por esto se lo utiliza como protector de electrodomésticos.

Otra de las aplicaciones del poliestireno expandido es la de aislante térmico en el sector de la construcción, utilizándose como tal en fachadas, cubiertas, suelos, etc. En este tipo de aplicaciones, el poliestireno expandido compite con la espuma rígida de poliuretano, la cual tiene también propiedades aislantes.

En España la Norma Básica de la Edificación NBE-CT79 clasifica en cinco grupos distintos al poliestireno expandido, según la densidad y conductividad térmica que se les haya otorgado en su fabricación. Estos valores varían entre los 10 y 25 kg/m³ de densidad y los 0,06 y 0,03 W/m °C de conductividad térmica, aunque solo sirven de referencia, pues dependiendo del fabricante estos pueden ser mayores o menores.

Al Poliestireno Expandido (EPS) se lo conoce técnicamente como:

“Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre-expandidas de poliestireno expandible, que contiene un agente de expansión, presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire”.

Fotografía 4. Proceso de Producción Poliestireno



Fuente: Archivo personal

El proceso de producción consiste en compuestos de poliestireno de forma de perlitas, mismas que contienen un agente llamado pentano. Posteriormente las perlitas se pasan a silos en reposo y estas se las lleva a una máquina de moldeo, en las cuales se coloca energía térmica para que el agente expansor que tiene dichas perlitas sea calentado y aumente su volumen, y su polímero se plastifica y estos a la vez se moldean de acuerdo a la forma que los contenga.

Es producido y sacado al mercado en diferentes formas como son: planchas de diferentes tamaños de espesor, esferas, bovedillas y más aún en la construcción se los utiliza como casetones de alivianamiento.

2.1.2.2 Impacto Ambiental

La producción en sí del poliestireno se basa en recursos no renovables, por cuanto este es plástico que se deriva del petróleo. Por lo que una de las principales causas de contaminación será la emisión de clorofluorocarbonos (CFC) directo a la atmósfera; por otro lado los procesos de elaboración de planchas de poliestireno que se ocupan en la construcción, vasos, platos, protectores de electrodomésticos, etc., estos no emanan CFC ya que estos utilizan pentano por tal motivo no son contaminantes.

2.1.2.3 Uso y fin de vida

El poliestireno expandido se lo reutiliza al 100% formando bloques y fabricando otras clase de productos con la materia prima, por no contener o no pertenecer al grupo de los CFC's y por su alto contenido calorífico puede ser incinerado en plantas de recuperación energética. No es aconsejable usarlos en rellenos ya que este material no es muy degradable y más aún dependerá del tamaño del mismo y del medio ambiente que lo rodea, dicha degradación puede durar desde meses hasta más de 500 años.

Para (Documento, Electrónico 2012):

Ejm: “Un vaso de poliestireno expandido, expuesto a energía solar, viento, lluvia, etc. se degradará en poco tiempo. Mientras que un vaso similar que se encuentre enterrado en un relleno sanitario tardará mucho más, 50 años en promedio”.

Uno de los métodos más aconsejables de reciclaje del poliestireno una vez recolectado, este se lo tritura mecánicamente y se lo mezcla posteriormente con material nuevo y volver a formar los bloques de EPS, mismos que pueden llegar a contener un 50% de material reciclado.

Se consideran además varias alternativas de reciclaje como el uso de la densificación⁵ mecánica la cual aplica energía mecánica y térmica a los materiales y los transforma en partículas compactas.

Existen de igual manera métodos para que estos materiales sean disueltos en disolventes especiales que conjuntamente con las partículas compactas facilitan el transporte y su reprocesamiento.

2.1.2.4 Importancia del aislamiento térmico en la reducción de emisiones

El poliestireno al ser uno de los mejores aislantes térmicos, se usa ampliamente en la construcción de edificios ahorradores de energía. Un edificio aislado adecuadamente con espuma de poliestireno puede reducir la energía utilizada para climatizarlo hasta un 40%. De esta manera se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.1.3 Proceso de producción de bloques

De manera conceptual se puede definir el proceso de producción como el conjunto de fases o actividades sucesivas para la creación de bienes materiales necesarios para la existencia y desarrollo de la sociedad.

⁵Densificación: impenetrabilidad proceso por el que algo adquiere mayor densidad

Para la fabricación de bloques es necesario contar con dos equipos que son sumamente importantes:

La mezcladora y la máquina para hacer bloques.

Fotografía 5. Mezcladora



Fuente: Archivo Personal

Se define a la mezcladora como una máquina capaz de mezclar totalmente dos o más materiales sólidos, en el medio se utilizan con buenos resultados mezcladoras amasadoras de eje horizontal tal como podemos observar en la fotografía 5. Estos equipos se los fabrica de manera artesanal, en algunos casos con residuos de chatarra metálica.

El sistema de transmisión para mover las aspás o paletas de la mezcladora consiste en una caja de velocidades de camión de segunda mano. El motor es eléctrico que generalmente es nuevo. Estos motores pueden trabajar con energía trifásica o monofásica lo que determina el caballaje o potencia del motor.

Generalmente la capacidad de la mezcladoras es de 0.5 m³ de concreto liviano, lo que los fabricantes, en especial los mezcladores la miden utilizando como base un saco de cemento, es decir, cuando se

pregunta qué capacidad tiene la mezcladora, la respuesta es de un saco o medio saco.

El tiempo de mezclado varía según la capacidad y potencia del motor, este proceso generalmente dura de 2 a 5 o 6 minutos para cada mezcla dependiendo de la homogeneidad que se le quiera dar a ésta.

Fotografía 6. Máquina para hacer bloques



Fuente: Archivo Personal

Este tipo de maquinaria al igual que la mezcladora es fabricada artesanalmente por herreros, quienes toman como base una máquina para copiarla y algunos le hacen modificaciones para corregir ciertos defectos en el diseño; este equipo se llama Máquina de Volteo por su forma de fabricar el bloque. Existe otro tipo de máquina que no son tan generalizadas en bloqueras artesanales debido a su poca eficiencia en la fabricación de bloques; a este tipo se le denomina Máquina de Gaveta.

En estas máquinas la mezcla se vibra aproximadamente de 10 a 15 segundos lo que nos garantiza un acomodamiento y compactado adecuado de la mezcla. La misma que funciona mediante un swiche eléctrico a 220 voltios mediante motor trifásico.

2.1.4. Proceso de fabricación de bloques de concreto

Para cualquier modalidad de fabricación de bloques, las etapas son básicamente las siguientes:

2.1.4.1. Selección y Almacenamiento de Materiales.

Manifiesta (Régil, 2005):

Debe buscarse fuentes o proveedores que se aseguren un suministro constante en volumen y procedencia de los materiales para garantizar la uniformidad de la mezcla y como consecuencia la de los bloques.

Si bien la calidad se estima por observación y con base en la experiencia, debe procurarse ensayar los materiales cada vez que se cambie de proveedor y cada cierto tiempo para asegurarse de su calidad y uniformidad

La selección de los materiales correctos es un paso fundamental en el proceso de fabricación de los bloques; deben cumplir con las características tales como limpieza, buena gradación, etc.

Para el almacenamiento del cemento se lo puede hacer en sacos o granel, siempre protegido de la humedad. Al usar cemento en sacos, estos deben ser almacenados sobre tarimas de madera preferentemente para evitar la humedad y por ende el fraguado, en altura máxima de 15 sacos preferentemente cubiertos de plástico. Es recomendable al utilizar cemento por sacos, que éstos no estén almacenados por más de 3 meses, siendo lo ideal no pasarse de 45 días.

En relación al almacenado de los agregados, estos deben ser almacenados según sus tamaños, bien sean en montones o silos. Mientras estén almacenados se debe evitar la contaminación de los agregados con elementos perjudiciales y evitar la mezcla con los

diferentes tamaños de estos. Se recomienda mantener almacenados los agregados durante un período mínimo de dos días, para que se homogenice su contenido de humedad.

En zonas muy lluviosas o en épocas de fuerte invierno, se recomienda proteger los agregados de la lluvia para evitar su saturación, que luego puede afectar la mezcla por aportarle más cantidad que el agua total requerida. Bien sea antes o después del almacenamiento, se debe de someter al agregado a un proceso de tamizado para garantizar los requisitos de tamaño /granulometría y/o tamaño máximo) y de limpieza.

2.1.4.2. Dosificación de la Mezcla.

Todas las plantas deberían contar con una báscula para pesar adecuadamente los materiales. La medida de estos debe hacerse correctamente y de manera uniforme. Las dosificaciones por volúmenes aparentes producen muchas variaciones que afectan la calidad e incrementan los costos.

La dosificación debe ser tal que pueda obtenerse un bloque con las características siguientes:

- Cohesión en estado fresco para ser desmoldados y transportados sin que se deformen o dañen.
- Máxima compactación para que su absorción sea mínima.
- Resistencia esperada según su uso, carga o relleno.
- Acabado superficial deseado.

Para arenas de pómez o mezclas de estas con polvillo de pómez, polvo de piedra caliza o arenas de río y de mina. Las proporciones en masa cemento agregados varían normalmente entre 1:6 y 1:10 (en volumen entre 1:8 y 1:12).

Para los que dosifican por volumen se recomienda tomar un pie cúbico o 28 litros como volumen de un saco de cemento de 42.5 Kg. Los agregados se miden en cajones de 1 pie cúbico (28 litros). Un saco de cemento equivale a 1.5 botes de 5 galones. El agua puede medirse en cubetas marcadas de 2 en 2 litros.

El agua a usar se ajusta de acuerdo con la experiencia de los operadores para obtener la mayor compactación y cohesión del bloque, se recomienda comprobar por ensayos de laboratorio la calidad de los bloques y marcarlos con el color que corresponde de acuerdo con su tipo y grado.

Para obtener las dosificaciones de una mezcla en forma técnica con los materiales disponibles se debe seguir el siguiente orden:

a.- Selección del asentamiento.

El asentamiento requerido para una mezcla se escogerá de acuerdo con las especificaciones de la obra.

b.- Chequeo del tamaño máximo nominal.

El tamaño máximo nominal del agregado disponible debe cumplir los requisitos siguientes $1/3$ (espesor de la losa), $1/5$ (Menor distancia entre lados de formaleta) y $3/4$ (Espacio libre entra varillas de refuerzo).

c.- Estimación del agua de mezcla.

Se supone una cantidad de agua, con el asentamiento escogido y de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado, si se va emplear aditivo se deben consultar las especificaciones del fabricante, en especial si es un plastificante o un súper plastificante.

d.- Determinación de la resistencia de dosificación.

La resistencia de dosificación viene establecida por el Ing. Estructural.

$f'c$ = resistencia a la compresión (kg/cm²)

Del ACI 318-99 se tiene:

$$f'cr = f'c + 1.33 \& \quad (1)$$

$$f'cr = f'c + 2.33 \& - 35 \quad (2)$$

Donde $\&$: desviación standar (kg/cm²)

$f'cr$: resistencia a la compresión requerida

Se escogerá el mayor de las fórmulas (1) y (2)

e.- Selección de la relación agua cemento

La relación agua cemento (a/c) requerida, se debe determinar no solo por los requisitos de resistencia, sino también, teniendo en cuenta la durabilidad.

f.- Cálculo del contenido de cemento y aditivo

Cantidad de cemento (kg/m³ concreto) = $C = A/(a/c)$

Si se va emplear aditivo se usa

Cant. Aditivo = $Ad. (Kg/m^3 \text{ concreto}) = \% \text{ escogido} * C$

g.- Cálculo de la cantidad de cada agregado

Vol. Absoluto material = Masa del material / Densidad

Volúmen absoluto de los agregados (dm³) = $Vag.$

$Vag. = 1000 - C/Gc - A/Ga - Ad/Gad$

$Gpromedio = 100 / (\%i / Gi)$

Masa seca agregados (kg/m³ concreto) = $Mag. = Vag * Gprom.$

Masa seca agreg. i (kg/m³ concreto) = $Mag * \% \text{ ajuste granulom. del agregado}$

h.- Cálculo de proporciones iniciales

El método más usado para expresar las proporciones de una mezcla de concreto, es el de indicarlás de forma de relaciones por masa de agua, cemento y agregados, tomando como unidad el cemento.

i.- Primera mezcla de prueba. Ajuste por humedad del agregado

Las proporciones iniciales calculadas deben verificarse por medio de ensayos de asentamiento y resistencia echos a mezclas de pruebas elaboradas ya sea en el laboratorio o en el campo, teniendo en cuenta la humedad de los agregados.

Cuando no se cumple con el asentamiento y/o la resistencia requerida se debe hacer los ajustes a la mezcla de prueba:

Ajuste por asentamiento.- Al preparar la primera mezcla de prueba deberá utilizarse la cantidad de agua necesaria para producir el asentamiento escogido. Si esta cantidad de agua por m³ de concreto difiere de la estimada, es necesario, calcular los contenidos ajustados de agua, cemento y agregados y las proporciones ajustadas.

Ajuste por resistencia.- Se prepara una segunda mezcla de prueba con las proporciones ajustadas, que debe cumplir con el asentamiento y se elaboran muestras para el ensayo de resistencia.

Si las resistencias obtenidas difieren de la resistencia de dosificación, se reajustan los contenidos de agua, cemento y agregados, sin perjudicar durabilidad. Las proporciones reajustadas se calculan variando las cantidades de cemento y agregado fino para obtener la nueva relación a/c, pero dejando constante la cantidad de agua y agregado grueso por volúmen unitario de concreto, para mantener el asentamiento.

2.1.4.3. Elaboración de la mezcla.

Para elaborar la mezcla de forma manual se procede de la siguiente manera:

Se mide la cantidad de arena a usar y se distribuye en una superficie limpia, rígida y no absorbente de concreto o madera. Se agrega la

cantidad de cemento indicada (en sacos o medios sacos) y se mezcla con la arena hasta obtener un color uniforme. Dicha uniformidad se obtiene paleando de un sitio a otro la arena y el cemento, se adiciona el agregado grueso ya medido y se mezcla con la arena y el cemento hasta que el color sea uniforme.

Segundo, se agrega el agua necesaria con recipientes provistos de regadora o aspersor, cuidando que no se sobrepase. La mezcla debe tener el agua suficiente para poder formar con ésta una pequeña bola con la mano, que no derrame ni se desmorone al abrir la mano. La mezcla final debe palearse nuevamente de un sitio a otro, dos o tres veces, hasta lograr la uniformidad y consistencia requeridas.

Si la mezcla se hace con la mezcladora, la secuencia de colocación de los materiales en ella, que previamente debe estar limpia, es la siguiente:

- Colocar el agregado grueso y las tres cuartas partes del agua a usar en la mezcladora y mezclar por 15 segundos.
- Colocar el cemento y mezclar por 15 segundos. (Al hacerse de este modo, se mejora la adherencia entre las partículas gruesas y la pasta de cemento).
- Colocar la arena y el resto del agua y mezclar hasta completar dos o tres minutos.

Está demostrado que el método de proporcionamiento que se basa en una granulometría adecuada, muestra resultados satisfactorios. Tanto para los agregados de peso normal, como para los agregados livianos, la formulación siguiente garantiza proporciones óptimas con dos o más agregados.

$$X = \frac{(A - C)}{(A - B)} * 100$$

$$Y = (100\% - X)$$

Dónde:

X = Porcentaje deseado de agregados fino.

Y = Porcentaje deseado de agregados gruesos.

A = Módulo de finura del agregado grueso.

C = Módulo de finura que se requiere (recomendado).

B = Módulo de finura de agregados finos.

El módulo de finura para bloques livianos es de MF = 3.84 (recomendado).

2.1.4.4 Diseño de la mezcla

La elaboración del bloque de concreto es básicamente la mezcla de dos componentes: agregados y la pasta. Ésta compuesta de cemento portland y agua, la cual une a los agregados (arena y grava) para formar una masa moldeable que se endurece debido a la reacción química que sufre el cemento y el agua.

Para el diseño de nuestra mezcla se estipuló la siguiente dosificación para la elaboración de los bloques tradicionales como modelo patrón.

Tabla 1. Diseño de mezcla bloque tradicional

MATERIAL	M ³	Glns	Parihuelas	Cemento
Cemento				1 saco
Arena	0,15		4.0	
Pomez	0,19		5.0	
Agua		16.0		
Nota: Parihuelas de 0,036 m ³				

Fuente: Dosificaciones para hormigones de cemento portland. Ver Anexo 3

2.1.5 Proceso de elaboración de los bloques.

Primero se debe revisar que el molde esté limpio y en buen estado. Luego se coloca bajo la tolva alimentadora y se llena. Se aplica vibración al molde por un corto tiempo para acomodar la mezcla. (Si se deja mucho tiempo puede producirse segregación de los agregados).

Según (GALLO, 2011):

Se vuelve a llenar el molde y se enrasa con la tabla o bandeja. Esta se puede recubrir con aceite quemado o con polvillo o material selecto para evitar que los bloques se peguen a ella. Se voltea el molde de modo que la bandeja o tabla quede debajo, y se bajan los martillos compactadores antes de aplicar la vibración para que la mezcla se compacte suficientemente.

El peso o la fuerza con que los martillos bajen son importantes, conjuntamente con la vibración que es normalmente de 10 a 15 segundos para la buena compactación de bloques. Luego de esto los moldes se remueven hacia arriba, dejando los bloques libres sobre sus bandejas o tablas.

En este momento los bloques se evalúan visualmente. Si se presentan defectos se deberán retirar de la tabla y devolver el material a la tolva o piula de mezcla para volver a utilizarlo. Los bloques buenos pasan al área de curado.

2.1.6 Fraguado de los bloques.

Es el endurecimiento inicial. Los bloques recién fabricados deben permanecer inmóviles en un lugar que les garantice protección del sol y del viento, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse. Las tablas deben colocarse en el piso o en estanterías, no directamente

una sobre otra. Deben dejarse fraguar entre 12 y 24 horas hasta que lleguen a una resistencia suficiente para ser manipulados.

Si se dejan expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasiona una pérdida rápida del agua de la mezcla que reducirá la resistencia final de los bloques y puede provocar grietas.

2.1.7 Curado de los bloques.

Muchos fabricantes de bloques los dejan bajo techo las primeras 24 horas y luego los sacan al patio a “secar”; esta práctica no es adecuada, porque el cemento necesita agua para endurecer y ganar resistencia. El curado consiste en mantener los bloques durante los primeros siete días por lo menos en las condiciones de humedad y temperatura necesarias para que se desarrolle la resistencia y otras propiedades deseadas.

Actualmente en nuestro medio el tiempo de curado para bloques de concreto es algo significativo, por cuanto en las bloqueras visitadas los bloques no llegan a cumplir su ciclo de curado peor su resistencia requerida a los 28 días, estos son ya entregados a los 3 días de ser moldeados.

Los bloques deben colocarse en apilamientos de no más de 4 unidades, dejando espacios de aproximadamente 2 cms. Entre ellos (para que circule el aire y en espacios techados.)

Según (Régil, 2005):

Una forma de curar los bloques es rociarlos con agua, utilizando mangueras (preferiblemente con atomizador) de manera que no se sequen en ningún momento. Otra forma de curarlos es recubrirlos con brines o mantas de algodón que sean mojadas permanentemente, o con láminas de plástico que formen un ambiente hermético que evite la pérdida de humedad por evaporación. La cobertura con plásticos

negros y exposición al sol acelera el desarrollo de resistencia siempre que los bloques se mantengan húmedos.

2.1.8 Almacenamiento de los bloques.

Una vez curados, los bloques pueden almacenarse en un área totalmente cubierta, por el término de otros 7 días en lo posible, para que los bloques alcancen la resistencia deseada. Se pueden formar pilas de nueve bloques máximo debidamente aislados de la humedad del piso.

La distribución de los bloques durante el almacenamiento debe permitir el fácil acceso a cada una de las diferentes pilas. Se debe identificar cada pila con el fin de tener un control del día de fabricación, tipo de mezcla, fecha de entrega, etc.

2.1.9 Acabado

Condiciones generales. Los bloques deberán estar libres de astilladuras, grietas, rajaduras y otros defectos que puedan afectar la resistencia mecánica, la durabilidad de la construcción o que puedan interferir en la colocación adecuada de los bloques en la construcción.

Pequeñas grietas o muy pequeñas astilladuras, no mayores de 25 mm, que resulten como consecuencia del manipuleo y manejo durante su almacenamiento, transporte o descarga, no deberán ser causa de rechazo, a no ser que estas pequeñas imperfecciones estén presentes en más del 5 % de los bloques que componen el lote.

Las paredes frontales de los bloques que están destinadas a recibir revoque o estuco, deberán ser suficientemente ásperas para asegurar una buena adherencia de éstos.

Una definición del proceso de producción que se ajuste más al proceso de producción de bloques, se define como: el conjunto de actividades que comprenden el mezclado, vibro compactado, aperchado en estado fresco, des tablado y aperchado en estado endurecido y curado para elaborar un bloque.

2.1.10 Tipos de bloques de concreto

Según la Norma Ecuatoriana INEN 0638:93 se clasifican en cinco grupos los cuales se detallan a continuación.

Tabla 2. Tipos de Bloques de Hormigón

Tipo	Uso
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado.

Fuente: Norma Ecuatoriana INEN 0638:93

2.1.11 Ventajas del uso de los bloques

- Al ser elementos prefabricados modularmente, estos generan un ahorro en cuanto a mano de obra y tiempo de ejecución.
- Estos bloques por ser uniformes, garantizan que la variabilidad en las medidas de las construcciones sean pequeñas.

- Son elementos livianos, impermeables, aislantes acústicos, resistentes al fuego y capaces de resistir cargas.
- Permiten adecuaciones y modificaciones a futuro en la construcción.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Generalidades bloques de poliestireno

El poliestireno expandido (EPS) es un plástico derivado del petróleo, mismo que es utilizado en diferentes áreas tales como productos para la construcción, decoración arquitectónica de interiores y exteriores y otras áreas de aplicación.

De acuerdo con (Documento, perlas de poliestireno, Electrónico poliexpandidos 2012):

“Las perlas de poliestireno expandible se enlazan por medio de un agente expansor. Luego el material atrapa aire y se cohesiona, formando un elemento sólido con propiedades físicas muy interesantes. Una de ellas es su capacidad de aislamiento térmico; su bajo coeficiente de conductividad térmica lo convierte en material apto para los procesos de refrigeración y conservación”.

Al poliestireno expandido se lo conoce como espuma flex siendo una de sus principales características el bajo peso, capacidad de compresión y facilidad al corte.

2.2.2 Definición de bloques de poliestireno

Tabla 3. Dimensiones de los bloques de hormigón- INEN

TIPO	Dimensiones Nominales			Dimensiones Reales		
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A,B	40	20,15,10	20	39	19,14,09	19
C,D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,24	20

Fuente: bibdigital.epn.edu.ec Pág. 22

Los bloques de poliestireno son bloques hechos de termoplástico que se utilizan como aislantes en casas y comercios.

El poliestireno también es un material que se utiliza para crear tableros de espuma, espuma para artesanías, espuma para embalaje y otros tipos de productos de espuma como lo es el Styrofoam.

Sin embargo, los bloques de poliestireno son mucho más fuertes que estos otros productos de espuma porque se pueden rellenar con cemento o se pueden utilizar como aislantes cuando se los utiliza en trabajos de construcción.

2.2.3 Medidas principales

La dimensión real de un bloque debe ser tal que, sumada al espesor de una junta, dé una medida modular.

Por convenio entre el fabricante y el comprador, podrán fabricarse bloques de dimensiones diferentes de las indicadas. Trabajando generalmente para mampuestos con medidas de 14.5 para que con los enlucidos 0.25 a cada lado nos dé exactamente una pared de 15 cm. Que sería lo ideal.

2.2.4 Materia prima

2.2.4.1 Poliestireno

El poliestireno expandible, se obtiene por polimerización del estireno con introducción de un agente de expansión: el pentano. Este polímero se presenta en perlas esféricas de diámetros entre 0,3 y 2 mm. El Poliestireno Expandido – EPS se obtiene a partir del poliestireno expandible después de tres fases de fabricación:

Pre-expansión (el vapor de agua dilata el pentano y expande las perlas hasta 50 veces su volumen inicial), Maduración de las perlas pre-expandidas (permite su estabilización física) y Moldeo (las perlas pre-expandidas se introducen en un molde cerrado, sometido a una inyección de vapor de agua, las perlas se vuelven a expandir ocupando todo el espacio del molde, soldándose entre ellas para formar un bloque).

2.2.4.2 Clases de Poliestireno

Dentro de estos podemos encontrar:

Poliestirenos expandidos (conocido también como corcho blanco).-

A estos se los diferencia por ser bastante rígidos, poseen una buena tenacidad⁶, gran resistencia a los hongos y bacterias, absorben muy poca agua y no tienen efectos tóxicos, por tratarse de un plástico espumado poseen una densidad muy baja.

La resistencia química es bastante aceptable, por lo que es muy empleado para el envasado y embalaje de productos delicados como electrodomésticos y además se lo utiliza como aislante del calor y del sonido.

⁶Tenacidad: Resistencia de un material a romperse o deformarse

2.2.4.3 Propiedades físicas del Poliestireno

- a. Aislamiento Térmico.- El 98% de su contenido es aire en reposo recluso en una estructura celular cerrada.
- b. Resistencia a la humedad.- Por su carácter hidrófobo.
- c. Durabilidad.- Por su resistencia al envejecimiento.
- d. Resistencia mecánica.- Adaptable a la necesidad requerida debido a su sencillo proceso de fabricación.
- e. Versatilidad.- Libertad para obtener dimensiones y formas; compatibilidad con los materiales empleados en la construcción; facilidad de manejo y transporte.
- f. Blandura.- Debido a su porosidad y al material polímero que rodea las celdillas, es compresible con los dedos. Es un material blando y de buena elasticidad.
- g. Absorción.- Gracias a la conformación del EPS (celdillas de aire cerradas y no conectadas entre sí) el material es de muy baja absorción.

2.2.4.4 Acción del calor sobre el Poliestireno

El Poliestireno Expandido – EPS es un material combustible, como toda materia orgánica natural (madera, lana, etc.). Durante su combustión libera energía (40 MJ/kg), CO, CO₂ y una mínima cantidad de cenizas, pero no genera ningún gas nocivo a base de cloro ni cianuro.

Existen dos grados de Poliestireno Expandido – EPS en relación con su reacción al fuego (grado standard e ignifugado). Los grados ignifugados dificultan la ignición de este material evitándose que sea foco de inicio de un eventual incendio.

En edificación siempre se utiliza detrás de una capa encargada de asegurar la función de protección contra incendio. Yesos, morteros, ladrillos, hormigón y chapas metálicas, son materiales que siempre protegen a los productos de Poliestireno Expandido – EPS en la edificación.

2.2.4.5 Coloración

El color característico del poliestireno es el blanco, aunque pueden ser coloreados a voluntad.

2.2.4.6 Materiales Acompañantes

Cemento, arena, agua y aditivo

2.2.5 Elaboración artesanal de bloques de poliestireno

2.2.5.1 Proceso general

Los bloques de manera artesanal tienen un proceso no tecnificado, no cumplen un control riguroso de calidad y su producción es menor que la industrial. Existen varios lugares donde se elaboran bloques de hormigón de manera artesanal, con la finalidad de satisfacer en menor escala la demanda del sector constructivo, pero no hay aún lugares de fabricación artesanal de bloques de poliestireno.

En muchos casos se puede considerar conveniente por cuestiones geográficas o de accesibilidad, la fabricación in-situ de bloques de

concreto alivianado con poliestireno, aprovechando los recursos disponibles en el sector, lo cual se refleja en economía, pero al mismo tiempo se sacrificaría la calidad del elemento mampuesto, en el caso de que no se cumplan los requerimientos de las normas INEN de fabricación.

Algunos aspectos importantes que involucra la fabricación artesanal de los bloques de concreto alivianado con poliestireno son:

- **Materiales:** Para la confección del bloque se requiere los siguientes materiales:

Esferas de poliestireno, arena (polvo azul), cemento, aditivo y agua; mezcladora y la máquina para hacer bloques.

Fotografía 7. Materiales



Polvo azul



Poliestireno



Cemento

Fuente: Archivo personal

- **Economía:** Debido a la posibilidad de elaboración en obra, los bloques de concreto en general presentan ventajas económicas, mismas se originan en la rapidez de ejecución, ahorro del transporte, estibaje, entre otras.

- **Mano de Obra:** La mano de obra debe ser calificada a nivel de operarios, contándose con apoyo técnico y supervisión en el caso de ser necesario por un profesional.

2.2.5.2 Proceso de producción

Para asegurar la calidad de los bloques de concreto alivianado se deberá controlar, durante la fabricación, la dosificación de los materiales de la mezcla definida, los cuales se recomienda sean al peso o en volumen.

Además los bloques deben mantener su uniformidad; sus dimensiones: ancho, largo y alto; calidad, textura superficial y acabado final. En todo proceso, se realizan una serie de actividades las cuales guardan estrecha relación entre sí; por tanto la calidad del producto final dependerá de que los diferentes procesos se realicen cumpliendo con los requisitos básicos.

De la misma manera, las actividades deben organizarse concatenadamente y por etapas claramente definidas, que concluirán en la elaboración del producto.

1. **Dosificación.-** La dosificación de los materiales se hará por volumen en nuestro análisis, utilizando parihuelas o cajones de madera, carretillas o baldes.

De manera general, la mezcla empleada para los bloques de concreto alivianado contiene un gran porcentaje de arena y un bajo porcentaje de poliestireno y agua que las mezclas de hormigón usadas con

propósitos de construcción. Esta metodología da como resultado un producto muy seco, de mezcla homogénea que mantiene su forma cuando es removido del molde.

Es necesario dosificar muy cuidadosamente el contenido de agua en la mezcla, para que ésta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda. En el primer caso se corre el peligro del desmoronamiento del bloque recién fabricado; en el segundo, que el material se asiente deformando la geometría del bloque.

Fotografía 8. Dosificación



Fuente: Archivo Personal

2. **Mezclado.**- El mezclado se lo puede realizar de dos diferentes maneras:

a. **Mezclado manual.**- Una vez especificada la dosificación de la mezcla, se colocan los materiales en el área de mezclado; arena, cemento y se reemplaza lo que es la piedra (grava) por las esferas de poliestireno, después se mezcla y se realiza un hoyo en el centro donde se agrega el agua, luego se cubre el agua con el material seco de los costados y se mezcla nuevamente hasta que esté completamente uniforme.

Fotografía 9. Mezclado Manual



Fuente: Archivo Personal

b. **Mezclado mecánico.**- En la tolva se coloca cemento una pequeña cantidad de agua y arena y se lo mezcla hasta obtener un mortero homogéneo, posteriormente colocamos el poliestireno expandido en perlas o esferas en este caso se puso previamente una lechada de cemento para que de consistencia al material y agregamos un aditivo plastificante. Toda esta mezcla se la realiza aproximadamente durante 5 minutos.

3. **Moldeado.**- Una vez mezclado los materiales, ya sea en forma manual o con mezcladora, se procede a colocar en la máquina

vibradora o bloquera. La duración del vibrado así como la potencia del motor de la máquina vibradora son factores que influyen notablemente en la resistencia de los bloques (aprox. 15 segundos de vibración).

Cuando se ha colocado en la bloquera, la mezcla de concreto, ésta se compacta y se consolida a base de presión y vibración controladas. El método de llenado se debe realizar en capas y con la ayuda de una pala se puede ir acomodando la mezcla.

Fotografía 9. Moldeado



Fuente: Archivo Personal

Luego de terminado el vibrado se retira de la bloquera (molde) y se coloca en los pales de madera de 0.51 x 0.81 mismos que contienen en la base un recubrimiento de polietileno y se los lleva al área de fraguado.

Fotografía 10. Retiro de Bloque



Fuente: Archivo Personal

4. **Fraguado.**- Una vez fabricados los bloques, estos por lo general deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse; pero esto en la actualidad no se cumple ya que se los deja al aire libre.

El periodo de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar los bloques de un día para otro.

Si los bloques se dejaran expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del hormigón.

Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados de los tableros para su curado.

Fotografía 11. Fraguado



Fuente: Archivo Personal

5. **Curado.**- El curado de los bloques consiste en mantener los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los bloques como cualquier otro producto de concreto u hormigón.

Para curar los bloques se riega periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los bloques por lo menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes. Se les puede cubrir con plásticos, papeles o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua, pero esto no ocurre en el medio.

Para no alterar las dimensiones y características de los bloques se puede curar por regado a partir de las 6 horas y durante las 48 horas siguientes, hasta que adquiera una resistencia que permita su manipulación.

Fotografía 12. Curado



Fuente: Archivo Personal

6. Almacenamiento de bloques.- La zona destinada para el almacenamiento de los bloques debe ser suficientemente grande y permitir que después del curado los bloques se sequen lentamente.

La zona de almacenamiento por lo general debe ser totalmente cubierta para que los bloques no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico. Pero realmente esto en nuestro medio o en la realidad no se cumple salvo uno que otro productor que tienen galpones para este efecto.

Para el correcto almacenamiento en obra de los bloques de hormigón se debe priorizar el buen estado de los bloques, para lo cual se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- * Colocar los bloques sobre pallets.
- * Se debe colocarlos en forma vertical, los primeros bloques en un sentido y los siguientes en sentido contrario.
- * No se debe hacer rumas de más de 2 m. Lo ideal sería de máximo 1,5 m, para evitar que se derrumben en caso de movimientos sísmicos.
- * Se debe cubrir los bloques con plástico o saco de yute, para evitar el contacto con otros materiales y/o el exceso de agua cuando llueva.

Fotografía 13. Almacenamiento de bloques de Poliestireno



Fuente: Archivo Personal

7. Manipulación de los bloques.- Se debe tener precaución al momento de manipular los bloques:

- Usar cascos y mascarillas cuando se esté trabajando con los bloques en obra.

- No arrojar los bloques contra el piso o terreno, esto debilita al bloque.
- Limpiar el bloque si este tiene presencia de otro material.
- Usar las herramientas apropiadas para su colocación en paredes.
- Para realizar instalaciones eléctricas o sanitarias por pared, utilizar una cortadora adecuada.

8. Aceptación o rechazo de los bloques.- La calidad de los bloques puede variar mucho según su proceso de fabricación. Este proceso puede ser artesanal o industrial, con o sin la maquinaria adecuada y control de calidad apropiado. Al momento de recibir los bloques que se utilizarán en una obra debemos tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Se debe aceptar los bloques que presenten dimensiones y acabados uniformes, sin defectos aparentes, sin fisuras, con superficies planas, aristas perfiladas.
- Deben también ser uniformes en su color y en su textura, porque esto demuestra la homogeneidad del proceso de fabricación.

2.3 MARCO LEGAL

Para proceder a la elaboración de los bloques, éstos deben cumplir con las especificaciones técnicas, normas, leyes y reglamentos impartidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, la cual forma parte de las Normas INEN, siendo la utilización de estas normas de carácter obligatorio para todos y en todo el territorio nacional.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGIA

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El Proyecto o trabajo de investigación se realizará acorde a las técnicas actuales para la fabricación de bloques, las que permitirán desarrollar un proceso para conocer más en detalle todo lo referente a la fabricación de bloques con poliestireno, así como también propiciará encontrar una dosificación adecuada para obtener una resistencia normada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.

La presente investigación se orienta en el enfoque cualitativo, el nivel de profundidad de los resultados es de tipo diagnóstico - descriptivo, porque permitirá describir las ventajas del estudio para conocer la realidad en que se encuentra. Esta propuesta se apoya en investigaciones bibliográficas porque se pretende aplicar y profundizar el conocimiento de estos tópicos.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Egg (1995): “La investigación es el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social (investigación pura) o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos”.

Para esta investigación se realizará un estudio descriptivo y explicativo en donde se utilizará el método analítico e inductivo. El método analítico permite descomponer al todo en sus partes, para estudiar cada una de ellas por separado con la finalidad de determinar si los bloques de poliestireno cumplen o no la misma resistencia que los bloques tradicionales a una misma edad así como mejorar la calidad de

los bloques y bajar su peso propio, determinando costos y analizando si es factible realizar estos bloques de poliestireno.

El tipo de investigación seleccionado se justifica porque ayuda a desarrollar una investigación que facilite obtener una idea clara sobre todo lo referente a los bloques de concreto tradicional y bloques de concreto alivianado con poliestireno.

3.3 PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN

El proceso que se va a utilizar en esta investigación va desde la concepción del problema que se deriva del costo elevado hoy en día en la construcción, tanto en la mano de obra, como en los materiales; por esta razón como una alternativa se implementará un sistema constructivo para la elaboración de viviendas por medio de bloques alivianados con poliestireno.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

Para esta investigación se ha tomado como población la cantidad de 35 bloques de los cuales 14 se ensayaron en el laboratorio a compresión para obtener tanto su resistencia como su peso y 21 bloques se utilizaron para analizar únicamente el peso, que incluye tanto los bloques elaborados con poliestireno como los tradicionales.

Este tipo de población se considera finita. La población finita según Ramírez, T (1999), "Es aquella cuyos elementos en su totalidad son identificables por el investigador, desde el punto de vista del conocimiento que se tiene sobre la cantidad total, es decir cuando el investigador cuenta con el registro de todos los elementos que conforman la investigación en estudio".

3.4.2 Muestra

Se tomará una muestra no probabilística intencional, para ello se ensayaron 9 bloques de poliestireno y 5 bloques tradicionales, con la finalidad de realizar los estudios necesarios, a fin de determinar sus características y propiedades de éstos, lo cual nos dará tendencias más no precisión.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas se seleccionaron en atención a las características de la población, en este caso se optó por las siguientes técnicas debido al carácter práctico que posee la investigación:

3.5.1 Observación directa

Según Puente (2000):

“Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es la primera forma de contacto o de relación con los objetos que van a ser estudiados. Constituye un proceso de atención, recopilación y registro de información, para el cual el investigador se apoya en sus sentidos, para estar pendiente de los sucesos y analizar los eventos ocurridos en una visión global, en todo un contexto natural (p 65)”.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

En respuesta a la técnica utilizada, el instrumento aplicado fue una plantilla de observación, la cual contiene datos referentes a:

1. El tipo de mezcla y/o dosificación para el diseño de los bloques. conteniendo los siguientes datos: número de mezcla, tipo de material, cantidad de material y resultados obtenidos.
2. Las resistencias obtenidas para cada bloque de acuerdo al formulario de resultados entregados por los laboratorios de ensayos de materiales de las universidades donde se realizaron.

Además se utilizó los siguientes instrumentos para la recolección de datos:

- a. Cámara fotográfica.- La cual nos permitió guardar las imágenes y un video de las actividades relevantes en el trabajo de investigación.
- b. Ensayos de laboratorio.- Mismos que arrojan toda la información técnica de cada uno de los bloques, necesaria para poder realizar nuestras comparaciones y conclusiones sobre el tema de investigación.
- c. Computador y/o portátil.
- d. Cuaderno de anotaciones.

Tabla 4. Plantilla de observación (dosificaciones)

NUMERO DE MEZCLA	MATERIAL	CANTIDAD	PESO
	Poliestireno		
	Agua		
	Cemento		
	Arena (polvo azul)		
	Aditivo		
	Cascajo		

Fuente: Personal 2013

Tabla 5. Plantilla de observación (ensayo de compresión)

No.	FECHA	DESCRIP.	FECHA	EDAD	LARGO	ANCHO	CARGA	ESFUERZO	
	FABRICA		DE ROTURA					(días)	(cm)

No.	DESCRIPCIÓN	PESO (gr)

Fuente: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Tabla 6. Plantilla de observación (ensayo de compresión)

Probeta No.	1	2	3	4
Identificación	<u>Sin Poliestireno</u>		<u>Con Poliestireno</u>	
Fecha de fabricación				
Fecha de ensayo				
Edad (días)				
Altura (mm)				
Largo (mm)				
Ancho (mm)				
Área (mm ²)				
Volúmen (mm ³)				
Masa (gr)				
Peso Unitario (gr/cm ²)				
Carga (KN)				
Resistencia (MPa)				

Fuente: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR Laboratorio de Materiales de Construcción

3.6 COSTOS DE ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES ANALIZADOS

Los costos obtenidos para la elaboración de los bloques de concreto tradicional y con poliestireno alivianado, se resumen en las tablas 13 y 14; donde consta los rubros utilizados para la elaboración y el análisis de precios unitarios.

3.7 MATERIALES

Para la elaboración de estos bloques se utilizará materiales pétreos de las canteras de la Mitad del mundo (cascajo, polvo azul-arena), cemento, agua; los cuales se analizarán y se obtendrá el respectivo diseño de mezcla en el laboratorio de la ESPE. Anexo 3 de esta investigación y el poliestireno mediano granulado EPS de densidad aproximada 13 kg/m^3 .

3.8 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En los dos capítulos siguientes se llega a demostrar que el poliestireno es una buena alternativa constructiva por medio de los resultados obtenidos, así como también se demuestra que se aligera el peso de los alivianamientos en losas por el análisis de cargas realizado en las tablas 17 y 18 del Capítulo V; llegando a cumplir en su mayoría los objetivos planteados en esta investigación práctica.

CAPITULO IV

4. ENSAYO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 GENERALIDADES

Los ensayos se los realizó básicamente siguiendo las Normas INEN 639 y 643 mediante las cuales se obtienen las muestras para la recepción de los bloques con la resistencia requerida a la compresión de estos.

4.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión se define como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o mortero a carga axial. Esta se expresa generalmente en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2) y se lo realiza comúnmente a una edad de 7,14, y 28 días.

Este ensayo se fundamenta en colocar a los bloques tradicionales como a los alivianados con poliestireno a una determinada carga de compresión que se va aumentando paulatinamente, hasta llegar a la rotura de éstos, para obtener la carga máxima que soportan y de esta manera determinar su resistencia admisible.

4.2.1 Equipo

Existen diferentes máquinas para este ensayo, las cuales deben estar provistas de un plato esférico y a su vez estar calibradas. Estas máquinas pertenecen al laboratorio de la Escuela Politécnica Nacional y Universidad Católica donde se realizaron los ensayos.

Fotografía 14. Máquinas para ensayos a compresión de bloques



Fuente: Archivo Personal

4.2.2 Preparación de muestras

Para el ensayo de la resistencia a la compresión nos basaremos en la NORMA INEN 639 adjunta en anexos, la cual indica que los bloques (especímenes) deben estar completamente enteros. Los especímenes seleccionados deben tener forma y dimensiones similares y ser representativos de todo el lote de bloques de hormigón del cual han sido seleccionados.

Estos bloques deben ser marcados adecuadamente para su identificación, es decir rotular cada espécimen de manera que se puedan identificar en cualquier momento. El rotulado no debe cubrir más del 5% de la superficie del espécimen.

Fotografía 15. Preparación de Muestras



Bloques no aptos para el muestreo

4.2.3 Procedimiento

Estas muestras son llevadas a laboratorio para proceder a pesarlas y medir sus aristas o caras de cada uno de los bloques.

Fotografía 16. Muestras traslado a laboratorio



Fuente: Archivo Personal

Fotografía 17. Procedimiento de Muestras



Fuente: Archivo Personal

Las muestras son colocadas en la máquina de ensayos procurando queden lo más centradas posible respecto a la rótula y la carga se aplique en la misma dirección que las cargas o pesos propios que actúen sobre ellos en la construcción.

Se aplica la carga a cualquier velocidad hasta la mitad de la carga máxima supuesta, el resto de la carga debe aplicarse gradualmente a una velocidad constante en un periodo que no sea menor de un minuto, ni mayor de dos, de acuerdo a la carga soportada.

Fotografía 18 Muestras colocadas para su rotura- ensayo a compresión



Fuente: Archivo Personal

4.2.4 Cálculo

La resistencia a la compresión está dada por la carga máxima soportada ya sea en (kg) o newtons, dividida para la superficie bruta del bloque expresada en (cm²) o (mm²).

El cálculo de la resistencia a compresión se lo realiza por medio de la siguiente ecuación:

$$C = \frac{P}{S}$$

En donde:

C = Resistencia a la compresión en MPa.

P = Carga de rotura en Newtons.

S = Superficie bruta de la cara comprimida, en milímetros cuadrados.

4.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS

En los laboratorios de las dos universidades se han ensayado los diferentes bloques. Los resultados son proyectados por las máquinas de acuerdo a la carga aplicada para su rotura.

Fotografía 19. Espera de resultados a obtener



Fuente: Archivo Personal

Fotografía 20. Resultados Obtenidos



Fuente: Archivo Personal

Fotografía 21. Resultados Obtenidos II



Fuente: Archivo Personal

Tabla 7. Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los bloques huecos de hormigón

TIPO DE BLOQUES	Resistencia mínima a la compresión en Mpa a los 28 días(ver nota 1) (Norma INEN 640)
A	6
B	4
C	3
D	2,5
E	2

NOTA 1: 1 Mpa = 10 kgf/cm².

4.3.1 Bloques elaborados con poliestireno alivianado.

La Norma INEN 639 establece que para realizar los ensayos se deben tomar 6 muestras y realizar un promedio, pero por recomendaciones de los laboratorios, quienes nos informaron, que como son bloques nuevos que no se encuentran en el mercado, lo más recomendable era realizar dicho ensayo a la mayor cantidad de bloques posibles con las diferentes dosificaciones.

En este caso se tomaron 9 bloques de poliestireno con una edad promedio entre 7 y 14 días.

Tabla 8. Resultados obtenidos de los ensayos a compresión de los bloques con poliestireno alivianado

No.	Muestra	Edad (días)	Peso (gr)	Resistencia (Mpa)
1	M1	8	9123,80	0,54
2	M2	8	9121,70	0,52
3	M3	8	9454,30	0,55
Promedio			9233,27	0,54

No.	Muestra	Edad (días)	Peso (gr)	Resistencia (Mpa)
4	3	9	6500,00	0,42
5	4	9	6710,00	0,47
Promedio			6605,00	0,45

No.	Muestra	Edad (días)	Peso (gr)	Resistencia (Mpa)
6	1	13	5685,60	0,46
7	2	13	5586,80	0,36
8	B1	13	6137,90	0,51
9	B2	13	6231,90	0,52
Promedio			5910,55	0,46

Fuente: Laboratorio de Materiales de Construcción Área de Resistencia de Materiales
PUCE

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales EPN. (2013)

Fotografía 22. Falla en bloque por ensayo a compresión



Fuente: Archivo Personal

4.3.1.1 Comparación de los resultados obtenidos vs. La Norma INEN 640

En la Tabla 7. Se muestra la resistencia que deben tener los bloques a la edad de 28 días (2.5 y 2 Mpa) para mampuestos y alivianamientos.

Ahora bien los ensayos se los realizó a la edad de 8 a 13 días promedio teniendo una relación de resistencia según la Norma INEN 640 de 0.92, 0.64 y 0.57 a la edad de 13, 9 y 8 días. Estas resistencias

no llegamos a obtener en todos los ensayos realizados en esta investigación ya que se obtuvieron promedios de 0.46, 0.45 y 0,54 a las diferentes edades establecidas mostrados en la **Tabla 8**.

4.3.2 Bloques de concreto tradicional

Para realizar el análisis comparativo entre bloques de concreto tradicional y bloques de concreto alivianado con poliestireno se adquirió y elaboró 5 bloques de concreto tradicional y se realizaron los ensayos a compresión para poder determinar las diferencias con los bloques elaborados también en el presente trabajo de investigación.

4.3.2.1 Bloques tradicionales pesados

Mezcla: cemento, arena (polvo azul), cascajo y agua

Para el efecto de investigación se utilizaron bloques de 15 x 20 x 40, en general la mezcla de concreto usada para estos bloques contiene un gran porcentaje de arena y un bajo porcentaje de agua. Este método da como resultado un producto muy seco, de mezcla homogénea que mantiene su forma cuando es removido del molde. Estos tipos de bloques son usados generalmente para cualquier tipo de mampostería.

Tabla 9. Resultados a compresión de los bloques pesados elaborados y adquiridos en el mercado

No.	Muestra	Edad (días)	Peso (gr)	Resistencia (Mpa)
1	M4	8	11970,00	0,77
2	M5	8	12080,00	0,83
		Promedio	12025,00	0,80

No.	Muestra	Edad (días)	Peso (gr)	Resistencia (Mpa)
3	1	9	11840,00	1,66
4	2	9	11390,00	2,17
Promedio			11615,00	1,92

No.	Muestra	Edad (días)	Peso (gr)	Resistencia (Mpa)
5	A	13	11531,70	2,38
Promedio			11531,70	2,38

Fuente: Laboratorio de Materiales de Construcción Área de Resistencia de Materiales
PUCE

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales EPN. (2013)

4.4 DIFERENCIAS

4.4.1 Peso

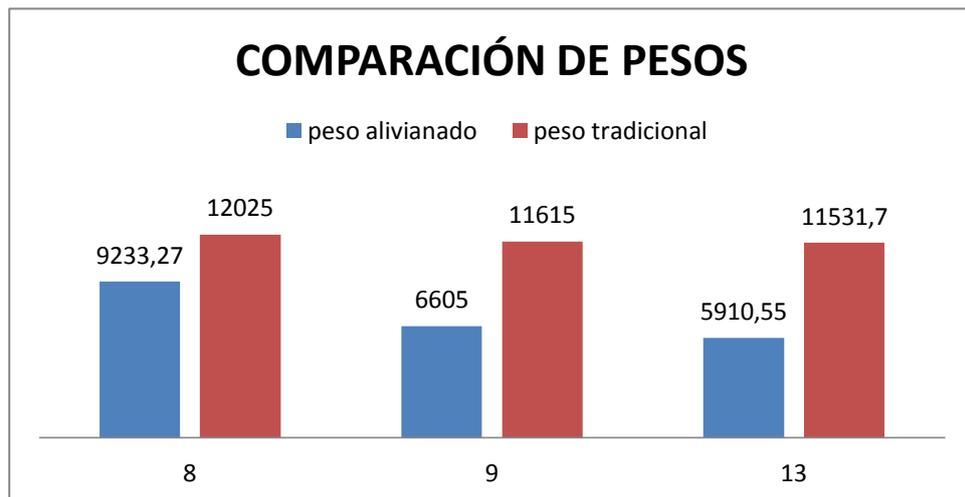


Gráfico 3. Comparación de peso entre bloques de poliestireno y bloque tradicional

4.4.2 Resistencia a la compresión

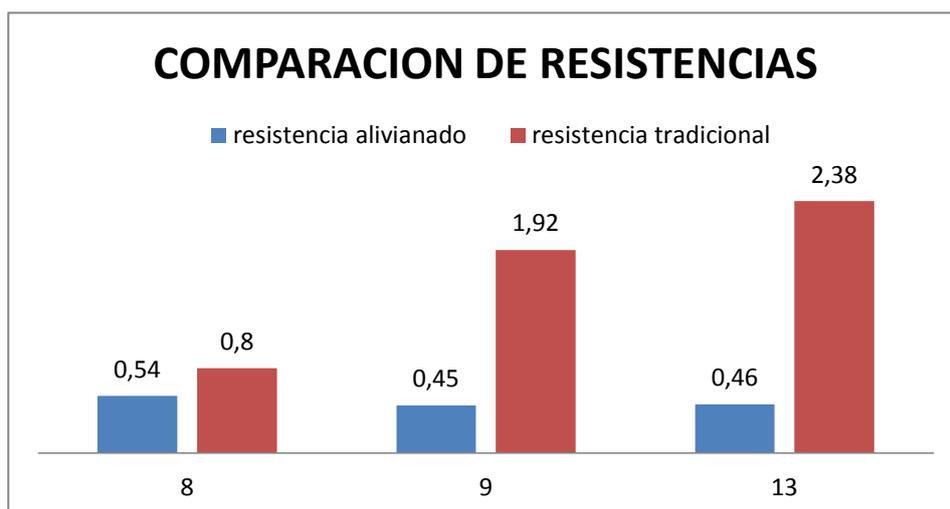


Gráfico 4. Comparación de resistencia entre bloques de poliestireno y bloque tradicional

4.5 ANÁLISIS

Como se observa en el Gráfico 3 del presente trabajo de investigación, los bloques que fueron elaborados con poliestireno alivianado presentan un peso menor que los bloques tradicionales debido al peso propio del poliestireno, lo que genera una disminución de carga a la estructura.

Para el ensayo de resistencia a la compresión Gráfico No. 4, se puede notar que los bloques de poliestireno alivianado tuvieron una resistencia menor a los tradicionales, por lo que se determina que serán utilizados únicamente como bloques de alivianamiento en losas de hormigón armado, cabe indicar que se puede considerar una resistencia óptima por cuanto aún no se tiene establecido resistencias para este tipo de bloques por las Normas INEN.

Como podemos observar, de los gráficos 3 y 4 se establece que la resistencia no tiene relación con el peso. La resistencia se da en base a la abrasión o desgaste de los materiales.

4.6 ANÁLISIS DE LOS BLOQUES DE CONCRETO TRADICIONAL FRENTE A LOS BLOQUES DE POLIESTIRENO ALIVIANADO

Los bloques de concreto tradicional presentan características diferentes frente a los bloques de poliestireno alivianado las cuales se indican a continuación:

a. FISICAS:

Debido a la materia prima que se utiliza tanto para los bloques de concreto tradicional: cemento, agregados (polvo azul, cascajo) y agua como para los bloques de poliestireno: cemento, agregado (polvo azul) poliestireno, agua y aditivo; su apariencia física es diferente así los primeros bloques presentan menos poros en sus aristas a la vista de la persona, los de poliestireno presentan gran cantidad de poros pero por el aditivo sus aristas son lisas.

Al usar como materia prima el poliestireno el color de estos es blanco-gris, mientras que los de concreto son netamente de color gris.

En ambos casos los bloques presentan orificios que hacen que estos no sean elevadamente pesados es decir no son macizos pero con la diferencia notoria que se logró reducir casi en un 50% su peso que como se ve en la fotografía siguiente es levantado hasta por un niño de 4 años.

Fotografía 23. Bloque levantado por niño



Fuente: Archivo Personal

El peso que se consiguió bajar alrededor del 50% es una característica muy particular, ya que para el cálculo estructural de una losa en sí; disminuir las cargas muertas de 708,90 kg/m² a 556,80 kg/m² (tablas 17, 18) significa ahorro de acero estructural (Planos estructurales planilla de hierros).

En ambos casos para el armado de losas se genera un porcentaje de bloques rotos, puesto que por la manipulación e instalaciones que se tiene que hacer por más que se tenga cuidado siempre se romperán.

b. MECÁNICAS:

Dentro de estas propiedades tenemos la resistencia a la compresión, la cual nos da la calidad del bloque en la cual se basan los procedimientos para determinar la resistencia de los elementos. Para este ensayo se deberá tomar muy en cuenta que la superficie en contacto con la cara del bloque y la prensa de compresión debe estar centrada para garantizar una distribución uniforme de la fuerza.

Tabla 10. Resumen de resultados Bloques tradicionales

No.	Muestra	Edad (días)	Peso	Resistencia
1	A	13	11531.70	2.38
2	1	9	11840.00	1.66
3	2	9	11390.00	2.17

Tabla 11. Resumen de resultados Bloques alivianados con poliestireno

No.	Muestra	Edad (días)	Peso	Resistencia
1	B1	13	6137.90	0.51
2	B2	13	6231.90	0.52
3	3	9	6500.00	0.42
4	4	9	6710.00	0.47

c. ACÚSTICAS Y TÉRMICAS:

Los bloques de poliestireno además de ser alivianamiento para losas, pueden ser aislante térmico por su composición química. Por tanto una losa con bloques de poliestireno será más acústica que una losa tradicional.

Además tienen un coeficiente de conductividad térmico variable por cuanto influye el material de los agregados en este caso el cambio del cascajo tradicional por perlitas de poliestireno.

La resistencia de estos bloques a la transmisión del sonido viene a ser superior a los tradicionales por tanto se los podría utilizar en mampuestos con la condición que se nombró anteriormente que se debe seguir analizando su resistencia a la compresión.

4.6.1 Comparativo de batchadas (dosificaciones) entre los bloques de concreto tradicional y de concreto con poliestireno

En la tabla 12 se puede observar las diferentes dosificaciones que se analizaron en la elaboración de los bloques utilizados.

En cada una de las dosificaciones comparadas, se observan las diferentes cantidades de materiales utilizadas para la elaboración de los bloques de concreto tradicional y bloques de concreto alivianado con poliestireno.

Con las batchadas tanto para el bloque tradicional como para el de poliestireno observamos que a mayor cantidad de arena, mayor es su peso, lo cual se ve directamente relacionado con la resistencia y consecuentemente el volumen del poliestireno influirá en el costo, tal como se verificará en los siguientes análisis comparativos presentados.

Tabla 12. Dosificaciones realizadas para los diferentes bloques

NUMERO DE MEZCLA	MATERIAL	CANTIDAD	PESO
1	Poliestireno	1 Lb	9772 gr
	Agua	*	
	Cemento	1/2 saco	
	Arena (polvo azul)	2 carretillas	
	Aditivo		
	Cascajo	1 1/2 carretilla	
2	Poliestireno	1	9181,82 gr
	Agua	*	
	Cemento	1	
	Arena (polvo azul)	1/2	
	Aditivo		
	Cascajo	2 1/2	
3	Poliestireno	1	9881,82 gr
	Agua	*	
	Cemento	1	
	Arena (polvo azul)	2	
	Aditivo		
	Cascajo		
4	Poliestireno	2	12927,27 gr
	Agua	*	
	Cemento	2	
	Arena (polvo azul)	6	
	Aditivo		
	Cascajo		
5	Poliestireno	1	9090 gr
	Agua	*	
	Cemento	1	
	Arena (polvo azul)		
	Aditivo		
	Cascajo	3	
6	Poliestireno	2	9631,82 gr
	Agua	*	
	Cemento	1	
	Arena (polvo azul)		
	Aditivo	*	
	Cascajo	3	
7	Poliestireno		12245 gr
	Agua	*	
	Cemento	1	
	Arena (polvo azul)	2	
	Aditivo		
	Cascajo	1	
8	Poliestireno	3	9250 gr
	Agua	*	
	Cemento	1	
	Arena (polvo azul)	3	
	Aditivo	*	
	Cascajo		
9	Poliestireno	3	6394,95 gr
	Agua	*	
	Cemento	1	
	Arena (polvo azul)	1	
	Aditivo	*	
	Cascajo		

10	Poliestireno		11587,23 gr
	Agua	*	
	Cemento	1	
	Arena (polvo azul)	1	
	Aditivo	*	
	Cascajo	3	

4.7 COSTOS DE FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES ANALIZADOS

4.7.1 Presupuesto de fabricación para el bloque tradicional

Los costos obtenidos para el presupuesto de fabricación del bloque tradicional, con la dosificación establecida 1:1:3, se resume en el siguiente análisis, donde se toma en cuenta los rubros que involucran la elaboración de este tipo de bloques.

Tabla 13. Análisis de precios para la elaboración bloque tradicional

NOMBRE DEL OFERENTE:		JORGE SIERRA GUEVARA				
OBRA: FABRICACION BLOQUES TRADICIONALES						
FECHA:		06-ago-				
13						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:		Fabricación de bloque de 15x20x40 con cascajo				
UNIDADAD:		u				
DETALLE:		RENDIMIENTO	80.00	u		
MATERIALES						
CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U	COSTO T	
75	Agua	m3	0.002	0.45 \$	0.00 \$	0.35%
91	Cascajo	m3	0.002	17.50 \$	0.04 \$	13.59%
69	Cemento (50kg)	50 kg	0.012	7.64 \$	0.09 \$	35.59%
78	Polvo d/piedra construcción (m3)	m3	0.001	17.50 \$	0.01 \$	5.43%
PARCIAL	M USD. 0.14	54.96%				

MANO DE OBRA							
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
31	ALBAÑIL	0.6000	2.90 \$	1.74 \$	0.0125	0.02 \$	8.44 %
12	PEÓN	0.7000	2.73 \$	1.91 \$	0.0125	0.02 \$	9.27 %
PARCIAL LN	USD. 0.05	17.72%					
EQUIPOS							
130	Bloquera	0.600	6.000	3.60 \$	0.0125	0.05 \$	17.47%
104	Concretera	0.600	3.390	2.03 \$	0.0125	0.03 \$	9.87%
106	Herramienta menor	1.000	5%	0.00 \$	0.0125	0.00 \$	0.00%
PÁRCIAL O:						0.07 \$	27.34%
PORCENTAJE SOBRE 0.00%							
PARCIAL P:0.00							
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				0.26 \$	100.00%		
COSTOS INDIRECTOS				0.00 \$			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				0.26 \$			
VALOR OFERTADO				0.26 \$			

4.7.2 Presupuesto de fabricación para el bloque alivianado con poliestireno

Los costos obtenidos para el presupuesto de fabricación de los bloques alivianados con poliestireno, con la dosificación establecida 1:1:3, se resume en el siguiente análisis, donde se toma en cuenta los rubros que involucran la elaboración de este tipo de bloques.

Tabla 14. Análisis de precios para la elaboración bloque alivianado con poliestireno

NOMBRE DEL OFERENTE: JORGE SIERRA	
OBRA: FABRICACION BLOQUES ALIVIANADOS CON POLIESTIRENO	
FECHA: 06-ago-13	
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
RUBRO:	Fabricación de bloque de 15x20x40 con Poliestireno
UNIDAD:	u

DETALLE:							
RENDIMIENTO86.00							U
MATERIALES							
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO		
				UNITARIO			
75	Agua	m3	0.001	0.45 \$	0.00 \$		0.14%
69	Cemento (50kg)	50 kg	0.012	7.64 \$	0.09 \$		21.46%
1359104	Poliestireno	lb	0.075	3.10 \$	0.23 \$		56.30%
78	Polvo d/piedra construcción (m3)	m3	0.000	17.50 \$	0.01 \$		1.69%
PARCIAL M	USD. 0.33	79.59%					
MANO DE OBRA							
CODIGO	DESCRIP.	CANTIDAD	JORNAL /HORA	COSTO	REND.	COSTO	
31	ALBAÑIL	0.6000	2.90 \$	1.74 \$	0.0116	0.02 \$	4.90%
12	PEÓN	0.7000	2.73 \$	1.91 \$	0.0116	0.02 \$	5.38%
PARCIAL N	USD. 0.04	10.28%					
EQUIPOS							
130	Bloquera	0.600	6.000	3.60 \$	0.0116	0.04\$	10.14%
106	Herramienta menor	1.000	5%	0.00 \$	0.0116	0.00\$	0.00%
PARCIAL O:	0.04 \$	10.14%					
PORCENTAJE SOBRE 0.00				%			
PARCIAL P:0.00							
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				0.41 \$100.00%			
COSTOS INDIRECTOS				0%0.00 \$			
COSTO TOTAL DEL RUBRO				0.41 \$			
VALOR OFERTADO				0.41 \$			

4.8 CONCLUSIONES

Dentro del análisis del costo de elaboración de los bloques (APU), se tiene que el bloque de concreto tradicional es más económico por el material (cascajo) ya que el poliestireno procesado que se usó para la investigación de esta tesis en la actualidad es costoso. El resto de materiales, mano de obra y equipo son similares.

El valor unitario de bloque tradicional para esta dosificación cuesta 0,26 centavos de dólar mientras que el de concreto alivianado con poliestireno cuesta 0,41 centavos de dólar, por lo que la factibilidad, costos, beneficios no es adecuada por lo expuesto anteriormente.

Sin embargo el costo del bloque alivianado tradicional actualmente fluctúa entre los 0,30 y 0,46 centavos de dólar por lo que nuestro precio establecido sería adecuado para nuestra investigación.

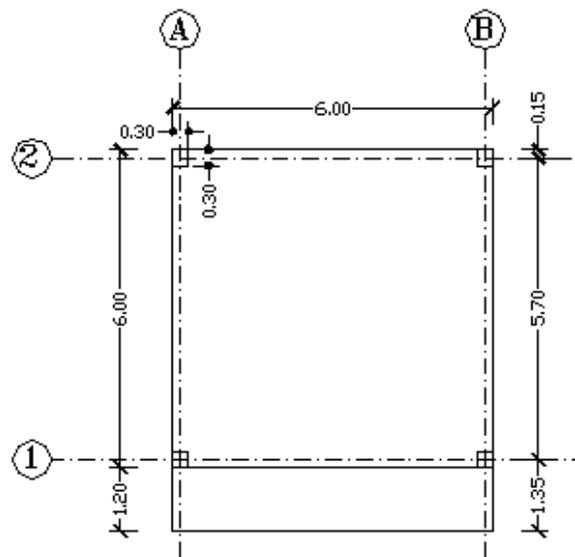
Se logró aligerar el peso del bloque de alivianamiento para losas con la misma bacheada mostrado en la tabla 12. Número de mezcla 9 y 10. Esto es 1:1:3 teniendo como resultados 6394.95 gr. para el bloque alivianado con poliestireno y 11587.23 gr. para el bloque tradicional.

CAPÍTULO V

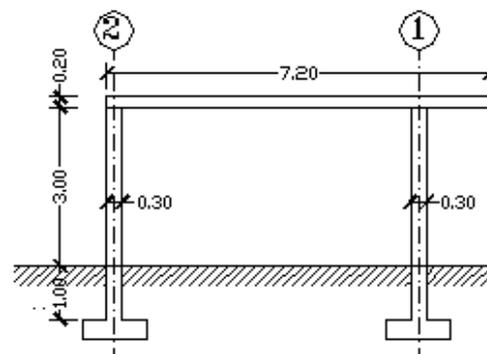
5. APLICACIONES

5.1. GENERALIDADES

Para la aplicación entre los bloques de concreto tradicional y los bloques de concreto alivianado con poliestireno se plantea el Módulo de análisis empleando una losa bidireccional de 6 x 6 x 0.20 m. y un volado de 1.20 m.



LOSA TIPO



ELEVACION

Considerando las siguientes características adicionales:

- Altura de entrepiso 3.00 m
- Columnas sección mínima (900 cm²), 0.30 x 0.30 m. NEC-11 Capítulo 4 Estructuras de hormigón armado 4.3.1 literal (d).
- f[']c del concreto 210 kg/cm²
- Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm²
- Peso propio de los elementos y análisis de cargas

5.2 PESO DE MAMPOSTERIA POR METRO CUADRADO Y ANÁLISIS DE CARGAS DE LOS BLOQUES TRADICIONAL Y ALIVIANADO CON POLIESTIRENO

Tabla 15. Peso de mampostería por metro cuadrado con bloque tradicional

CARGAS POR MAMPOSTERIA

bloques =	40x20x15	cm.
Peso bloque =	11,6	kg.
Cant. de bloques/m ² de mampostería	12,5	u
Peso bloques	145	kg.
Área de mampostería / m ² de construcción	1,7	m ²
Peso de mampostería por m ² de construcción	246,5	kg.

El valor Área de mampostería / m² de construcción se obtiene dividiendo el total de m² de mampostería de bloque para el área de construcción; para este análisis nos dio un valor de 1,7 de una vivienda que se tomó como ejemplo.

Tabla 16. Peso de mampostería por metro cuadrado bloque con poliestireno

CARGAS POR MAMPOSTERIA

bloques =	40x20x15	cm.
Peso bloque =	6,4	kg.
Cant. de bloques/m ² de mampostería	12,5	u
Peso bloques	80,0	kg.

Área de mampostería / m ² de construcción	1,7	m ²
Peso de mampostería por m ² de construcción	136,0	kg.

Tabla 17. Análisis de cargas con bloque de poliestireno

CARGAS

Datos:

PLANTA BAJA

F'c =	210 kg/cm ² .
Fy =	4200 kg/cm ² .
Espesor losa =	20 cm.
bloques =	40x20x15 cm.
Peso bloque =	6,4 kg.

Peso de aliv y

Enlucido =	0,12 T/m ² .
P. Paredes =	0,14 T/m ² .
Carga viva =	0,20 T/m ² .
Pp del horm =	2,40 T/m ³ .

1. PESO DE LA LOSA.

A) Vol horm. = Vol. Area - Vol. Alivianamientos

DETALLE	CANT	L	A	PB	
				H	VOL
1) VOL. AREA	1,0 u	1,00 m	1,00 m	0,20 m	0,200 m ³
2) VOL. ALIV.	8,0 u	0,40 m	0,20 m	0,15 m	0,096 m ³
3) VOL. HORMIGON = (1-2)					0,104 m³

B) Pp losa = P horm. + P aliv.

4) P horm. = Vol. Horm. + P esp. Horm.

P horm. = 0,250 T

5) P aliv. = # aliv. x P. Bloque.

P aliv. = 0,051 T

6) Pp losa = (4+5) = 0,301 T/m²

CARGAS PARA LOSA

CM = Pp losa + P acab. y enluc. + P paredes.				
CM (D) =	0,557 T/m ²	=		556,80 kg/m ²
CV (L) =	0,200 T/m ²	=		200,00 kg/m ²
CT =	0,757 T/m²	=		756,80 kg/m²

CALCULO DE CARGA SISMICA

NIVEL	AREA	C M	C V	C TOT.
P. BAJA	43,2	556,80 kg/m ²		24,05

SUM. 24,05 Ton

ZONA SISMICA=	4	
FACTOR DEL SITIO S ₂ =	1,2	
C _t =	0,035	
ALTURA DE LA EDIFICACION h _n =	7,61	m
T= C _t (h _n) ^{2/3} =	0,16	
C= (1.25*S ₂)/T ^{2/3} =	5,08	
FACTOR DE DUCTILIDAD R=	12	
FACTOR DE ZONA SISMICA Z=	0,4	
FACTOR DE IMPORTANCIA I=	1	
P. TOTAL DE LA ESTRUCTURA W=	24,05	Ton

PERIDO T= 0,16

$$V = \frac{Z \cdot I \cdot C}{R} (W)$$

V= 4,07 Corte en la Base

$$F_t = (0,07) (T) (V)$$

F_t= 0,05 Ton

$$(V-F_t) = \mathbf{4,03}$$

NIVEL	W _i	h _i	W _i h _i	F _x	F _t	C SIS.
NIVEL 1	24,05	2,57	61,82	4,03	0,05	4,03
			61,82			4,03

CUADRO MOSAICO DE CARGAS LOSA e = 20 cm

CARGA MUERTA

CM (D) = 0,56 Ton/m²



VOLADO

AREA	S	L	a	m=S/L	m ²	3- m ² /2	WxS/3	WxS/3(3-m ² /2)	wxárea/S
I			1,20						0,67
II	6,0	6,0		1,0	1,0	1,0	1,11	1,11	

NOTA:

W = CARGA ULTIMA
 S = LONGITUD DE LUZ CORTA
 L = LONGITUD DE LUZ LARGA
 a = ANCHO VOLADO

CARGA VIVA

CV (L) = 0,20 Ton/m²



VOLADO

AREA	S	L	a	m=S/L	m ²	3- m ² /2	WxS/3	WxS/3(3-m ² /2)	wxárea/S
I			1,20						0,24
II	6,0	6,0		1,0	1,0	1,0	0,4	0,4	

NOTA:

W = CARGA ULTIMA
 S = LONGITUD DE LUZ CORTA
 L = LONGITUD DE LUZ LARGA
 a = ANCHO VOLADO

Tabla 18. Análisis de cargas con bloque tradicional

CARGAS

Datos:

PLANTA BAJA

F'c = 210 kg/cm².
 Fy = 4200 kg/cm².
 Espesor losa = 20 cm.
 bloques = 40x20x15 cm.
 Peso bloque = 11,6 kg.

Peso de aliv y

Enlucido = 0,12 T/m².
 P. Paredes = 0,25 T/m².
 Carga viva = 0,20 T/m².
 Pp del horm = 2,40 T/m³.

1. PESO DE LA LOSA.

A) Vol horm. = Vol. Area - Vol. Alivianamientos

DETALLE	CANT	L	A	PB	
				H	VOL
1) VOL. AREA	1,0 u	1,00 m	1,00 m	0,20 m	0,200 m ³
2) VOL. ALIV.	8,0 u	0,40 m	0,20 m	0,15 m	0,096 m ³
3) VOL. HORMIGON = (1-2)					0,104 m³

B) Pp losa = P horm. + P aliv.		
4) P horm. = Vol. Horm. + P esp. Horm.		
P horm. =		0,250 T
5) P aliv. = # aliv. x P. Bloque.		
P aliv. =		0,093 T
6) Pp losa = (4+5) =	0,342	T/m2

CARGAS PARA LOSA

CM = Pp losa + P acabados y enlucidos + P paredes.				
CM (D) =	0,709 T/m2	=		708,90 kg/m2
CV (L) =	0,200 T/m2	=		200,00 kg/m2
CT =	0,909 T/m2	=		908,90 kg/m2

CALCULO DE CARGA SISMICA

NIVEL	AREA	C M	C V	C TOT.
PLANTA BAJA	43,2	708,90 kg/m2		30,62

SUM. 30,62 Ton

ZONA SISMICA=	4	
FACTOR DEL SITIO S2=	1,2	
Ct=	0,035	
ALTURA DE LA EDIFICACION hn=	7,61	m
T= Ct (hn) ^2/3 =	0,16	
C= (1.25*S2)/T^2/3 =	5,08	
FACTOR DE DUCTILIDAD R=	12	
FACTOR DE ZONA SISMICA Z=	0,4	
FACTOR DE IMPORTANCIA I=	1	
P. TOTAL DE LA ESTRUCTURA W=	30,62	Ton

PERIDO T= 0,16

$$V = \frac{Z \cdot I \cdot C}{R} (W)$$

V= 5,19 Corte en la Base

$$F_t = (0.07) (T) (V)$$

$$F_t = 0,06 \text{ Ton}$$

$$(V-F_t) = 5,13$$

NIVEL	Wi	hi	Wi hi	Fx	Ft	C SIS.
NIVEL 1	30,62	2,57	78,70	5,13	0,06	5,13
			78,70			5,13

CUADRO MOSAICO DE CARGAS LOSA e = 20 cm

CARGA MUERTA

$$CM (D) = 0,71 \text{ Ton/m}^2$$



VOLADO

AREA	S	L	a	m=S/L	m ²	3- m ² /2	WxS/3	WxS/3(3-m ² /2)	wxárea/S
I			1,20						0,85
II	6,0	6,0		1,0	1,0	1,0	1,42	1,42	

NOTA:

W = CARGA ULTIMA

S = LONGITUD DE LUZ CORTA

L = LONGITUD DE LUZ LARGA

a = ANCHO VOLADO

CARGA VIVA

$$CV (L) = 0,20 \text{ Ton/m}^2$$



VOLADO

AREA	S	L	a	m=S/L	m ²	3- m ² /2	WxS/3	WxS/3(3-m ² /2)	wxárea/S
I			1,20						0,24
II	6,0	6,0		1,0	1,0	1,0	0,4	0,4	

NOTA:

W = CARGA ULTIMA

S = LONGITUD DE LUZ CORTA

L = LONGITUD DE LUZ LARGA

a = ANCHO VOLADO

5.3 PRE-DISEÑO DE ELEMENTOS VERTICALES

En zonas sísmicas como en nuestro caso, la dimensión transversal mínima de las columnas con estribos debe ser de 30 cm. Por tanto se considerará 4 \varnothing 14 ó 6 \varnothing 12 como mínimo y para estribos de acuerdo a la norma se debe colocar estribos \varnothing 10 cada 10 cm en una distancia $L_0 \geq h/6$ y cada 15 cm en la zona de traslapes.

5.4 PLANOS ESTRUCTURALES

Detalle en hojas adjuntas.

5.5 CUADRO COMPARATIVO ENTRE LOS DOS TIPOS DE BLOQUES

RUBRO		SISTEMA		BLOQUE TRADICIONAL		BLOQUE CON POLIESTIRENO	
Peso bloque		11,60	kg	6,40	kg		
Resistencia a compresión		1,70	Mpa	0,48	Mpa		
Peso m ² mampostería		246,50	kg	136,00	kg		
Peso m ² losa		0.0342	kg/cm ²	0,0301	kg/cm ²		
Sección elementos							
Vigas		0,40 x 0,20 m		0,40 x 0,20 m			
Columnas		0,30 x 0,30 m		0,30 x 030 m			
Cuantía refuerzo		0,0061		0,0049			
Acero de refuerzo		685,79	kg	670,70	kg		
Costo bloque m ²		2,08	USD.	3,28	\$.		
Costo bloque aliv. Losa m ²		4,00	USD.	5,36	\$.		
Costo m ² losa		54,00	USD.	54,52	\$.		

5.6 ANÁLISIS DE PRECIOS PARA LOSA ALIVIANADA CON BLOQUES DE CONCRETO TRADICIONAL Y BLOQUES DE CONCRETO ALIVIANADO

5.6.1 Análisis de precios para losa alivianada con bloque tradicional

		Universidad Internacional Del Ecuador					
Análisis Comparativo entre Bloques de concreto Tradicional y Bloques de concreto Alivianado con Poliestireno							
RUBRO:		Bloque alivianado losa 15x20x40 cm (provisión/timbrado/colocación)				UNIDAD:	u
A.- MATERIALES							
CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
1.000	Bloque liviano de 15 x 20 x 40 cm	u	1,000	0,26	0,26		
						\$ 0,26	
B.- MANO DE OBRA							
CÓDIGOS	TRABAJADOR	No.	J.N.D.	F.S.R.	J.R.D.	R. DÍA	COSTO
18	Peón	0,10	8,57	1,40	12,00	8,00	0,15
2	Albañil	0,01	10,00	1,40	14,00	8,00	0,02
						\$ 0,17	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA							
CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DÍA	R. DÍA	COSTO		
1	Herramienta menor	0,02	2,52	8,00	0,01		
						\$ 0,01	
No.		RESUMEN					
A		MATERIALES				0,26	
B		MANO DE OBRA				0,17	
C		EQUIPO Y MAQUINARIA				0,01	
D		COSTO DIRECTO DEL RUBRO				A+B+C	
E		COSTOS INDIRECTOS				15,00 %	
F		COSTO UNITARIO TOTAL				D+E	
						0,50	
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA						\$ 0,50	

5.6.2 Análisis de precios para losa alivianada con bloque alivianado con poliestireno

CÓDIGOS		DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO																																
 <p style="text-align: center;">Universidad Internacional Del Ecuador</p> <p style="text-align: center;">Análisis Comparativo entre Bloques de concreto Tradicional y Bloques de concreto Alivianado con Poliestireno</p>																																							
RUBRO: Bloque alivianado con poliestireno losa 15x20x40 cm (provisión/timbrado/colocación)						UNIDAD:	u																																
A.- MATERIALES																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CÓDIGOS</th> <th colspan="2">DESCRIPCIÓN</th> <th>UNIDAD</th> <th>CANTIDAD</th> <th>P. UNITARIO</th> <th>COSTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.000</td> <td></td> <td colspan="2">Bloque liviano con poliestireno de 15 x 20 x 40 cm</td> <td>u</td> <td>1,000</td> <td>0,41</td> <td>0,41</td> </tr> <tr> <td colspan="7"></td> <td style="text-align: right;">\$ 0,41</td> </tr> </tbody> </table>								CÓDIGOS		DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	1.000		Bloque liviano con poliestireno de 15 x 20 x 40 cm		u	1,000	0,41	0,41								\$ 0,41								
CÓDIGOS		DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO																																
1.000		Bloque liviano con poliestireno de 15 x 20 x 40 cm		u	1,000	0,41	0,41																																
							\$ 0,41																																
B.- MANO DE OBRA																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CÓDIGOS</th> <th>TRABAJADOR</th> <th>No.</th> <th>J.N.D.</th> <th>F.S.R.</th> <th>J.R.D.</th> <th>R. DÍA</th> <th>COSTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>18</td> <td>Peón</td> <td>0,10</td> <td>8,57</td> <td>1,40</td> <td>12,00</td> <td>8,00</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Albañil</td> <td>0,01</td> <td>10,00</td> <td>1,40</td> <td>14,00</td> <td>8,00</td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td colspan="7"></td> <td style="text-align: right;">\$ 0,17</td> </tr> </tbody> </table>								CÓDIGOS	TRABAJADOR	No.	J.N.D.	F.S.R.	J.R.D.	R. DÍA	COSTO	18	Peón	0,10	8,57	1,40	12,00	8,00	0,15	2	Albañil	0,01	10,00	1,40	14,00	8,00	0,02								\$ 0,17
CÓDIGOS	TRABAJADOR	No.	J.N.D.	F.S.R.	J.R.D.	R. DÍA	COSTO																																
18	Peón	0,10	8,57	1,40	12,00	8,00	0,15																																
2	Albañil	0,01	10,00	1,40	14,00	8,00	0,02																																
							\$ 0,17																																
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CÓDIGOS</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>No.</th> <th>COSTO DÍA</th> <th>R. DÍA</th> <th>COSTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Herramienta menor</td> <td>0,02</td> <td>2,52</td> <td>8,00</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td style="text-align: right;">\$ 0,01</td> </tr> </tbody> </table>								CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DÍA	R. DÍA	COSTO	1	Herramienta menor	0,02	2,52	8,00	0,01						\$ 0,01														
CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN	No.	COSTO DÍA	R. DÍA	COSTO																																		
1	Herramienta menor	0,02	2,52	8,00	0,01																																		
					\$ 0,01																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>RESUMEN</th> <th>COSTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>MATERIALES</td> <td>0,41</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>MANO DE OBRA</td> <td>0,17</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>EQUIPO Y MAQUINARIA</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>COSTO DIRECTO DEL RUBRO</td> <td>A+B+C</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>COSTOS INDIRECTOS</td> <td>15,00 %</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>COSTO UNITARIO TOTAL</td> <td>D+E</td> </tr> </tbody> </table>								No.	RESUMEN	COSTO	A	MATERIALES	0,41	B	MANO DE OBRA	0,17	C	EQUIPO Y MAQUINARIA	0,01	D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO	A+B+C	E	COSTOS INDIRECTOS	15,00 %	F	COSTO UNITARIO TOTAL	D+E											
No.	RESUMEN	COSTO																																					
A	MATERIALES	0,41																																					
B	MANO DE OBRA	0,17																																					
C	EQUIPO Y MAQUINARIA	0,01																																					
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO	A+B+C																																					
E	COSTOS INDIRECTOS	15,00 %																																					
F	COSTO UNITARIO TOTAL	D+E																																					
COSTO UNITARIO DE LA OFERTA							\$ 0,67																																

5.7 RESULTADOS

Al tener una reducción de carga muerta con bloque alivianado con poliestireno por metro cuadrado de losa de hormigón armado en un 20 % menos en relación a la carga muerta con bloque tradicional, justifica la diferencia tanto en el costo del bloque como en la losa alivianada con poliestireno por el ahorro en las cuantías de refuerzos que fue una de las ideas a defender. Así se tiene:

Cuantía bloque tradicional

ρ	0,0060743
--------	-----------

Cuantía bloque con poliestireno

ρ	0,0049307
--------	-----------

5.8 ANÁLISIS DE COSTOS

Se presenta un presupuesto del acero de refuerzo calculado en la losa, especificando que dichos valores no incluyen costos de mano de obra.

LOSA BLOQUE TRADICIONAL

No.	DESCRIPCIÓN	U	CANT.	P.U.	PRECIO TOTAL
1	Acero de refuerzo	kg	685,79	1.42	973,82

LOSA BLOQUE ALIVIANADO CON POLIESTIRENO

No.	DESCRIPCIÓN	U	CANT.	P.U.	PRECIO TOTAL
1	Acero de refuerzo	kg	670,70	1.42	952,39

Como se puede observar el costo del acero de la losa con bloque tradicional es 2.2% más elevado que la losa con bloque alivianado con poliestireno por lo que existe un beneficio en la economía del proyecto, con esto se verifica la idea a defender.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones que se pueden llegar a obtener luego de la presente investigación y bajo las normas INEN para bloques vigentes son las siguientes:

- De los resultados de los ensayos de compresión se obtiene que los bloques tradicionales cumplen con los parámetros que establece la Norma INEN como lo es: Resistencia a compresión 2.0 Mpa a los 28 días mientras que los bloques con poliestireno alivianado no cumplieron la resistencia requerida por lo que no se logró cumplir uno de los objetivos propuestos en esta investigación.

- Las perlas de poliestireno expandido, pueden reemplazar totalmente el agregado grueso, y parcialmente el agregado fino, debido a que son áridos que no absorben agua, no tienen impurezas, no reaccionan con el cemento y además tiene buena adherencia con el mismo.

- Para conservar la uniformidad de los bloques que dependen en gran medida del poliestireno deben verificarse la calidad y la granulometría del agregado liviano empleado (polvo azul), ya que no siempre es constante.

- Con la dosificación obtenida 1:1:3 (cemento, polvo azul, poliestireno) como ideal para el proceso de fabricación de estos bloques, se puede partir para llegar a establecer la resistencia óptima que nos pide el INEN en futuras investigaciones por profesionales que así lo requieran.

- Desde el punto de vista de mercado, la producción de bloque alivianado con poliestireno reciclado no es factible por cuanto este

material está totalmente ocupado por plantas de elaboración de mangueras 60% y fábricas de EPS 40% por lo que se tiene únicamente las esferas industrializadas que a la investigación de la presente tesis su costo es elevado.

- Los efectos que provocará la fabricación de bloques de concreto alivianado con poliestireno no son representativos y no afectan la salud humana ni el entorno ecológico de la zona en donde se los fabrique, por lo que el proyecto de investigación es factible también desde el punto de vista del impacto ambiental.

- Se considera un peso específico aparente muy bajo debido a la densidad del poliestireno 13 kg/m^3 .

- En el desarrollo de esta investigación no se registra datos de la cantidad de agua que se utilizó en la fabricación de estos bloques, debido a que el agregado fino arena (polvo azul) se encontraba almacenado a la intemperie y por efectos de la lluvia o del sol muy fuerte, hacen que estos tengan una humedad variable.

- La cantidad de agua necesaria se estableció al comprimir un poco de material en la mano y haciendo puño y si al abrir la mano el material queda comprimido, entonces no se necesita agua, caso contrario añadíamos agua en proporciones pequeñas para repetir el proceso antes mencionado como se muestra en la siguiente fotografía.

- A pesar de existir un ahorro del 2,2% en el costo del acero de refuerzo con el bloque de concreto alivianado con poliestireno por el peso propio de este, el costo del m^2 de losa es más elevado en el 0,95% al costo del m^2 de losa con bloque de concreto tradicional debido al APU de los bloques que se analizó anteriormente.

Fotografía 24. Cantidad de agua



Fuente: Archivo personal

6.2 RECOMENDACIONES

- Se debe tener en cuenta una exacta dosificación de agua, ya que un exceso de esta puede ocasionar una mezcla no cohesiva y segregación del material en la superficie por lo que se recomienda tener una mezcla homogénea.
- Serán recomendables únicamente para losas alivianadas debido a su peso y a su resistencia de 0.52 a la compresión considerada como óptima para nuestro análisis ya que no existe aún ninguna Norma INEN para bloques de concreto alivianado con poliestireno.
- Al realizar las dosificaciones respectivas se determina que el incremento de la arena (polvo azul) o cascajo en volumen aumenta el peso del bloque por lo que se recomienda realizar una granulometría adecuada de estos materiales para al ser mezclados con el poliestireno llegar a alcanzar la resistencia a la compresión requerida de 2.0 Mpa.

- Implementar controles adecuados de la dosificación de los materiales en volumen, por cuanto al momento de ser estos colocados en carretillas, baldes o parihuelas unas veces se llenan más y otras veces se llenan menos, provocando una variación en cada parada lo que hace variar su peso y resistencia a la compresión.

- Utilizar la dosificación 1:1:3 proporcionada en esta investigación en volumen como patrón de diseño para futuras investigaciones (Tabla 12-Numero de mezcla 9), y realizar una continuidad del tema utilizando poliestireno reciclado irregular más no las esferas industrializadas.

- Se deberá controlar la duración del vibrado de la máquina, por cuanto una de las causas de rotura de los bloques es que no está bien consolidado, es decir la vibración no se la hizo con el tiempo adecuado. Así el vibrado se deberá realizar por capas y por lo menos 15 a 20 segundos.

- Para mejorar su resistencia, se debe realizar una corrección a la granulometría del agregado para ajustarse a las recomendaciones de la norma, además es necesario que estén constantemente humedecidos por lo menos durante 7 días, el riego debe hacerse 2 veces al día en la mañana y en la tarde.

- Realizar en lo posible, que el sitio de curado de los bloques debe estar protegido por una estructura metálica muy simple y cubierta de plástico, así se los protegerá de las lluvias, evitando gran pérdida de estos, también de tiempo y procurar colocar un sistema de aspersores para evitar el desperdicio de agua.

BIBLIOGRAFÍA

Arce, J. (8 de 08 de 2003). *asocem.org.pe*. Recuperado el 05 de 02 de 2013, de *asocem.org.pe*: <http://www.asocem.org.pe/web/mercado cemento.aspx>

Documento. (Electrónico 2012). *Dosificación del hormigón*. Quito: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2012/08/dosificacion-del-hormigon.html>.

Documento. (Electrónico 2012). *Ejemplo del Poliestireno*. Quito: http://es.wikipedia.org/wiki/Poliestireno_expandido .

Documento. (Electrónico poliexpandidos). *perlas de poliestireno*. Quito: <http://www.paginasamarillasquito.com/poliexpandidos>.

Enciclopedia. (CEAC 2010). *Materiales para la construcción*. Quito.

Freile, C. C. (21 de 08 de 2008). *LAVIVIENDA SOCIAL EN EL ECUADOR*. Recuperado el 24 de 02 de 2013, de *LAVIVIENDA SOCIAL EN EL ECUADOR*: <http://mastersuniversitaris.upc.edu/tecnologiaarquitectura/tesis/Correa.pdf>

GALLO, C. P. (18 de 4 de 2011). ESTUDIO DE PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE BLOQUES VIRGEN DEL CISNE Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA. *ESTUDIO DE PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE BLOQUES VIRGEN DEL CISNE Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA*. Ambato , Ecuador : UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Garcia, J. G. (2000). VENTAJAS ECONÓMICAS DE LA MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN. *Revista Cemento* , 4.

Hoja. (Técnica Identificación No 106328 Version - 01 Sika Paver HC - 1). Edición No 4 06 2012 .

INEN. (2010). *Hormigón y Áridos para elaborar hormigón terminología*. Quito : Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 694.

Manobanda, D. I. (15 de 05 de 2007). HORMIGON LIVIANO CON AGREGADO DE ORIGEN VOLCANICO Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE . *HORMIGON LIVIANO CON AGREGADO DE ORIGEN VOLCANICO Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE*. Guayaquil , Guayas , Ecuador : ESPOL .

Manual. (Legal del Constructor Camara de la Construcción). *Conceptos de Cantera y Cemento hidráulico*. Quito: Primera Edición Julio 2002 .

Morales José (2009). Manual de elaboración de bloques de concreto. México. Cecytech. Primera edición.

Quiñónez, D. G. (21 de 08 de 2011). Elaboración y uso de bloques de hormigón y bloques de arcilla en mampostería. *Elaboración y uso de bloques de hormigón y bloques de arcilla en mampostería*. Guayaquil, Guayas , Ecuador : ESPOL.

Régil, E. G. (9 de 04 de 2005). OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO DEL ESTÁNDAR 15x20x40 CM CON GRADO DE RESISTENCIA 28 KG/CM², CASO ESPECÍFICO FUERTE-BLOCK MÁQUINAS #1 Y #2. *OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO DEL ESTÁNDAR 15x20x40 CM CON GRADO DE RESISTENCIA 28 KG/CM², CASO ESPECÍFICO FUERTE-BLOCK MÁQUINAS #1 Y #2*. Guatemala , Guatemala : USCG.

ANEXOS

1. FLUJOGRAMA DE PRODUCCIÓN

1.1 SELECCIÓN DE MATERIALES

Cemento portland
Arena (polvo azul)
Poliestireno
Agua y aditivo

1.2 EQUIPOS

Mezcladora
Máquina para elaboración
Tableros

1.3 DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO

- Dosificación en volumen 1:1:3
Cemento: arena: poliestireno
- Se mezcla a mano o en
mezcladora con poco de agua
- Se agrega el agua de amasado
con aditivo poco a poco hasta
obtener la consistencia deseada

1.4 MOLDEADO y FRAGUADO

- Se coloca el en el molde el
material con forme se vibra
- El vibrado se lo realiza
durante 15 segundos
- Se retira el molde con cuidado
levantando la palanca

1.5 CURADO

Una vez colocados en el sitio
estos son regados con agua 2
veces al día, por lo menos
durante 7 días como mínimo

1.6 ALMACENADO

Se deben almacenar
protegidos de la humedad
y estos deben ser
correctamente arrumados

Muestreo y
control de
calidad
Ensayo de

2. NORMAS INEN

2.1. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA VOLUNTARIA NTE INEN 152:2012 Cemento Portland. Requisitos

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece las características y requisitos físicos y químicos que debe cumplir el cemento portland.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica para los diez tipos de cemento portland indicados en el numeral 4.

2.2 El texto de esta norma cita notas que proveen material explicativo. Estas notas, excluyendo aquellas ubicadas en tablas y figuras, no deben ser consideradas como requisitos de la norma.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Esta norma cubre diez tipos de cementos portland, enumerados a continuación (ver nota 2):

4.1.1 Tipo I. Para ser utilizado cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

4.1.2 Tipo IA. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo I, donde se desea incorporación de aire.

4.1.3 Tipo II. Para uso general, en especial cuando se desea una moderada resistencia a los sulfatos.

4.1.4 Tipo IIA. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo II, donde se desea incorporación de aire.

4.1.5 Tipo II (mh). Para uso general, en especial cuando se desea un moderado calor de hidratación y una moderada resistencia a los sulfatos.

- 4.1.6** Tipo II (MH) A. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo II (MH), donde se desea incorporación de aire.
- 4.1.7** Tipo III. Para ser utilizado cuando se desea alta resistencia inicial o temprana.
- 4.1.8** Tipo IIIA. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo III, donde se desea incorporación de aire.
- 4.1.9** Tipo IV. Para ser utilizado cuando se desea bajo calor de hidratación.
- 4.1.10** Tipo V. Para ser utilizado cuando se desea alta resistencia a la acción de los sulfatos.

6. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

6.1 Componentes. El cemento considerado en esta norma no debe contener ningún componente, excepto los siguientes:

6.1.1 Clinker de cemento portland.

6.1.2 Agua o sulfato de calcio, o ambos, en cantidad tales que no excedan los límites, mostrados en la tabla 1 para trióxidos de azufre y pérdida por calcinación.

6.1.3 Caliza. La cantidad no debe ser mayor que 5,0% en masa, de tal manera que se cumplan los requisitos químicos y físicos de esta norma (ver nota 3). La piedra caliza debe ser un material natural que contenga por lo menos 70% en masa de una o más de las formas minerales de carbonato de calcio.

6.1.4 Adiciones inorgánicas de proceso. La cantidad no debe ser superior al 5,0% respecto a la masa de cemento. No se debe utilizar más de una inorgánica de proceso a la vez. Para cantidades mayores al 1,0%, se debe demostrar que estas cumplen con los requisitos de las normas ASTM C 465 para adición inorgánica de proceso, en la cantidad utilizada o mayor. Si se utiliza una adición inorgánica de proceso, el fabricante debe informar la cantidad (o rango) que se utiliza, expresada como porcentaje de la masa de cemento, junta con la composición química de la adición de proceso (ver nota 4).

6.1.5 Adiciones orgánicas de procesos. Se debe demostrar que las adiciones orgánicas de proceso cumplen con los requisitos de la norma ASTM C465 en las cantidades utilizadas o mayores y la cantidad total utilizada de adiciones orgánicas de procesos no debe exceder de 1,0% respecto a la masa de cemento.

6.1.5.1 Adiciones incorporadoras de aire (únicamente para cemento portland con incorporador aire). La adición, molida conjuntamente debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 226.

2.2. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA VOLUNTARIA NTE INEN 639:2012 Bloques Huecos de Hormigón. Muestreo y Ensayo.

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los procedimientos de muestreo y de ensayo que debe ser utilizado para evaluar las características de los bloques huecos de hormigón.

2. Alcance

2.1 Esta norma se aplica para evaluar los bloques huecos de hormigón hidráulico que se emplean en la construcción de muros portantes, tabiques divisorios no portantes y en losas alivianadas de hormigón armado. Se excluyen los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida (ver nota1).

4. DISPOSICIONES GENERALES

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

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1 Resumen. En esta norma se proporcionan los requisitos generales para: muestreo, medición de dimensiones, resistencia a la compresión, absorción, densidad y contenido de humedad de bloques huecos de hormigón.

5.2 Muestreo

5.2.1 Selección de especímenes:

5.2.1.1 Para propósitos de los ensayos, el comprador o su representante autorizado debe seleccionar especímenes enteros. Los especímenes seleccionados deben tener forma y dimensiones similares y ser representativos de todo el lote de bloques de hormigón del cual han sido seleccionados.

5.2.1.2 El término "lote" se refiere a un número de bloques de hormigón de cualquier forma o dimensión, fabricados por el productor utilizando los mismos materiales, diseño de mezcla de hormigón, proceso de fabricación y métodos de curado.

5.2.2 Número de especímenes:

5.2.2.1 El conjunto de especímenes debe estar compuesto por seis unidades enteras.

5.2.2.2 Para los ensayos de: resistencia a compresión, absorción, densidad y contenido de humedad, se debe seleccionar un conjunto de especímenes de cada lota de 10000 unidades o fracción y para lotes de más de 10000 y menos de 100000 unidades dos conjuntos de especímenes. Para lotes mayores a 100000 unidades, se debe seleccionar un conjunto de especímenes por cada 50000 unidades o fracción de éstas contenidas en el lote. Si el comprador los solicita se puede tomar especímenes adicionales.

5.2.3 Eliminar el material suelto de los especímenes (incluyendo las celdas) antes de determinar la masa tal como se recibe (ver nota 2).

5.2.4 Identificación. Rotular cada espécimen de manera que se puedan identificar en cualquier momento. El rotulado no debe cubrir más del 5% de la superficie del espécimen.

5.2.5 Masa tal como se recibe. Determinar la masa de cada espécimen en mediatamente después del muestreo y de la

identificación y registrarla como M (masa tal como se recibe). Registrar la hora y lugar en que se determinó M (ver nota 3).

5.3 Medición de las dimensiones

5.3.1 Equipos:

5.3.1.1 Aparatos de medición: Los dispositivos utilizados para medir las dimensiones del espécimen deben 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.

5.3.1.1 Los aparatos de medición deben ser legibles y con una exactitud de las divisiones requerida para el informe. La precisión debe ser verificada al menos una vez al año. El registro de verificación debe incluir la fecha de la verificación, la persona o entidad que la realizó, identificación de la norma de referencia utilizada durante la verificación y las lecturas en los puntos de ensayos.

5.3.2 Especímenes. Para la medición de las dimensiones, se deben seleccionar tres unidades enteras.

5.3.3 Mediciones. Medir los especímenes de acuerdo con lo indicado en el Anexo A. Documentar la ubicación de cada medición con un dibujo o fotografía del espécimen (ver notas 4 y 5).

5.4 Resistencia a comprensión

5.4.1 Equipos de ensayo:

5.4.1.1 La máquina de ensayo debe tener una exactitud de $\pm 1,0\%$ del rango de carga esperado. La paca superior de transferencia de carga, de metal endurecido, debe estar apoyado 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 los especímenes cuyas superficies de apoyo no sean paralelas. El diámetro de la placa superior

(determinado de acuerdo con el anexo B) debe ser de al menos 150 mm. Se puede utilizar una palca adicional de metal endurecido bajo el espécimen, para minimizar el desgaste de la placa inferior de la máquina.

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

5.4.1.3 Las superficies de la placa de carga o de la placa adicional, que va a estar en contacto con el espécimen 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 (ver notas 6 y 7).

5.4.1.4 La máquina de ensayo debe ser verificada de acuerdo con la norma ASTM E 4, con la frecuencia definida en la norma ASTM C 1093.

5.4.2 Especímenes de ensayo:

5.4.2.1 Se ensayarán a compresión tres especímenes.

5.4.2.2 Cuando sea posible y a menos que se especifique de otra manera en el Anexo A, los especímenes deben ser unidades enteras. Cuando los especímenes no puedan ser ensayados enteros, debido a su forma o a los requisitos de la máquina de ensayo, se puede reducir el tamaño del espécimen de acuerdo con el Anexo A.

5.4.2.3 Después de la entrega al laboratorio, almacenar los especímenes para ensayos a compresión uno a continuación de otro y el aire (sin apilarlos y separarlos entre sí por al menos 13 mm por todos sus lados), a una temperatura de 24, a una temperatura de 24 °C y a una humedad relativa inferior al 80% por al menos 48h. Sin embargo, si se necesitan resultados de compresión más rápidamente, al amanecer los especímenes, sin apilarlos 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 4h. Continuar pasando el aire sobre los especímenes hasta que dos determinaciones sucesivas de masa, a intervalos de 2h, demuestren que la masa del espécimen no disminuye en más del 0,2% respecto a la masa del

espécimen precisamente determinada y hasta que no haya humedad visible en cualquier superficie de la unidad. No se debe utilizar el horno para secar los especímenes (ver nota 8).

5.4.2.4 Cuando esta norma o el anexo A permiten o requieren el corte con sierra de los especímenes, el aserrado debe realizarse de una manera exacta y componente, sometiendo al espécimen a la menor vibración de aserrado posible. Utilizar una hoja de sierra de diamante con dureza adecuada. Si el espécimen está húmedo durante el aserrado, deja que el espécimen se seque hasta que se equilibre con las condiciones ambientales del laboratorio antes del ensayo, utilizando los procedimientos descritos en el numeral 5.4.2.3.

5.4.2.5 Si los especímenes para ensayo a compresión han sido aserrados de las unidades enteras y no se puede determinar su área neta mediante el procedimiento descrito en el numeral 5.6.4.1, aserrar tres unidades adicionales con las dimensiones y la forma de los tres especímenes para el ensayo de compresión. Se debe considerar el área neta promedio de los especímenes aserrados para compresión, como el área neta promedio de las tres unidades aserradas adicionales, calculada de acuerdo a lo indicado en el numeral 5.6.4. El cálculo del volumen neto de los especímenes aserrados no debe ser utilizado en el cálculo de espesor equivalente.

5.4.3 Refrentado. Refrentar los especímenes para ensayo de acuerdo con la NTE INEN 2619.

5.4.4 Procedimiento para el ensayo a compresión:

5.4.4.1 Posición de los especímenes. Ensayar los especímenes con los centroides de sus superficies de soporte, alineados verticalmente con el centro de aplicación de carga del bloque de acero con soporte esférico asentado en la máquina de ensayo (ver nota 9). Todos los especímenes deben ser ensayados con sus celdas en posición vertical, excepto las unidades especiales destinadas para ser usadas con su celda 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 espécimen, asegurarse que el bloque superior de carga se mueve libremente dentro de su asiento esférico para lograr un asiento uniforme durante el ensayo.

5.4.4.2 Condición de humedad de los especímenes. Al momento de su ensayo, estos deben estar libres de humedad visible.

5.4.4.3 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 aplica en un periodo de tiempo entre 1 min y 2 min.

5.4.4.4 Carga máxima. Registrar la carga máxima de compresión, en newtons, como Pmax-.

5.6.6 Resistencia a compresión:

5.6.6.1 Resistencia a compresión del área neta. Calcular la resistencia a compresión del área neta del espécimen, de la siguiente manera:

$$\text{Resistencia a compresión del área neta, (Mpa)} = \frac{P_{max}}{A_n}$$

Dónde:

Pmax = carga máxima de compresión, (N), y
An = área neta del espécimen, (mm²)

5.6.6.2 Resistencia a compresión del área bruta. Calcular la resistencia a compresión del área bruta del espécimen, de la siguiente manera:

$$\text{Resistencia a compresión del área bruta, (Mpa)} = \frac{P_{max}}{A_g}$$

Dónde:

Pmax = carga máxima de compresión, (N), y
Ag = área bruta del espécimen, (mm²)

ANEXO A

PROCEDIMIENTO PARA ENSAYOS DE BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN

A.1 Alcance. En este anexo se incluyen los requisitos para ensayos de bloques huecos d hormigón, que se fabrican de acuerdo con las especificaciones de las normas ASTM C 90 y ASTM C 129.

A.2 Medición

A.2.1 En cada unidad medir y registrar: el ancho (w) a través de las superficies de contacto; en el centro de la longitud; la altura (H) en el centro de la longitud de cada cara y la longitud (L) en el centro de la altura de cada cara, con la aproximación requerida para el informe.

A.2.2 En cada unidad medir el espesor de cara (E_p) y el espesor del tabique (E_t) en el punto más delgado de cada elemento, 12 mm por la superficie superior de la unidad tal como se la fábrica (por lo general la superficie inferior de la unidad tal como se la coloca) y registra con la aproximación requerida para el informe. En las mediciones ignorar surcos, protuberancias y detalles similares.

A.2.3 En cada unidad, cuando el punto más delgado de la cara opuesta tenga una diferencia de espesor menor a 3 mm, calcular el espesor mínimo de la cara 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.

A.2.4 En cada unidad calcular el espesor mínimo promedio del tabique promediando todas las mediciones del espesor del tabique que tenga un espesor igual o mayor a 19 mm (ver notas A.1).

A.3 Ensayo de resistencia a compresión

A.3.1 Especímenes para ensayo. Los especímenes deben ser unidades enteras, excepto por la modificación indicada en los literales A.3.1.1 a A.3.1.3.

A.3.1.1 Extensiones no compatibles que tenga una longitud mayor que su espesor deben ser eliminadas mediante aserrado (ver figura A.1). En unidades con tabiques empotrados, la cara de extensión sobre el tabique debe ser eliminada mediante aserrado (ver figura A.2), para proporcionar una superficie de soporte total sobre la sección transversal neta de la unidad. Cuando la altura resultante una fracción de este de acuerdo con el literal A.3.1.3.

FIGURA A.1. Extensiones en que la longitud es mayor que el espesor

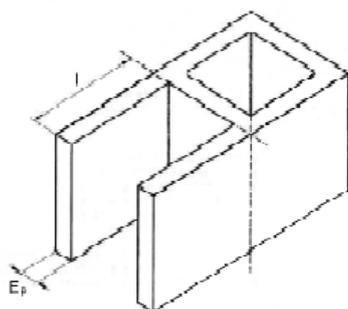
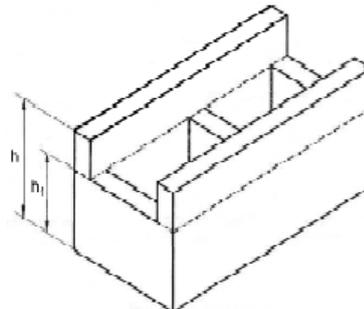


FIGURA A.2. Extensiones de la cara sobre el tabique



A.3.1.2 Cuando se ensaya a compresión especímenes enteros 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 hasta un tamaño apropiado que se ajuste a la capacidad de la máquina de ensayo. El espécimen resultante no debe tener extensiones de cara ni tabiques irregulares y debe estar conformado por una o varias celdas de cuatro lados. Se debe considerar que la resistencia a compresión de la fracción es la resistencia a compresión del espécimen entero.

A.3.1.3 Cuando los especímenes para ensayo a compresión tienen tamaño y forma inusuales (ver nota A.2), los especímenes deben ser cortados para eliminar cualquier tipo de extensiones. El espécimen resultante debe estar conformado por una o varias celdas de cuatro lados que garanticen una superficie de soporte del 100%. Cuando el corte no da como resultado una unidad cerrada por cuatro lados, el espécimen debe ser una fracción cortada de una cara de cada unidad. La fracción debe tener una relación altura a espesor de 2 a 1 antes del refrentado y una relación longitud a espesor de 4 a 1. El espesor de la fracción debe ser lo más grande posible, basándose en la configuración de la unidad y las capacidades de la máquina de ensayo y no debe ser menor de 30 mm. 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 del espécimen entero.

A.3.3 Ensayo. Refrentar y ensayar los especímenes de acuerdo con los numerales 5.4.3 y 5.4.4.

2.3. NORMA TECNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA INEN 643

Bloques Huecos de Hormigon

1. OBJETO

1.1. Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los bloques huecos de hormigón de cemento.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, paredes divisorias no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.

2.2. Esta norma no comprende los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.

3. CLASIFICACIÓN

3.1. Para efectos de esta norma, se aplica la misma clasificación indicada en el numeral 4 de la norma INEN 638

4. REQUISITOS

4.1. De acuerdo a la clasificación establecida por la norma en referencia, los bloques huecos deberán cumplir con los requisitos que se indican en la tabla 1

TABLA 1. Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los Bloques huecos de hormigón

TIPO DE BLOQUE	Resistencia Mínima a la Compresión en MPa a los 28 días(ver nota1) (Norma Inen 640)
A	6
B	4
C	3
D	2,5
E	2

4.2. La absorción de agua en los bloques se determinará de acuerdo con la norma INEN 642 y no podrá ser mayor del 15%

5. SELECCIÓN DE MUESTRAS

5.1 Las muestras de bloques se seleccionarán de acuerdo a la NORMA INEN 639.

2.4. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA VOLUNTARIA NTE INEN 872:2011 Áridos para Hormigón. Requisitos.

1. OBJETO

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 alta densidad, (ver nota¹⁷).

2. ALCANCE

2.1 Los áridos referidos en esta norma pueden ser gravas, piedras naturales, así como otros materiales obtenidos por trituración.

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 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 2⁸).

3.2 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.

4. REQUISITOS

4.1 Requisitos para el árido fino

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

4.1.2 Gradación

⁷Nota1: 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.

⁸ Nota2: 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 restrictivos respecto a las impurezas que mancharían la superficie del hormigón. Quien prepara las especificaciones debe comprobar que los áridos requeridos pueden estar o están disponibles en el área de la obra, respecto a la granulometría, propiedades físicas o químicas o a una combinación de ellas.

4.1.2.1 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:

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 55
600 m	25 a 60
300 m	5 a 30
150 m	0 a 10

4.1.2.2 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 4.1.2.1 y su módulo de finura no debe ser menor que 2,3 ni mayor que 3,1.

4.1.2.3 El árido fino que no cumple estos requisitos de gradación puede ser aceptado siempre que el proveedor al comprador o quien prepara las especificaciones que el hormigón de la clase especificada, elaborada con el árido fino en consideración, tiene sus propiedades relevantes al menos iguales a la 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.

4.1.2.4 Para cargamentos continuos de árido fino desde una fuente dada, el módulo de finura no debe variar en más de 0,20 con respecto al módulo de finura de base. Este 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.

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

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 m:	
Hormigón sujeto a abrasión	3.0 A
Todos los demás hormigones	5.0 A

Carbón y lignito: Donde es importante la apariencia superficial del hormigón	0.5
Todos los demás hormigones	1.0
A. En el caso de arena fabricada, si el material más fino que 75 μ m consiste en polvo de trituración, esencialmente libre de arcilla o esquisto, se permite incrementar estos límites a 5% y 7%, respectivamente	

4.1.3.1 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 siguientes casos:

a) 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.

b) 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 del 95%.

4.1.3.2 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.

4.1.4 Solidez

4.1.4.1 Excepto lo señalado en los numerales 4.1.4.2 y 4.1.4.3 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.

4.1.4.2 Un árido fino que no cumple con el requisito indicado en el numeral 4.1.4.1 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 interperismo similar al que se encontrará.

4.1.4.3 El árido fino que no tiene un registro de servicio demostrable y no cumple con el requisito del numeral 4.1.4.1, 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).

4.2 Requisitos para el árido grueso

4.2.1 Características generales. El árido grueso debe consistir en grava, grava triturada, piedra triturada, escoria de altos hornos enfriada al aire u hormigón de cemento hidráulico triturado, o una combinación de estos, con forme a los requisitos de esta norma.

4.2.2 Gradación. El árido grueso debe cumplir con los requisitos para el número de tamaño especificado. 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.

4.2.3 Sustancias perjudiciales

4.2.3.1 Se deben aplicar los límites especificados para la clase del árido grueso designada en la especificación o en la orden de compra, excepto por las disposiciones generales del numeral 4.2.3.3. Si no se especifica la clase, se deben aplicar los requisitos para clase 3S, 3M o 1N para las condiciones de interperismo severo, moderado o nulo respectivamente.

4.2.3.2 El árido grueso para ser utilizado en hormigón 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 como un cemento que contenga menos del 0,60% de álcalis calculados como equivalente de óxido de sodio.

4.2.3.3 El árido grueso que tiene resultados de ensayos que exceden los límites especificados, 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 interperismo 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.

4.3 Orden de compra e información de la especificación.

4.3.1 Las especificaciones del proyecto debe incluir la información para describir el árido que se debe utilizar según los ítems aplicables del numeral 4.3.4

4.3.2 El comprador directo de áridos, en la orden de compra debe incluir la información proporcionada en el numeral 4.3.3, según sea aplicable

4.3.3 Se deberá incluir la siguiente información, según sea aplicable:

4.3.3.1 Realizar la referencia a esta norma

4.3.3.2 Indicar si la orden es para árido fino o para árido grueso

4.3.3.3 Cantidad, en toneladas métricas

4.3.3.4 Cuando la orden es para árido fino:

- a) Si se aplica la restricción sobre materiales reactivos indicados en el numeral 4.1.3.2
- b) En caso de realizar el ensayo de solidez, que sal va a ser utilizada (ver numeral 4.1.4.1), si no se especifica ninguna, se puede utilizar sulfato de sodio o de magnesio.
- c) El límite apropiado para el material más fino que 75 μ m. Si no se indica, debe aplicarse, el límite del 3%.
- d) El límite apropiado para carbón y lignito. Si no se indica, debe aplicarse el límite del 1%.

4.3.3.5 Cuando la orden es para árido grueso

- a) Granulometría (número de tamaño) o la alternativa como se haya acordado entre el comprador y el proveedor de áridos
- b) La designación de clase de árido
- c) Si se aplica la restricción sobre materiales reactivos indicada en el numeral 4.2.3.2

3. DISEÑO DE MEZCLA



Muestras para el diseño



Tamices para granulometría



Peso del material retenido en los tamices



Peso saturado en superficie seca



Picnómetro + agua para peso específico



Pic.+ agua +suelo extrayendo burbujas



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DOSIFICACIONES PARA HORMIGONES DE CEMENTO PORTLAND
METODO ACI 211

PROYECTO:		DOSIFICACIÓN DE BLOQUES ALVIANADOS			
SOLICITA:		JORGE SIERRA			
FISCALIZADOR					
FECHA:		05/04/2013			
ORDEN DE TRABAJO:					
FACTURA:					
FUENTE DE MATERIALES		NO ESPECIFICADA			
TIPO			DISPERSION	CONSISTENCIA	
BOMBEABLE	1	SI	std 40,00 kg/cm ²	ASENTAMIENTO	1 3-5cm.
	2	NO	Curvas de f _c vs relación a/o		2 8-10cm
			ACI		3 15-18cm
			TIPO I		
			ESPECIAL		
			OTROS		
FACTOR B	1,10				
OPCION:	2,00		OPCION :	1,00	
			OPCION No:	1,00	
PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS			PROCEDENCIA AGREGADOS		
	POMEZ	ARENA	CEMENTO		
Ge			3,14		
PUC (Kg/m ³)	1345	1681		CEMENTO	ROCAFUERTE
PUS(kg/m ³)	1117	1653		ARENA	POLVO AZUL
T máx (pulg)	0,5			RIPIO	POMEZ
Mf		2,6		ADITIVO	NO APLICA
%Ab	8,4	6,9			
%Hn	6,5	5,5			
Dsss (kg/m ³)	2162	2456			
PUS(kg/m ³)	1117	1653			
REQUERIMIENTO					
f _c :	20,40	kg/cm ²	f _{odis} :	74	kg/cm ² a/o 0,88
RESULTADOS					
DOSIFICACION EN PESO					
	VOL 888	PESO 888	PESO SECO	PESO ESTADO NAT.	
AGUA	51,57 gal.	51,57 gal.	85,24 gal.	58,87 gal.	
CEMENTO	3,78 sacos	189,10 kg.	189,10 kg.	189,10 kg.	
ARENA	0,40 m ³	978,29 kg.	915,21 kg.	965,50 kg.	
RIPIO	0,38 m ³	826,82 kg.	762,48 kg.	811,99 kg.	
TOTAL	1,087 m ³	2188,41	2188,41	2188,41	
DOSIFICACION EN VOLUMEN		DOSIFICACION EN PROPORCION		DOSIF PARA PRUEBAS DE LABORATORIO	
AGUA	58,87 gal.	15,57 gal.	16 gal.	1,35 gal.	
CEMENTO	3,78 sacos	1,00 sacos	1,0 sacos	4,35 kg.	
ARENA	0,58 m ³	0,15 m ³	4,3 parigueltas	22,21 kg.	
RIPIO	0,73 m ³	0,19 m ³	5,4 parigueltas	18,68 kg.	
		PARIGUELAS DE :	0,33 largo	4 CILINDROS	
			0,33 ancho		
			0,33 alto		
			0,036 m ³		

ENSAYO	CALCULO	
JUAN HARO	ING HUGO BONIFAZ	



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CUADRO RESUMEN

PROYECTO: DOSIFICACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS
SOLICITA: JORGE SIERRA
FISCALIZADOR: 0,00
FECHA: 05/04/2013
ORDEN DE TRABAJO: 0001/1900
FACTURA: 0
FUENTE DE MATERIALES: NO ESPECIFICADA

		Agregados	
		POMEZ	ARENA
PESO ESPECÍFICO DEL MATERIAL IMPERMEABLE DE LAS PARTÍCULAS	Kg/m ³	2307	2720
PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS SATURADAS CON SUPERFICIE SECA	Kg/m ³	2182	2458
PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS SECAS	Kg/m ³	1994	2297
ABSORCIÓN DE AGUA	%	8,4	6,0
MODULO DE FINURA			2,8
HUMEDAD NATURAL	%	6,5	5,40
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		0,50	
PESO VOL. SUELTO	Kg/m ³	1117	1853
PESO VOL. COMPACTO	Kg/m ³	1345	1881

OBSERVACIONES

ENSAYÓ: Juan Haro	CALCULÓ: Ing. Hugo Borlitz	VERIFICÓ
----------------------	-------------------------------	----------

DETERMINACIÓN DE PESOS ESPECÍFICOS Y ABSORCIÓN DE AGUA DEL AGREGADO FINO			
	ARENA CANTERA		PROCESO NO.
PROYECTO:	DOSIFICACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS		
SOLICITA:	JORGE SIERRA		
FISCALIZADOR:	0,00		
FECHA:	2013/04/05		
ORDEN DE TRABAJO:	0,00		
FACTURA:	0		
FUENTE DE MATERIALES:	NO ESPECIFICADA	Muestra No....	1
A	PESO DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	(g)	500,00
C	PESO DE LA MUESTRA SECA	(g)	487,76
D	PESO DEL FRASCO LLENO DE AGUA	(g)	883,9
E	PESO DEL FRASCO LLENO CON LA MUESTRA SATURADA	(g/cm ³)	980,23
γ	PESO ESPECÍFICO DEL AGUA A LA TEMPERATURA QUE SE REALIZÓ EL ENSAYO		1,00
(C/C+D-E)*γ	PESO ESPECÍFICO DEL MATERIAL IMPERMEABLE DE LAS PARTÍCULAS	(g/cm ³)	2,729
(A/A+D-E)*γ	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS SATURADAS CON SUPERFICIE SECA	(g/cm ³)	2,456
(C/A+D-E)*γ	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS SECAS	(g/cm ³)	2,207
(A-C/C)*100	ABSORCIÓN DE AGUA	(%)	6,9
OBSERVACIONES	Temperatura ensayo = 20°C.		
ENSAYÓ:	CALCULÓ:	VERIFICÓ	
Juan Haro	Ing. Hugo Bonifaz		

DETERMINACIÓN DE PESOS ESPECÍFICOS Y ABSORCIÓN DE AGUA DEL AGREGADO FINO			
	POMEZ		PROCESO NO.
PROYECTO:	DOSIFICACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS		
SOLICITA:	JORGE SIERRA		
FISCALIZADOR	0,00		
FECHA:	2013/04/05		
ORDEN DE TRABAJO:	0,00		
FACTURA:	0		
FUENTE DE MATERIALES	NO ESPECIFICADA	Muestra No....	1
A	PESO DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	(g)	500,00
C	PESO DE LA MUESTRA SECA	(g)	481,09
D	PESO DEL FRASCO LLENO DE AGUA	(g)	658,4
E	PESO DEL FRASCO LLENO CON LA MUESTRA SATURADA	(g/cm ³)	927,20
T	PESO ESPECÍFICO DEL AGUA A LA TEMPERATURA QUE SE REALIZÓ EL ENSAYO		1,00
(C+D-E)/γ	PESO ESPECÍFICO DEL MATERIAL IMPERMEABLE DE LAS PARTÍCULAS	(g/cm ³)	2,397
(A+D-E)/γ	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS SATURADAS CON SUPERFICIE SECA	(g/cm ³)	2,182
(C+D-E)/γ	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS SECAS	(g/cm ³)	1,984
(A-C)/100	ABSORCIÓN DE AGUA	(%)	8,4
OBSERVACIONES <u>Temperatura ensayo = 20°C.</u>			
ENSAYÓ:	CALCULÓ:	VERIFICÓ:	
Juan Hano	Ing. Hugo Bonifaz		



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO: DOSIFICACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS
SOLICITA: JORGE SIERRA
FISCALIZADOR: 00/01/1900
FECHA: 05/04/2013
ORDEN DE TRABAJO: 00/01/1900
FACTURA: 0
FUENTE DE MATERIALES: NO ESPECIFICADA

MUESTRA	ARENA		POMEZ	
	ABO	C37	71	44
RECIPiente				
PESO DEL RECIPiente (g)	118,41	121,41	78,70	78,70
PESO DEL RECIPiente + MUESTRA HUMEDA	228,51	223,48	807,80	781,00
PESO DEL RECIPiente + MUESTRA SECA (g)	220,81	218,42	790,12	741,13
PESO DEL AGUA (g)	5,90	5,06	47,48	39,87
PESO SECO (g)	102,20	97,01	681,42	682,43
% AGUA	5,77	5,22	6,97	6,02
% AGUA PROMEDIO	5,49		6,49	

OBSERVACIONES

ENSAYÓ: Juan Hero	CALCULÓ: Ing. Hugo Bonifaz	VERIFICÓ
----------------------	-------------------------------	----------



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

DETERMINACION DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO ARENA

	POMEZ	PROCESO NO.
PROYECTO:	DOBIFICACION DE BLOQUES ALIVIANADOS	
SOLICITA:	JORGE SIERRA	
FISCALIZADOR	0,00	
FECHA:	13/04/05	
ORDEN DE TRABAJO:	0,00	
FACTURA:	0	
FUENTE DE MATERIALES	NO ESPECIFICADA	
PESO UNITARIO SUELTO DE GRAVA		
Molde No.		
Peso del molde (g)	2107,00	2107,00
Peso molde +suelo (g)	10271,80	10265,30
Peso suelo (g)	8164,80	8158,30
Volumen (cm ³)	7310	7310
Peso unitario suelo (g/cm ³)	1,117	1,116
Media (g/cm ³)	1,117	
PESO UNITARIO COMPACTADO DE GRAVA		
Molde No.		
Peso del molde (g)	2107,00	2107,00
Peso molde +suelo (g)	11945,70	11926,40
Peso suelo (g)	9838,70	9819,40
Volumen (cm ³)	7310	7310
Peso unitario suelo (g/cm ³)	1,348	1,343
Media (g/cm ³)	1,345	
OBSERVACIONES		
ENSAYÓ: Juan Hino	CALCULÓ: Ing. Hugo Bonifaz	VERIFICÓ



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

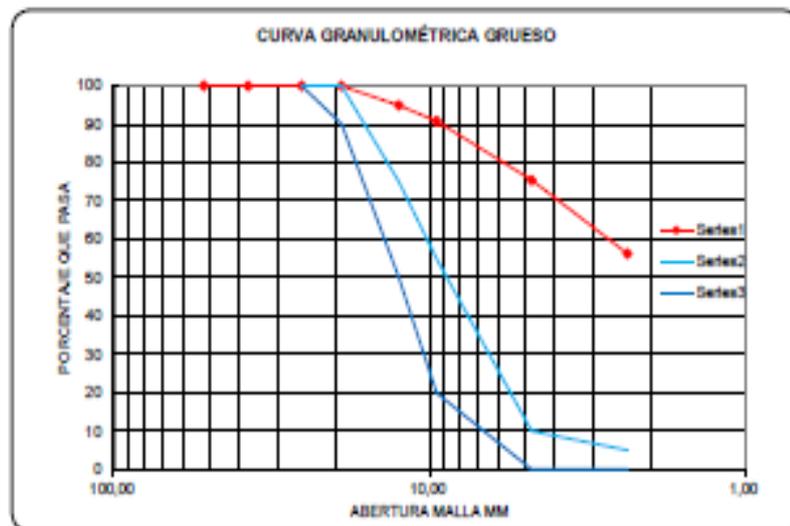
DETRMINACION DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO ARENA		
	ARENA CANTERA	PROCESO NO.
PROYECTO:	DOSIFICACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS	
SOLICITA:	JORGE SIERRA	
FISCALIZADOR	0,00	
FECHA:	2013/04/05	
ORDEN DE TRABAJO:	0,00	
FACTURA:	0	
FUENTE DE MATERIALES	NO ESPECIFICADA	
PESO UNITARIO SUELTO DE ARENA		
Molde No.		
Peso molde (g)	2604,00	2604,00
Peso molde +suelo (g)	7253,80	7255,80
Peso suelo (g)	4649,80	4651,80
Volumen (cm ³)	2813	2813
Peso unitario suelo (g/cm ³)	1,653	1,654
Media	1,653	
PESO UNITARIO COMPACTADO DE ARENA		
Molde No.		
Peso del molde (g)	2604,00	2604,00
Peso molde +suelo (g)	7332,50	7331,90
Peso suelo (g)	4728,50	4727,90
Volumen (cm ³)	2813	2813
Peso unitario suelo (g/cm ³)	1,681	1,681
Media	1,681	
OBSERVACIONES _____		
ENSAYÓ: Juan Hero	CALCULÓ: Ing. Hugo Bonifaz	VERIFICÓ



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO		
	AGREGADO POMEZ	PROCESO No. 001

PROYECTO:	DOSIFICACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS
SOLICITA:	JORGE SIERRA
FISCALIZADOR:	0,00
FECHA:	2013/04/05
ORDEN DE TRABAJO:	0,00
FACTURA:	0
FUENTE DE MATERIALES:	NO ESPECIFICADA

MUESTRA TIPO: MUESTRA AGREGADO CANTERA				
TAMICES	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO PASA
3" (76,1 mm)	0,00	0,00	0	100
2" (51,8 mm)	0,00	0,00	0	100
1 1/2" (38,1 mm)	0,00	0,00	0	100
1" (25,4 mm)	0,00	0,00	0	100
3/4" (19,0 mm)	0,00	0,00	0	100
1/2" (12,5 mm)	20,10	20,10	5	95
3/8" (9,51 mm)	16,10	36,20	9	91
No. 4 (4,75 mm)	60,60	96,80	25	75
No. 8 (2,36 mm)	75,60	172,40	44	56
Pas No. 8	221,80	394,20		
PESO INICIAL DE LA MUESTRA: (g)			395,20	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			0,5 pulg	



OBSERVACIONES:
Se recomienda tamizar el agregado grueso por el tamiz No. 4
abertura 4.75 mm

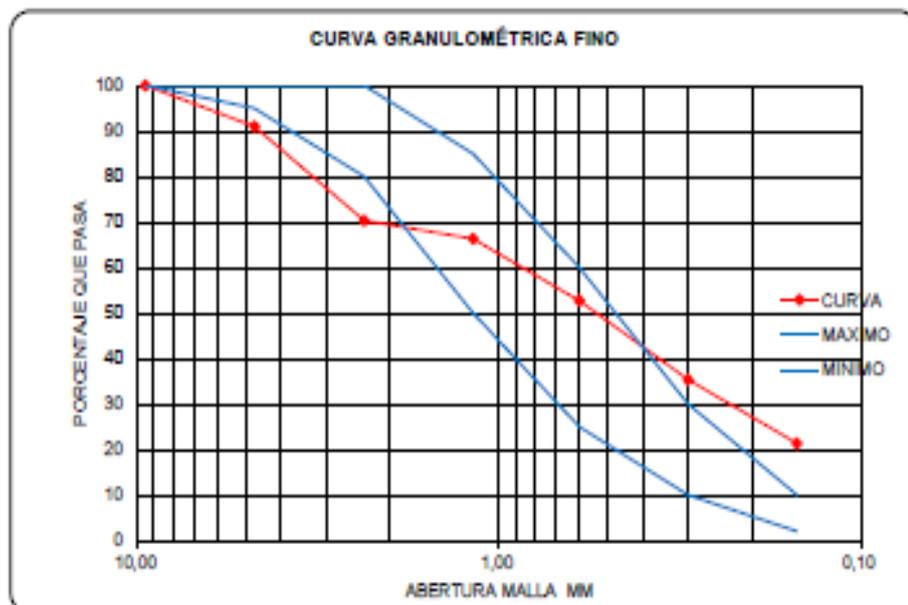
ENSAYÓ: Juan Hen	CALCULÓ: Ing. Hugo Bonifaz	VERIFICÓ:
----------------------------	--------------------------------------	------------------



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO				
			PROCESO No. 001	
PROYECTO:	DOSIFICACIÓN DE BLOQUES ALIVIANADOS			
SOLICITA:	JORGE SIERRA			
FISCALIZADOR:	0,00			
FECHA:	2013/04/05			
ORDEN DE TRABAJO:	0,00			
FACTURA:	0			
FUENTE DE MATERIALES:	NO ESPECIFICADA			
MUESTRA TIPO : MUESTRA ARENA CANTERA				
TAMICES	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO PASA TOTAL
3/8" (9.5mm)	0,00	0,00	0	100
No. 4 (4,75 mm)	38,00	38,00	9	91
No. 8 (2,36 mm)	87,90	125,90	30	70
No. 16(1,18 mm)	16,82	142,82	34	66
No. 30(0,6 mm)	57,80	200,62	47	53
No. 50(0,30mm)	73,60	274,22	65	35
No. 100(0,15 mm)	59,5	333,72	79	21
PasNo 100	90,40	424,12		
PESO INICIAL DE LA MUESTRA: (g)			425,30	
MÓDULO DE FINURA			2,8	



ENSAYÓ: Juan Haro	CALCULÓ: Ing. Hugo Bonifaz	VERIFICÓ:
----------------------	-------------------------------	-----------

4. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS DEL ENSAYO A COMPRESIÓN ENTREGADOS POR LOS LABORATORIOS DE LA EPN y LA PUCE.

4.1 RESULTADOS A COMPRESIÓN ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

INF. No. 13-0990

Quito, 8 de Julio de 2013.

Hoja 1 de 1

SOLICITADO: SR. JORGE SIERRA GUEVARA

PROYECTO: INVESTIGACION DE TESIS

CONTRATISTA: ****

FISCALIZADOR: ****

FABRICA: ****

MUESTRA: BLOQUE TRADICIONAL DE MAMPOSTERIA

No.	FECHA FABRICA	DESCRIPCION	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	CARGA ROTURA (ton.)	ESFUERZO ROTURA	
								(Kg/cm ²)	(Mpa)
1	22-jun-13	A	05-jul-13	13	40,0	15,0	14,54	24,2	2,38
2	22-jun-13	B1	05-jul-13	13	40,0	15,0	3,11	5,2	0,51
3	22-jun-13	B2	05-jul-13	13	40,0	15,0	3,16	5,3	0,52

No.	DESCRIPCION	PESO (gr)
1	A	11531,7
2	B1	6137,9
3	B2	6231,9

OBSERVACIONES : EL MUESTREO ES RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE


ING. MERCEDES VILLACIS
JEFE DE LABORATORIO





ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

INF. No. 13-0902

Quito, 18 de Junio de 2013.

Hoja 1 de 1

SOLICITADO: JORGE SIERRA

PROYECTO: DISEÑO DE TESIS

CONTRATISTA: ****

FISCALIZADOR: ****

No.	FECHA FABRICA	DESCRIPCION	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	CARGA ROTURA (ton.)	ESFUERZO ROTURA	
								(Kg/cm ²)	(Mpa)
1	01-jun-13	DISEÑO DE TESIS	14-jun-13	13	40,5	15,0	2,82	4,6	0,46
2	01-jun-13	DISEÑO DE TESIS	14-jun-13	13	40,2	15,4	2,27	3,7	0,36

OBSERVACIONES : EL MUESTREO ES RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE

ING. MERCEDES VILLACIS
JEFE DE LABORATORIO





ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

COMPRESIÓN DE MAMPOSTERÍA

INF. No. 13-0590

Quito, 16 de Abril de 2013.

Hoja 1 de 1

SOLICITADO: SR. JORGE SIERRA GUEVARA

PROYECTO: INVESTIGACION DE TESIS

CONTRATISTA: ****

FISCALIZADOR: ****

FABRICA: ****

MUESTRA: BLOQUE TRADICIONAL DE MAMPOSTERÍA

No.	FECHA FABRICA	DESCRIPCION	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	CARGA ROTURA (ton.)	ESFUERZO ROTURA	
								(Kg/cm ²)	(Mpa)
1	08-abr-13	M1	16-abr-13	8	40,5	15,4	3,44	5,5	0,54
2	08-abr-13	M2	16-abr-13	8	40,4	15,3	3,27	5,3	0,52
3	08-abr-13	M3	16-abr-13	8	40,4	15,4	3,49	5,6	0,55
4	08-abr-13	M4	16-abr-13	8	40,5	15,3	4,89	7,9	0,77
5	08-abr-13	M5	16-abr-13	8	40,5	15,3	5,21	8,4	0,83

OBSERVACIONES : EL MUESTREO ES RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE


ING. MERCEDES VILLACIS
JEFE DE LABORATORIO



Laboratorio calificado por el INEN y miembro del Sistema Nacional de Laboratorios, SILA.

4.2. RESULTADOS A COMPRESIÓN UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Veintimilla y Av. 12 de Octubre
Telf.: 593 299 1529 • Fax: 593 299 1624
Facultad de Ingeniería Civil
Cel.: 09870 49430
Quito-Ecuador
LMC-PUCE@puce.edu.ec
www.puce.edu.ec

ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN

PROYECTO : Tesis - Comparación de Bloque Tradicional con Bloque con Polietileno **SOLICITA:** Jorge Sierra

LOCALIZACIÓN: Quito

MUESTRA: Tomada por el cliente

NORMA DE REFERENCIA: INEN 639:2012

RECEPCIÓN N°: 23280 **FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 2013/07/15

HOJA: 1 de 1 **FECHA DE IMPRESIÓN:** 2013/07/16

FÁBRICA:

DESCRIPCIÓN: Bloque de 15

Probeta N°	1	2	3	4
Identificación	Sin Polietileno		Con Polietileno	
Fecha de fabricación	06/07/13	06/07/13	06/07/13	06/07/13
Fecha de ensayo	15/07/13	15/07/13	15/07/13	15/07/13
Edad (días)	9	9	9	9
Altura (mm)	195,00	195,00	195,00	198,00
Largo (mm)	402,00	402,00	402,00	402,00
Ancho (mm)	150,00	151,00	151,00	150,00
Área (mm ²)	60.300	60.702	60.702	60.300
Volumen (mm ³)	11.758.500	11.836.890	11.836.890	11.939.400
Masa (gr)	11840,00	11390,00	6500,00	6710,00
Peso Unitario (gr/cm ³)	1,01	0,96	0,55	0,56
Carga (KN)	100,30	131,60	25,20	28,30
Resistencia (MPa)	1,66	2,17	0,42	0,47

$$1\text{MPa} = 10,2 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo a la especificaciones de la norma INEN 643, según su uso, a la edad de 28 días los bloques deben alcanzar la resistencia a la compresión mostrada en la tabla.

Uso del bloque	Resistencia mínima a la compresión en MPa a los 28 días
Muros de carga exteriores, sin revestimiento	6
Muros de carga exteriores, con revestimiento	4
Muros de carga interiores, con o sin revestimiento	4
Tabiques divisorios exteriores sin revestimiento	3
Tabiques divisorios exteriores, con revestimiento	2,5
Tabiques divisorios interiores, con o sin revestimiento	2,5
Losas alivianadas de hormigón armado	2

OBSERVACIONES:

NOTA: Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.

Ing. María Inés Calvo
Responsable de Área

Ing. Guillermo Realpe M.Sc.
Director LMC



Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad...

5. CALCULO DE SOLICITACIONES

5.1. Cálculo de momentos y cortes sin volado con bloques alivianados.

COMBINACIONES DE CARGA PORTICO VIGA SECCION CONSTANTE

DATOS VIGA

f _c	210
f _y	4200
b	110,00
h	20
d	17

CARGA MUERTA

M	M'
V	V'
M _{máx}	
x	

-2,265	-2,265
2,880	2,88
	<u>2,055</u>
	3,000

CARGA VIVA

M	M'
V	V'
M _{máx}	
x	

-0,944	-0,944
1,200	1,2
	<u>0,856</u>
	3,000

CARGA SISMICA

M	M'
V	V'
M _{máx}	
x	

-0,997	0,997
0,332	-0,3322
	<u>0,000</u>
	3,000

COMBINACIONES

1.4 D + 1.7 L

M	M'	(4,775)		(4,775)
V	V'	6,072		6,072
Mmáx			4,333	

0.75*(1.4 D + 1.7 L)+1.4S

M	M'	(4,977)		(2,186)
V	V'	5,019		4,089
Mmáx			3,250	

0.75*(1.4 D + 1.7 L)-1.4S

M	M'	(2,186)		(4,977)
V	V'	4,089		5,019
Mmáx			3,250	

CRITICO
MAYOR

M	M'	4,977		4,977
V	V'	6,072		6,072
Mmáx			4,333	
X			3,000	

FLEXION VIGAS

K	0,0828285	0,0721157	0,0828285
ρ	0,0043664	0,0037738	0,0043664
ρ min	0,0033333	0,0033333	0,0033333
ρ max	0,0107115	0,0107115	0,0107115
ρ	0,0043664	0,0037738	0,0043664
As	8,1651637	7,0570741	8,1651637
As franja de columna	6,1238728	5,2928056	6,1238728
As viga	5,2052919	4,4988847	5,2052919
As nervios franja de columna	0,9185809	0,7939208	0,9185809
As franja central	2,0412909	1,7642685	2,0412909

CORTANTE

vu	0,004329	0,004329
vc	14,3624	14,3624
$\frac{Vu}{\phi}$	8,096	8,096

m		3,000
$\frac{V_u}{\phi d}$		8,039
ESFUERZO CORTANTE RESISTIDO POR EL HORMIGON		
V_c		14,3624
$\frac{V_c}{2}$		7,181202
Longitud donde los estribos son requeridos		
$\frac{V_u}{\phi} - \tan \theta (x) = V_c/2$		
x1		0,304933
x2		-2,0888
CORTANTE QUE RESISTE EL ACERO		
V_s		(6,27)
d V_s		-2,0888
$A_v \phi 8 \text{ mm}$	1 cm ²	
$s = \frac{A_v f_y d}{V_s}$		(11,39) cm
Maximo s		
$V_s = 1.1 v f_c b w d$		
$V_s =$	T	29,80876
$\frac{d}{4}$		4,25
smax	cm	4,25

5.2. Cálculo de momentos y cortes con volado, bloques alivianados.

COMBINACIONES DE CARGA
PORTICO VIGA SECCION CONSTANTE

DATOS VIGA

f'c	210
fy	4200
b	110,00
h	20
d	17

CARGA MUERTA

M	M'
V	V'
Mmáx	
X	

-2,150	-2,468	0,415
2,827	2,93289	0,6912
	<u>2,012</u>	
	2,945	

CARGA VIVA

M	M'
V	V'
Mmáx	
X	

-0,896	-1,028	0,173
1,178	1,22204	0,288
	<u>0,838</u>	
	2,945	

CARGA SISMICA

M	M'
V	V'
Mmáx	
X	

0,997	-0,997	-3,735
-0,332	0,33221	0
	<u>0,000</u>	
	3,000	

COMBINACIONES

1.4 D + 1.7 L

M	M'
V	V'
Mmáx	

(4,534)	(5,203)	0,874
5,960	6,184	1,457
	4,243	

0.75*(1.4 D + 1.7 L)+1.4S

M	M'
V	V'
Mmáx	

(2,005)	(5,298)	(4,573)
4,005	5,103	1,093
	3,182	

$$0.75*(1.4 D + 1.7 L)-1.4S$$

M	M'
V	V'
Mmáx	

(4,796)	(2,507)	5,885
4,935	4,173	1,093
3,182		

CRITICO
MAYOR

M	M'
V	V'
Mmáx	
X	

4,796	5,298	5,885
5,960	6,184	1,457
4,243		
2,945		

FLEXION VIGAS

K
ρ
ρ min
ρ max
ρ
As
As franja de columna
As viga
As nervios franja de columna
As franja central

0,0798182	0,070613	0,0881701	0,0979412
0,004199	0,003691	0,0046653	0,0052184
0,0033333	0,003333	0,0033333	0,0033333
0,0107115	0,010711	0,0107115	0,0107115
0,004199	0,003691	0,0046653	0,0052184
7,8520489	6,902965	8,7241803	9,7583927
5,8890367	5,177223	6,5431352	
5,0056812	4,40064	5,5616649	
0,8833555	0,776584	0,9814703	
1,9630122	1,725741	2,1810451	

CORTANTE

vu
vc
$\frac{Vu}{\phi}$
m
$\frac{Vu}{\phi d}$

0,00425	0,004409	0,001039
14,3624	14,3624	14,3624
7,947	8,245	1,943
2,945		
7,890		

ESFUERZO CORTANTE RESISTIDO POR EL HORMIGON

Vc
$\frac{Vc=}{2}$

14,3624	14,3624	14,3624
7,1812	7,181202	7,181202

Longitud donde los estribos son requeridos		
$\frac{V_u}{\phi} - \tan \theta (x) = V_c/2$		
x1	0,26015	
x2	2,17837	
CORTANTE QUE RESISTE EL ACERO		
Vs	(6,42)	(12,42)
d Vs	2,17837	
Av ϕ 8 mm	1 cm ²	
$s = \frac{A_v f_y d}{V_s}$	(11,13) cm	
Maximo s		
Vs= 1.1 v fc bw d		
Vs=	T	29,8088
$\frac{d}{4}$		4,25
smax	cm	4,25

5.3. Cálculo de momentos y cortes sin volado con bloques tradicionales.

COMBINACIONES DE CARGA PORTICO VIGA SECCION CONSTANTE

DATOS VIGA

fc	210
fy	4200
b	110,00
h	20
d	17

CARGA MUERTA

M	M'
V	V'
Mmáx	
X	

-2,983	-2,983
3,793	3,7926
	<u>2,706</u>
	3,000

CARGA VIVA

M	M'
V	V'
Mmáx	
X	

-0,944	-0,944
1,200	1,2
	<u>0,856</u>
	3,000

CARGA SISMICA

M	M'
V	V'
Mmáx	
X	

-1,312	1,312
0,437	-0,4375
	<u>0,000</u>
	3,000

COMBINACIONES

1.4 D + 1.7 L

M	M'
V	V'
Mmáx	

(5,780)	(5,780)
7,350	7,350
	5,245

0.75*(1.4 D + 1.7 L)+1.4S

M	M'
V	V'
Mmáx	

(6,172)	(2,497)
6,125	4,900
	3,933

0.75*(1.4 D + 1.7 L)-1.4S

M	M'
V	V'
Mmáx	

(2,497)	(6,172)
4,900	6,125
	3,933

CRITICO
MAYOR

M	M'
V	V'
Mmáx	
X	

6,172		6,172
7,350		7,350
	5,245	
	3,000	

FLEXION VIGAS

K
ρ
ρ min
ρ max
ρ
As
As franja de columna
As viga
As nervios franja de columna
As franja central

0,1027292	0,0872899	0,1027292
0,0054924	0,0046159	0,0054924
0,0033333	0,0033333	0,0033333
0,0107115	0,0107115	0,0107115
0,0054924	0,0046159	0,0054924
10,270836	8,6317553	10,270836
7,7031273	6,4738165	7,7031273
6,5476582	5,502744	6,5476582
1,1554691	0,9710725	1,1554691
2,5677091	2,1579388	2,5677091

CORTANTE

vu
vc
$\frac{Vu}{\phi}$
m
$\frac{Vu}{\phi d}$

0,00524	0,00524
14,3624	14,3624
9,800	9,800
3,000	
9,743	

ESFUERZO CORTANTE RESISTIDO POR EL HORMIGON

Vc
$\frac{Vc}{2}$

14,3624	14,3624
7,181202	7,181202

Longitud donde los estribos son requeridos

$$\frac{Vu}{\phi} - \tan \theta (x) = Vc/2$$

x1	0,872773
x2	-1,52096

M	M'
V	V'
Mmáx	
X	

-0,896	-1,028	0,173
1,178	1,22204	0,288
	<u>0,838</u>	
	2,945	

CARGA SISMICA

M	M'
V	V'
Mmáx	
X	

1,312	-1,312	-3,735
-0,437	0,43748	0
	<u>0,000</u>	
	3,000	

COMBINACIONES

1.4 D + 1.7 L

M	M'
V	V'
Mmáx	

(5,488)	(6,298)	1,058
7,215	7,485	1,764
	5,135	

0.75*(1.4 D + 1.7 L)+1.4S

M	M'
V	V'
Mmáx	

(2,279)	(6,561)	(4,435)
4,799	6,226	1,323
	3,852	

0.75*(1.4 D + 1.7 L)-1.4S

M	M'
V	V'
Mmáx	

(5,953)	(2,886)	6,023
6,023	5,001	1,323
	3,852	

CRITICO
MAYOR

M	M'
V	V'
Mmáx	
X	

5,953	6,561	6,023
7,215	7,485	1,764
	5,135	
	2,945	

FLEXION VIGAS

K
ρ
ρ min
ρ max
ρ
As
As franja de columna
As viga
As nervios franja de columna
As franja central

0,099085	0,085471	0,1091947	0,100237747
0,005284	0,004514	0,0058657	0,00534958
0,003333	0,003333	0,0033333	0,003333333
0,010711	0,010711	0,0107115	0,010711483
0,005284	0,004514	0,0058657	0,00534958
9,88051	8,441112	10,968928	10,00371425
7,410383	6,330834	8,2266962	7,502785687
6,298825	5,381209	6,9926918	6,377367834
1,111557	0,949625	1,2340044	1,125417853
2,470128	2,110278	2,7422321	2,500928562

CORTANTE

vu
vc

0,0051	0,005337	0,00125769
14,362	14,3624	14,3624035

$$\frac{Vu}{\phi}$$

9,620	9,979	2,352
-------	-------	-------

m

2,945		
-------	--	--

$$\frac{Vu}{\phi d}$$

9,562		
-------	--	--

ESFUERZO CORTANTE RESISTIDO POR EL HORMIGON

Vc

14,362	14,3624	14,3624035
--------	---------	------------

$$\frac{Vc}{2}$$

7,1812	7,181202	7,18120175
--------	----------	------------

Longitud donde los estribos son requeridos

$$\frac{Vu}{\phi} - \tan \theta (x) = Vc/2$$

x1	0,82799	
----	---------	--

x2	-1,6105	
----	---------	--

CORTANTE QUE RESISTE EL ACERO

Vs	(4,74)	(12,01)
----	--------	---------

d Vs	-1,6105	
------	---------	--

Av ϕ 8 mm	1 cm ²	
----------------	-------------------	--

s= $\frac{Av fy d}{}$	cm	
-----------------------	----	--

V_s		(15,05)
Maximo s		
$V_s = 1.1 \text{ v fc bw d}$		
$V_s =$	T	29,809
$\frac{d}{4}$		4,25
smax	cm	4,25

6. FOTOGRAFÍAS



Cascajo



Polvo Azul (arena)



Cemento



Poliestireno



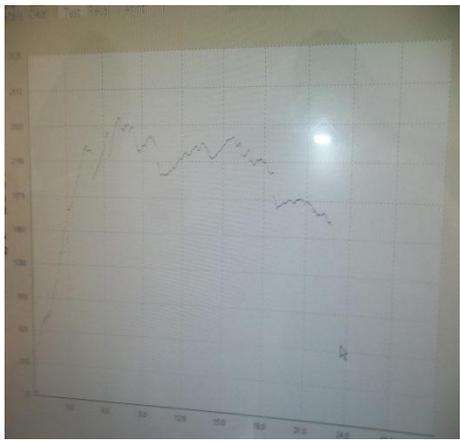
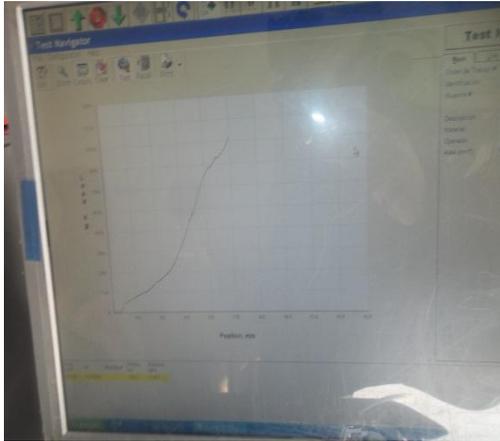
Aditivo 0.05% del peso cemento



Equipos



Equipos



Resultados de curvas de compresión de cilindros

