ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Elaboración y uso de bloques de hormigón y bloques de arcilla en mampostería”

TESINA DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

Dennys Romina Gámez Quiñónez

José Ricardo Flores Arámbulo

Jorge Adrián Rada Valdivieso

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2011

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por concederme la salud y haber permitido que las metas que me he trazado en la vida se vayan desarrollando; a mis padres por el invaluable apoyo económico, moral y afectivo; a mi hermano, por su compañía y cariño; a mis familiares cercanos por la constante preocupación; a mis compañeros de aula, que más que eso llegaron a convertirse en mis amigos y en un apoyo permanente; a mis maestros, que sabiamente han sabido inculcarme sus conocimientos y han sido una luz en mi vida y sin cuyo resplandor, difícilmente podría alcanzar el objetivo que conlleva el quehacer educativo.

Al Ing. Eduardo Santos, Director de Tesina, por su ayuda, y por su constante dedicación y esfuerzo en el desarrollo de este trabajo de graduación.

Dennys Romina Gámez Quiñónez

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento infinito a Dios por guiar mi camino y ayudarme a cumplir las metas que me he propuesto para mi vida; a mis padres por todo el apoyo y cariño desde el día en que nací; a mi hermana, por su gran apoyo en todo momento; a todos mis familiares por estar siempre pendientes de mi; a mis compañeros y amigos de aula por todos los buenos y malos momentos que juntos supimos vivir ; a mis maestros, que supieron en todo momento aclarar ideas y compartir su experiencia para poder enmendar errores.

Al Ing. Eduardo Santos, Director de Tesina, por todos los consejos impartidos en clases y su esfuerzo en el desarrollo de este trabajo de graduación.

José Ricardo Flores Arámbulo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza necesaria para cumplir con éxito las metas que he trazado en mi vida, sabiendo que ÉL es quien guía mi camino; a mis padres que inculcaron en mi la actitud de perseverancia, brindándome en todo momento su apoyo económico, moral y emocional, formándome con valores; a mis hermanas y a mi familia en general por todo su amor incondicional hacia mí; a mis amigos, los más cercanos, que han estado conmigo inclusive en los momentos de adversidad; a mis maestros por sus enseñanzas y sus consejos.

Al Ing. Eduardo Santos, Director de Tesina, por su constante esfuerzo dedicación y conocimiento impartidos, así como su ayuda indispensable para el desarrollo de este trabajo de graduación.

Jorge Adrián Rada Valdivieso

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Dignis Quiñónez Centeno y Humberto Winston Gámez Cuero, que son quienes a lo largo de mi período de formación académica me han acompañado en cada situación, desde las pequeñas dificultades, hasta los grandes problemas.

Dennys Romina Gámez Quiñónez

DEDICATORIA

A dios, a mis amados padres José Teodoro Flores Nuñez y Juana Georgina Arámbulo Vargas., a mi hermana Ing. Inés Flores Arámbulo que son los pilares de mi vida y han sido mi apoyo y mi motivación para poder concluir mi formación académica.

José Ricardo Flores Arámbulo

DEDICATORIA

A Dios, a mis amados padres, Jorge Rada Tandazo y María Elena Valdivieso, a mis hermanas Elena Andrea y Adriana Lorena, siendo todos ellos la parte fundamental en mi vida y la motivación más importante para superarme y poder culminar con éxito mis estudios.

Jorge Adrián Rada Valdivieso

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Santos	Ing. Ignacio Gómez De La Torre
DIRECTOR DE TESINA	**VOCAL**

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Dennys Romina Gámez Quiñónez

José Flores Arámbulo

Jorge Rada Valdiviezo

INDICE GENERAL

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción

1.2 Objetivos

1.3 Alcance de la investigación

CAPITULO 2. BLOQUES DE HORMIGÓN

2.1 Generalidades

2.2 Definición de Bloque de hormigón

2.3 Materia prima

2.3.1 Cemento

2.3.2 Agregados

2.3.2.1 Piedra caliza

2.3.2.2 Piedra Pómez

2.3.2.3 Arena Unificada

2.3.2.4 Arena de río

2.3.3 Agua

2.4 Elaboración de bloques en fábrica

2.4.1 Recepción y revisión de materias primas

2.4.2 Almacenamiento y transporte

2.4.3 Dosificación y mezclado

2.4.4 Formado

2.4.4.1 La alimentación

2.4.4.2 El vibrado y prensado

2.4.4.3 El desmoldado

2.4.5 Curado

2.4.6 Cubicado

2.5 Características de bloques de elaborados en fábrica

2.5.1 Clasificación de bloques

2.5.2 Dimensiones

2.5.3 Uso de bloques de hormigón

2.6 Elaboración artesanal de bloques

2.6.1 Proceso de producción

2.6.1.1 Áreas de producción

2.6.2 Secuencia de fabricación

2.6.2.1 Dosificación

2.6.2.2 Mezclado

2.6.2.3 Moldeado

2.6.2.4 Fraguado

2.6.2.5 Curado

2.6.2.5 Secado y almacenamiento

2.7 Control de calidad

2.7.1 Dimensionamiento

2.7.2 Alabeo

2.8 Almacenamiento de bloques de hormigón en obra

2.9 Manipulación de los bloques de hormigón en obra

2.10 Aceptación y rechazo de los bloques de hormigón en obra

CAPITULO 3. BLOQUES DE ARCILLA

3.1 Generalidades

3.2 Definición de Bloque de arcilla

3.2.1 Medidas principales

3.3 Materia prima

3.3.1 Arcilla

3.3.1.1 Clases de arcilla de acuerdo a su procedencia

3.3.1.2 Propiedades físicas de las arcillas

3.3.1.3 Acción del calor sobre las arcillas

3.3.1.4 Coloración

3.3.1.5 Materiales acompañantes

3.3.2 Agua

3.4 Elaboración de bloques de arcilla en fábrica

3.4.1 Almacenamiento

3.4.2 Molienda/Mezclado

3.4.3 Amasado

3.4.4 Moldeo

3.4.5 Secado

3.4.5.1 Secado Natural

3.4.5.2 Secado artificial

3.4.6 Cocción

3.5 Tipos de bloques de arcilla

3.6 Uso de bloques de arcilla

3.7 Elaboración artesanal de bloques de arcilla

3.7.1 Proceso

3.8 Almacenamiento de bloques de arcilla

3.9 Manipulación de los bloques de arcilla

3.10 Aceptación o rechazo de los bloques de arcilla

CAPITULO 4. ENSAYOS REALIZADOS

4.1 Generalidades

4.2 Ensayos realizados en bloques de hormigón

4.2.1 Ensayo de resistencia a la compresión

4.2.1.1 Equipo

4.2.1.2 Preparación de muestras

4.2.1.3 Procedimiento

4.2.1.4 Cálculo

4.2.1.5 Interpretación de resultados

4.2.2 Determinación de la absorción máxima de agua

4.2.2.1 Objetivo

4.2.2.2 Especímenes de ensayos

4.2.2.3 Equipos

4.2.2.4 Procedimiento

4.2.2.5 Cálculo

4.2.3 Determinación de la retracción por secado

4.2.3.1 Definición de retracción por secado

4.2.3.2 Procedimiento

4.2.3.3 Aparatos

4.2.3.4 Preparación de las muestras

4.2.3.5 Procedimiento

4.2.3.6 Cálculo

4.2.3.7 Expresión de resultados

4.3 Ensayos realizados en bloques de arcilla

4.3.1 Determinación de resistencia a la compresión

4.3.1.1 Equipo

4.3.1.2 Procedimiento

4.3.1.3 Cálculo

4.3.1.4 Resultados

4.3.2 Determinación de la absorción máxima de agua

4.3.2.1 Equipos utilizados

4.3.2.2 Procedimiento

4.3.2.3 Resultados

4.3.2.4 Informe de resultados

CAPITULO 5. COLOCACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN Y DE BLOQUES DE ARCILLA EN PAREDES

5.1 Definición de pared

5.2 Tipos de paredes

5.3 Construcción de un pared con bloques de hormigón o bloques de arcilla

5.3.1 Generalidades

5.3.2 Herramientas para la colocación de bloques

5.3.3 Morteros elaborados manualmente

5.3.3.1 Elaboración del mortero

5.3.4 Morteros prefabricados

5.3.4.1 Pegablock tipo N y Pegablock Arcilla

5.3.4.2 Guía de rendimiento

5.3.5 Modo de empleo

5.3.5.1 Preparación de la superficie

5.3.5.2 Mezclado

5.3.5.3 Colocación

5.3.5.4 Limpieza

5.3.5.5 Curado

5.3.6 Consideraciones en el uso del mortero

5.3.7 Colocación de bloques de hormigón y de bloques de arcilla

5.3.7.1 Pasos para levantar una pared

5.4 Problemas frecuentes en la colocación de bloques de hormigón y bloques de arcilla

CAPITULO 6. ANÁLISIS DE LOS BLOQUES DE HORMIGÓN FRENTE A LOS BLOQUES DE ARCILLA

6.1 Análisis comparativo de bloques de hormigón y los bloques de arcilla

6.2 Análisis costo-beneficio de los bloques de hormigón y los bloques de arcilla

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Aditivo:** Sustancia que se añade a un producto para conservarlo o mejorarlo. En construcción por ejemplo se emplean aditivos para acelerar el fraguado en el hormigón.
- **Adobe:** Masa de barro moldeada en forma de ladrillo y secada al sol, que se emplea en la construcción de paredes y muros.
- **Agua higroscópica:** Agua absorbida de una atmósfera de vapor de agua debido a fuerzas que la atraen a la superficie de las partículas de suelo.
- **Alabeo:** Curvatura de un elemento o pieza que resulta del giro de sus bordes en direcciones opuestas. También llamado torsión**.**
- **Alúmina:** Óxido de aluminio que se halla en la naturaleza en estado puro o cristalizado formando en combinación con la sílice y otros cuerpos, los feldespatos y las arcillas.
- **Aluvial:** Depósitos de arenisca y grava debidos al agua efluyente, que hace que un terreno sea inestable e inseguro para la cimentación. También llamado terreno de aluvión.
- **Arcilla:** Roca sedimentaria formada a partir de depósitos de grano muy fino, compuesta esencialmente por silicatos de aluminio hidratados.
- **Áridos:** Material granulado que se utiliza como materia prima en la construcción.

- **Bailejo o Badilejo:** Herramienta utilizada para la colocación de morteros.
- **Cal:** Oxido de calcio, sustancia blanca cáustica que se hidrata produciendo calor al contacto del agua. Las propiedades de la cal permiten que se utilice para mejorar el manejo de los morteros, como plastificante, aunque es común además la adición de plastificantes específicos**.**
- **Calcita:** Mineral del grupo de los Carbonatos, formado por carbonato cálcico cristalizado, que constituye, en su mayor parte, las calizas.
- **Cantera:** Lugar de donde se extrae los agregados para la construcción.
- **Cemento:** Conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua. Mezclado con agregados pétreos y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétrea, denominada hormigón o concreto.
- **Cemento Portland Tipo P:** Es un cemento compuesto, que contiene puzolana.
- **Clinker:** Principal componente del cemento portland.
- **Compresión:** Fuerza o presión que se ejerce sobre algo con el fin de reducir su volumen.
- **Curado:** El curado del hormigón es el proceso de mantención de un adecuado contenido de humedad y de temperatura que

se inicia inmediatamente después de su colocación y terminación en el elemento construido.

- **Dosificación:** La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen al hormigón, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correcto.
- **Dúctil:** Material que puede deformarse, moldearse, malearse o extenderse con facilidad.
- **Dureza:** Propiedad que tienen los materiales de resistir el rayado y el corte de su superficie.
- **Eflorescencia:** Presencia de material polvoso blanco que se puede formar en la superficie del bloque de hormigón. Ocurre cuando la humedad disuelve las sales en el hormigón y las lleva a través de la acción capilar hacia la superficie.
- **Enlucido:** Capa de mortero destinada a alisar la superficie de albañilería, para sellarla posteriormente contra la humedad.
- **Estratificado:** Disposición de las capas o estratos de un terreno.
- **Extrusión:** Acción de prensado, moldeado y conformado de una materia prima (metal o plástico), que por flujo continuo, con presión o empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada.
- **Fisura:** Hendidura longitudinal poco profunda.
- **Flexómetro:** Instrumento de medición, construido por una delgada cinta metálica flexible, dividida en unidades de

medición, y que se enrolla dentro de una carcasa metálica o de plástico.

- **Fraguado:** Estado en que la mezcla de hormigón pierde apreciablemente su plasticidad y se vuelve difícil de manejar; alcanzando el endurecimiento.
- **Granulometría:** Medición y gradación de los materiales utilizados como agregados.
- **Hematita:** Mineral compuesto de óxido férrico (Fe2O3) y constituye una importante mena de hierro ya que en estado puro contiene un 70% de este metal.
- **Hermético:** Impenetrable, incomprensible o cerrado.
- **Homogenización:** Proceso que consiste en conseguir la homogeneidad de una mezcla de varias sustancias.
- **Hormigón:** Mezcla compuesta de agregados finos, agregados gruesos, cemento y agua.
- **Hormigón armado:** Hormigón reforzado con armaduras de hierro o acero que actúan conjuntamente para resistir los esfuerzos.
- **Ladrillo:** Pieza de arcilla utilizado para construir paredes, muros, etc.
- **Maleable:** Material que se puede trabajar con facilidad.
- **Mampostería:** Obra de construcción hecha con ladrillos o bloques.
- **Materia prima:** Materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

- **Mortero:** Conglomerado o masa constituida por arena, cemento y agua; puede contener además algún aditivo.
- **Nivel:** Instrumento para verificar la diferencia de niveles entre dos puntos.
- **Oquedad:** Hueco, producido de manera natural o artificial, en una materia compacta.
- **Parihuela:** Utensilio que sirve para transportar cosas pesadas entre dos personas, formado por dos varas gruesas con unas tablas atravesadas en medio, donde se coloca la carga.
- **Piedra Pómez:** Roca magmática volcánica vítrea, la cual posee baja densidad, motivo por el cual flota en el agua.
- **Porosidad:** Capacidad de un material de absorber líquidos o gases por la presencia de poros.
- **Rack:** Bastidor que sirve para almacenar elementos.
- **Roca ígnea:** Formadas cuando el magma (roca fundida) se enfría y se solidifica.
- **Roca sedimentaria:** Rocas que se forman por acumulación de sedimentos que, sometidos a procesos físicos y químicos (diagénesis), dan lugar a materiales consolidados de cierta consistencia.
- **Siderita:** Está compuesto por carbonato de hierro, $FeCO_3$. Tiene un brillo graso, puede ser transparente o translúcido y su color, pardo o castaño oscuro. Al calentarse se carga con un fuerte magnetismo.
- **Tamiz:** Es una malla ya sea de acero o plástico el cual debe tener un número de tamaño de malla.

Sirve para contener o no permitir el paso a sólidos de mayor tamaño que el especificado.

- **Tapial:** Se denomina tapia en Iberoamérica o tapial en España y la cuenca Mediterránea, a una antigua técnica consistente en construir muros con tierra arcillosa, compactada a golpes mediante un "pisón", empleando un encofrado deslizante para contenerla.
- **Tolva:** Dispositivo similar a un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Descripción

La mampostería de hormigón y de arcilla, se ha venido construyendo durante muchos años y los métodos se han actualizado con el paso de las generaciones.

Debido a la importancia de mantener dichos métodos actualizados y considerando la eficiencia exigida en la construcción de viviendas, es indispensable conocer las técnicas constructivas vigentes, al utilizar mampostería sea ésta de hormigón o de arcilla, cumpliendo con las demandas actuales sin sacrificar la calidad de la construcción.

Esta investigación surge ante las falencias observadas en construcción de viviendas con mampostería, ya que en ocasiones por desconocimiento, irresponsabilidad o por acelerar el proceso constructivo se cometen errores al almacenar y colocar los bloques o se olvida llevar ciertos cuidados a la hora de adquirir el mampuesto.

Conociendo que en nuestro país los bloques más usados son los elaborados a partir de hormigón y de arcilla, en este trabajo investigativo se ha tomado como elemento de estudios justamente a ese tipo de bloques.

Se busca hacer hincapié en las adecuadas técnicas constructivas con bloques, ampliamente reconocidas en la industria de la construcción, a fin de obtener un resultado de alta calidad aprovechando eficientemente las propiedades favorables que cada elemento posee, un menor desperdicio de materiales y eficiencia en la ejecución de la obra.

Este trabajo tiene como finalidad realizar un análisis comparativo en función de las propiedades físicas y mecánicas, trabajabilidad y costo de los bloques de hormigón y los bloques de arcilla, los mismos que han sido elaborados en fábrica o artesanalmente.

Objetivos

- Analizar el desempeño en una construcción con bloques de hormigón y otra con bloques de arcilla en función de sus propiedades físicas y mecánicas, considerando los problemas que se presentan debido a las malas técnicas constructivas.

- Detallar los procedimientos para la colocación adecuada de bloques de hormigón y bloques de arcilla, considerando los problemas que se presentan debido a las malas técnicas constructivas.

- Comparar el costo - beneficio de bloques de hormigón y bloques de arcilla empleados en mampostería.

Alcances de la investigación

Con la finalidad de cumplir los objetivos previamente mencionados, se ha desarrollado una investigación analítica del desempeño de bloques de hormigón y de los bloques de arcilla.

El alcance de este trabajo consiste en:

- Desarrollo del concepto de utilizar un bloque de acuerdo a las necesidades constructivas.

- Desarrollo del proceso constructivo de mampostería empleando bloques de hormigón y bloques de arcilla.

- Propuestas constructivas para optimizar las técnicas de trabajos con bloques sean éstos de hormigón o de arcilla.

CAPÍTULO 2

BLOQUES DE HORMIGÓN

Generalidades

Cerca del año 200 a. C. se evidenció la utilización del mortero de hormigón por los romanos, a fin de dar forma a las piedras usadas en el área de construcción de edificaciones de aquella época.

Posteriormente, por el año 37-41 d. C., pequeños mampuestos de hormigón prefabricados fueron usados como elemento de construcción en la región cerca de lo que actualmente es Nápoles, Italia.

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 cms, es decir 8x10x30 pulgadas.

Por el año 1905, aproximadamente 1500 compañías en Estados Unidos se encontraban manufacturando bloques de hormigón, los cuales eran sólidos bastante pesados en los que la cal era el material cementante.

También se cree que el primer bloque de hormigón sólido fue construido en 1833 y que dos décadas más tarde, se creó el bloque hueco y que ello es el resultado del ingenio y creatividad de diseñadores ingleses.

Además en 1868, un constructor de apellido Frear fundó la que podría considerarse la primera planta para construir bloques de hormigón en el continente americano bajo su propia patente.

Así por el siglo XX ya existían los primeros bloques huecos para muros; la ligereza de estos nuevos bloques significaba, por sus múltiples ventajas, un gran adelanto para el área de la construcción en relación a etapas anteriores.

Las primeras máquinas que se emplearon en la entonces nueva industria se limitaban a moldes metálicos simples, en los mismos que se compactaba la mezcla manualmente; esta metodología de producción se siguió utilizando hasta los años veinte, época en que aparecieron máquinas con martillos accionados mecánicamente; años después se descubrió la conveniencia de la compactación lograda basándose en vibración y compresión; actualmente, las más modernas y eficientes máquinas para la elaboración de bloques de hormigón utilizan el sistema de vibro- compactación.

Los bloques de hormigón son especialmente empleados como materiales de construcción de paredes, la mayoría de ellos tienen una o más cavidades y sus lados pueden ser planos o con algún diseño, 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 e manipulación.

Definición de Bloque de hormigón

Es un elemento modular y premoldeado, que se encuentra dentro de la categoría de mampuestos que son manipulados en obras, el cual es prefabricado a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos y/o artificiales 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.

Ilustración 0.1 Bloques en una planta

Materia Prima

La materia prima utilizada para elaborar bloques de hormigón

son:

- Cemento
- Agregados
  - Piedra caliza
  - Piedra pómez
  - Arena unificada
  - Arena de río
- Agua

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).

De acuerdo a aquello se emplea Cemento Portland, el cual es un cemento hidráulico producido por la pulverización del clinker Portland, que usualmente contiene sulfato de calcio.

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.

Ilustración 0.2 Tamaños de agregados

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.

Piedra Caliza

La caliza es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio ($CaCO_3$), generalmente calcita. También puede contener pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, etc.

La roca caliza tiene una gran resistencia a la meteorización

Su textura es granular fina a gruesa y un poco áspera.

Ilustración 0.3 Piedra caliza

El uso de las rocas calizas es muy extenso, su mayor utilización es en la construcción, si se calcina se puede producir cal viva, se utiliza en la fabricación del cemento, como grava y arena (fragmentada) en la elaboración del concreto.

Piedra Pómez

Es una roca ígnea volcánica vítrea, muy porosa y de color blanco o gris.

Ilustración 0.4 Piedra pómez

De baja densidad (flota en el agua), en el rango de 0,4 a 0,9 g/cm3.

En nuestro país se la puede encontrar en los volcanes de la provincia de Tungurahua.

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

Arena de río

Se la define como el conjunto de partículas o granos de rocas, reducidas por fenómenos naturales acumulados en los ríos y corrientes acuíferas en estratos aluviales que se forman in-situ por descomposición.

Ilustración 0.5 Arena de río

Agua

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.

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.

Elaboración de bloques en fábrica

Los Bloques de hormigón se producen prácticamente en todo el mundo debido a su alta calidad, gran demanda y ahorro económico respecto a otros materiales de construcción.

Una variedad de materias primas pueden utilizarse para producir unidades de hormigón por miles en fábrica, en diferentes tamaños y formas.

El proceso que se usualmente se lleva a cabo para producir bloques de hormigón en fábrica es el siguiente:

- Recepción de materia prima.
- Almacenamiento y Transporte
- Dosificación y Mezclado
- Formado
  - Alimentación.
  - Vibrado y Prensado.
  - Desmoldado.
- Curado
- Cubicado

Recepción de materia prima

La materia prima cuando llega a planta antes de ser aceptada se muestrea y se revisa visualmente a fin de detectar impurezas y cualquier otro aspecto no deseable, sólo entonces el material es pesado y pasa a depositarse en la sala respectiva.

Ilustración 0.6 Recepción y revisión de materia prima

Almacenamiento y transporte

Las materias primas que están en las salas, son extraídas por un sistema de bandas, las cuales están ubicadas en un túnel bajo las salas de almacenamiento y alimentan un conjunto de tolvas que acopian el material antes de su dosificación.

Ilustración 0.7

Almacenamiento y transporte

Estos materiales son previamente clasificados y triturados con el fin de obtener las granulometrías requeridas, el material de las tolvas es descargado por medio de compuertas que se abren individualmente de acuerdo al material que se necesita.

Dosificación y mezclado

Es importante conocer que cada tipo de bloque tiene diferente

dosificación, lo que va de acuerdo al uso del mismo.

Ilustración 0.8 Dosificación con equipo de computación

El pesaje se hace a través de una balanza computarizada con una precisión de +/- 0.1%.

Estos materiales una vez pesados, son depositados en una tolva móvil, para luego ser descargados en la mezcladora correspondiente e iniciar un proceso de premezcla; concluido este paso automáticamente se inyecta agua para obtener la humedad requerida, continuando con el proceso de homogenización de la misma o fase de mezclado.

Ilustración 0.9 Mezclado

En ese momento se tiene la mezcla lista para la elaboración del producto, la cual es depositada a través de una compuerta de la mezcladora en la tolva de la máquina formadora, comenzando el proceso de estructurado del bloque en el molde preestablecido. bloque en el molde preestablecido.

Ilustración 0.10 Mezclado

Formado

Alimentación

Ilustración 0.11 Alimentación

Proceso en el cual el material es llevado de la tolva de la máquina formadora por una bandeja que lo ubica dentro del molde de manera uniforme con ayuda de un agitador.

Vibrado y prensado

La vibración es proceso con lo cual se logra compactar el material en el molde.

Ilustración 0.12 El vibrado y prensado

La vibración es el método de asentamiento práctico más eficaz conseguido hasta ahora, dando un concreto de características bien definidas como son la resistencia mecánica, compacidad y un buen acabado.

La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas y con una frecuencia elevada. Bajo este efecto, la masa de concreto que se halla en un estado más o menos suelto según su consistencia, entra a un proceso de acomodo y se va asentando uniforme y gradualmente, reduciendo notablemente el aire atrapado.

Desmoldado

Es el proceso por el cual el bloque de hormigón es retirado de su matriz.

Ilustración 0.13 El desmoldado

Curado

Cuando el bloque ya está formado es automáticamente depositado en unos estantes especiales llamados "racks", los cuales son trasladados con montacargas y llevados a cuartos herméticos.

Ilustración 0.14 Curado

Ilustración 0.15 Racks

En los cuartos herméticos se someten a un proceso de curado usando agua o vapor con la finalidad de acelerar el fraguado y obtener altas resistencias en corto tiempo permitiendo manipular y almacenar los productos.

Cubicado

Ilustración 0.16 Cubicado

Los bloques curados son desmontados automáticamente de los estantes o racks y por medio de un sistema de transporte son llevados a una máquina cubicadora, la que semiautomáticamente dispone de los productos en palets de madera para ser almacenados y posteriormente despachados.

Características de bloques elaborados en fábrica

Las formas y tamaños de los bloques comunes de hormigón han sido estandarizados para asegurar una uniformidad en las construcciones.

Los bloques poseen dimensiones uniformes para facilitar la modulación, de 20 y 40 cm de alto y largo respectivamente, que incluye una cama de mortero de hormigón; variando únicamente en el ancho.

Los bloques son económicos, livianos, resistentes al fuego, durables (tienen una vida útil de aproximadamente 50 años) y capaces de resistir cargas pesadas.

Las propiedades físicas tales como la geometría, la densidad, la absorción y la eflorescencia, también influyen en la resistencia del elemento estructural; otros factores relacionados al proceso constructivo como el desplome con la verticalidad y la excentricidad de la carga actuante, que producirán momentos flexionantes en dirección normal a su plano, reducirán la resistencia comparativamente a una sección sujeta a carga axial simple.

- **Geometría**

  La geometría de un bloque se refiere a las dimensiones del mampuesto.

- **Densidad**

Permite determinar si un bloque es pesado o liviano, además indica el índice de esfuerzo de la mano de obra o de equipo requerido para su manipulación desde su fabricación hasta su asentado.

- **Absorción**

La absorción del agua se mide como el paso del agua, expresado en porcentaje del peso seco, absorbido por la pieza sumergida en agua. Esta propiedad se relaciona con la permeabilidad de la pieza, con la adherencia de la pieza y del mortero y con la resistencia que puede desarrollar.

Clasificación de los bloques de hormigón

Según la norma INEN 638 (Ver anexos), los bloques huecos de hormigón se clasificarán de acuerdo a su uso en cinco tipos, como se indica en la tabla 1.

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.

Tabla 1. Tipos de bloques de hormigón

Por otro lado, en nuestro medio ciertas industrias han clasificado a los bloques de la siguiente manera:

- Bloques livianos
- Bloques pesados
- Bloques de fachada

Bloques Livianos: Sus pesos van desde 3 a 13 Kg, las dimensiones son de acuerdo a los requerimientos y sus resistencias oscilan entre 20 a 40 Kg/cm2 aproximadamente.

Detalle Producto	Requerimiento	Medida/cm	Peso/lbs.
PL -1S T-6	12,5/m^2	6,5 x 19 x 39	13,23
PL -6	12,5/m^2	6,5 x 19 x 39	13,23
TL -6	25/m^2	6,5 x 19 x 39	6,50
PL -1S T-9	12,5/m^2	9 x 19 x 39	15,87
PL -9	12,5/m^2	9 x 19 x 39	15,43
TL -9	25/m^2	9 x 19 x 19	7,93
PL -14	12,5/m^2	14 x 19 x 39	20,28
TL -14	25/m^2	14 x 19 x 19	10,58
PL -19	12,5/m^2	19 x 19 x 39	29,10
TL -19	25/m^2	19 x 19 x 19	15,87
TL -6	25/m^2	6,5 x 19 x 39	6,50

Tabla 2. Bloques de hormigón livianos

Nomenclatura:

- PL-1ST: Pieza liviana – un solo toque
- PL: Pieza liviana

- TL: Traba liviana

Ilustración 0.17 Bloque PL -6 para paredes livianas

Ilustración 0.18 Bloque PL -1S T-6 para paredes livianas

Ilustración 0.19 Bloque TL -6 para trabas

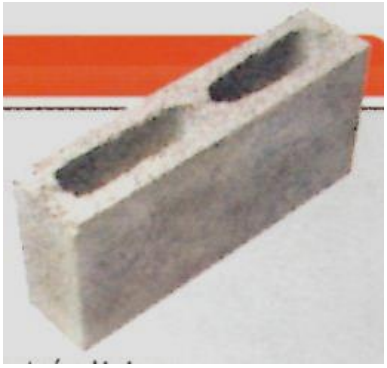

Ilustración 0.25 Bloque PL -9 para paredes livianas

Ilustración 0.26 Bloque PL -1S T-9 para paredes livianas

Ilustración 0.27 Bloque TL -9 para trabas

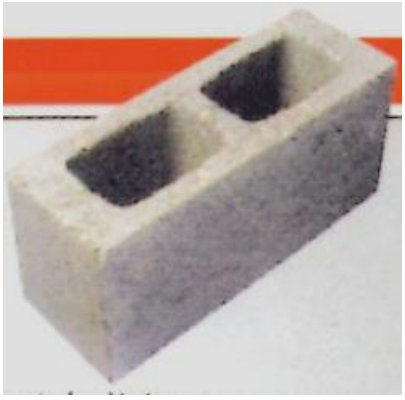

Ilustración 0.20 Bloque PL -14 para paredes livianas

Ilustración 0.21 Bloque TL -14 trabas

Ilustración 0.22 Bloque PL -19 paredes livianas

Ilustración 0.23 Bloque TL -19 trabas

Pesados: Sus resistencias se encuentran entre de 30 a 80Kg/cm2, pesos de 3 a 18Kg y sus dimensiones y modelos van de acuerdo a los requerimientos.

Detalle Producto	Requerimiento	Medida/cm	Peso/lbs.
P-6	12,5/m^2	6,5 x 19 x 39	17,85
T-6	25/m^2	6,5 x 19 x 39	7,94
P-9	12,5/m^2	9 x 19 x 39	22,04
T-9	25/m^2	9 x 19 x 19	11,02
P9-E	12,5/m^2	9 x 19 x 39	23,15
E -9	5 u/ml	9 x 19 x 39	32,07
P14-A	12,5/m^2	14 x 19 x 39	31,30
P14-B	12,5/m^2	14 x 19 x 39	30,87
T-14	25/m^2	14 x 19 x 19	17,63
E -14	5/ml	14 x 19 x 39	39,24
P -19A	12,5/m^2	39 x 19 x 19	40,12
P-19B	12,5/m^2	39 x 19 x 19	39,68
T-19	25/m^2	19 x 19 x 19	22,48
P-25	12,5/m^2	25 x 19 x 39	48,50

Tabla 3. Bloques de hormigón pesados

Ilustración 0.24 Bloque P- 6 para paredes

Ilustración 0.25 Bloque T-6 – Traba

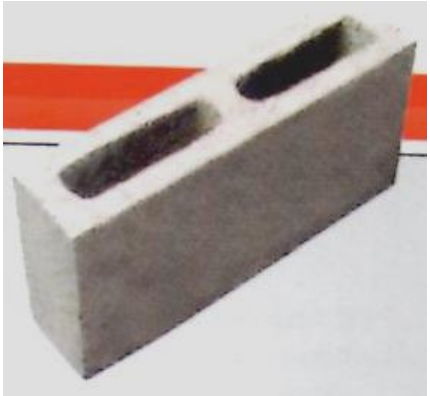

Ilustración 0.26 Bloque P- 9 para paredes

Ilustración 0.27 Bloque P- 9 E para paredes

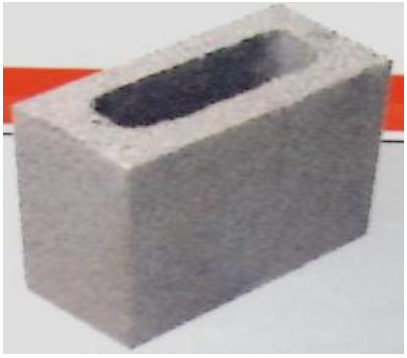

Ilustración 0.28 Bloque T-9 – Traba

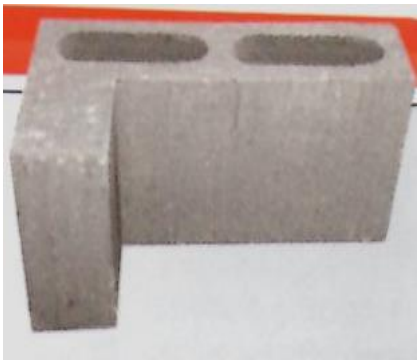

Ilustración 0.29 Bloque esquinero E- 9 para paredes

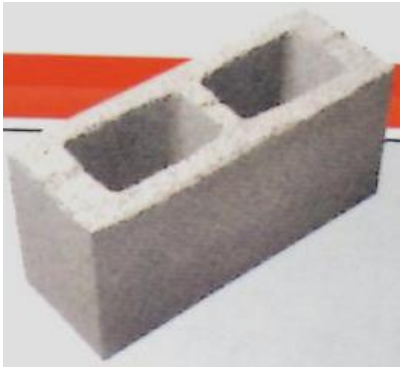

Ilustración 0.30 Bloques P14-A para paredes

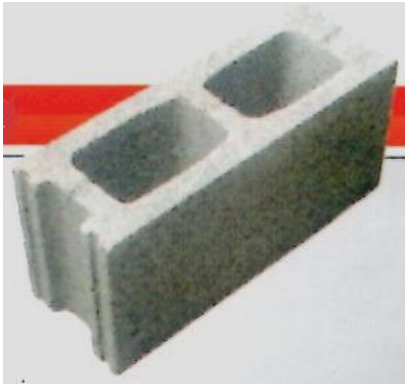

Ilustración 0.31 Bloque P14-B para Paredes

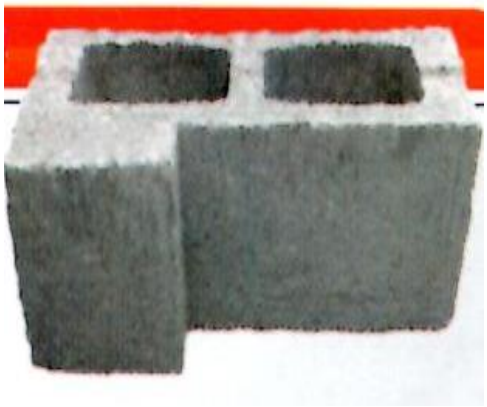

Ilustración 0.32 Bloque E-14 bloques esquineros

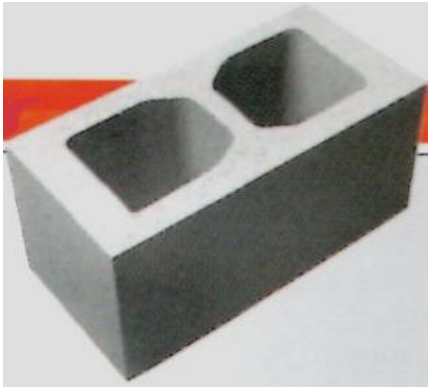

Ilustración 0.33 Bloque P19-A para paredes

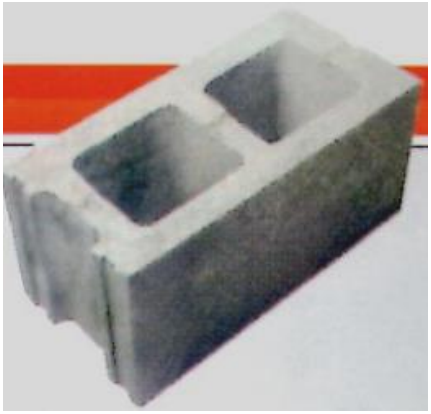

Ilustración 0.34 Bloque P19-B para paredes

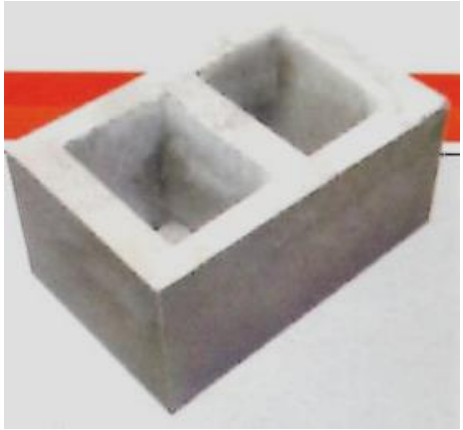

Ilustración 0.35 Bloque P-25 Para paredes de 25 cm

De fachada: Sus pesos son de aproximadamente 13 Kg y sus resistencias van por el orden de los 30Kg/cm2.

Detalle Producto	Requerimiento	Medida/cm	Peso/lbs.
F-1	12,5/m^2	9 x 19 x 39	13,20
F-3	25/m^2	9 x 19 x 39	13,00

Tabla 4. Bloques de fachada

Ilustración 0.36 Bloque F-1 paredes decorativas

Ilustración 0.37 Bloque F-3 Paredes decorativas

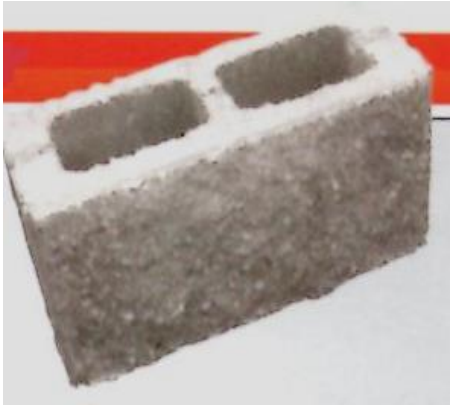

Ilustración 0.38 Bloque F-14 Paredes decorativas

Dimensiones

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

TIPO	Dimensiones Nominales				Dimensiones Reales	
	Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
A,B	40	20,15,10	20	39	19,40,09	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

Tabla 5. Dimensiones de los bloques de hormigón - INEN

Por convenio entre el fabricante y el comprador, podrán fabricarse bloques de dimensiones diferentes de las indicadas.

Los bloques de un mismo tipo deben tener dimensiones uniformes. No se permite en ellos una variación mayor de 5mm.

Uso de bloques de hormigón

El uso de los bloques de hormigón es de acuerdo al tipo:

Bloques pesados

- Paredes exteriores e interiores.
- Paredes de cerramientos.
- Remate de paredes trabadas.
- Sistemas de mampostería armada.
- Paredes de alta resistencia.
- Muros.

Bloques livianos

- Paredes livianas interiores.
- Remate de paredes trabadas.

Bloques de Fachadas

- Paredes decorativas exteriores e interiores.
- Muros para viviendas (exteriores e interiores), parapetos, muros de contención, sobre cimientos, etc.

Elaboración de bloques artesanales

La elaboración de bloques de manera artesanal implica un proceso no tecnificado, que no contempla un control riguroso de calidad basándose en una producción a menor ritmo que el industrial.

Existen lugares donde se elaboran bloques de hormigón de manera artesanal, con la finalidad de satisfacer en menor escala la demanda del sector constructivo.

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

hormigón, 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 de fabricación de bloques de hormigón establecidos.

Algunos aspectos importantes que involucra la fabricación artesanal de los bloques de hormigón son:

- **Materiales:** Para la confección del bloque sólo se requiere materiales usuales, como son: piedra (partida), arena, cemento y agua; un equipo de vibrado y moldes metálicos correspondientes.
- **Economías:** La construcción con bloques de hormigón presenta ventajas económicas, las cuales se originan en la rapidez de ejecución, siendo posible su elaboración en obra, evitando así el problema de transporte de unidades fabricadas, lo cual representa aspectos favorables para la autoconstrucción.
- **Mano de Obra:** La mano de obra debe ser calificada a nivel de operario, contándose con apoyo técnico y supervisión en el caso de la autoconstrucción.

Proceso de producción

En el proceso de la producción se debe tener claro los recursos a ser utilizados, el esquema de flujo de la fabricación y los patrones de calidad que garantice el mejor producto.

Para asegurar la calidad de los bloques de hormigón se deberá controlar, durante la fabricación, la dosificación de los materiales de la mezcla definida, la cual se recomienda se efectúe por peso.

Una condición imprescindible que deben satisfacer los bloques es su uniformidad; no sólo en lo relativo a la constancia de sus dimensiones, especialmente su altura, sino también en cuanto a la densidad, calidad, textura superficial y acabado.

En todo proceso productivo de elementos para la construcción, se realizan una serie de actividades las cuales guardan estrecha relación entre sí; 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.

2.6.1.1 Áreas de producción

Una producción a mediana escala móvil o estacionaria requiere contar con zonas apropiadas para las diferentes etapas de fabricación.

Se debe ambientar una zona distribuida en:

- Zonas de materiales y agregado.
- Zona de mezclado y fabricación.
- Zona de desmolde.
- Zona de curado y almacenado.

2.6.2 Secuencia de fabricación

La producción de bloques de hormigón consiste en cuatro etapas básicas:

- Dosificación.
- Mezclado.
- Moldeado
- Fraguado.
- Curado.
- Secado y almacenamiento.

2.6.2.1 Dosificación

La dosificación de los materiales se hará por volumen, utilizando latas, parihuelas o cajones de madera, carretillas o lampadas, tratando de evitar este último sistema.

De manera general, la mezcla de hormigón empleada para los bloques de hormigón contiene un gran porcentaje de arena y un bajo porcentaje de piedra 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.

En otro caso, si se emplea ceniza o algún elemento de origen volcánico en lugar de arena y grava, el resultado es un mampuesto con una apariencia de color gris oscuro con una textura media, buena resistencia, larga duración. Un bloque elaborado con estos materiales, por lo general pesa entre 11.8 y 15.0 kg.

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.

Ilustración 0.39 Dosificación y mezclado

Ilustración 0.40 Proceso de vibración

2.6.2.2 Mezclado

Mezclado manual.- Definida la dosificación de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. Después del mezclado se incorpora el agua en el centro del hoyo de la mezcla, luego se cubre el agua con el material seco de los costados, para luego mezclar todo uniformemente.

Mezclado mecánico.- Para mezclar el material utilizando mezcladora se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados en el tambor, hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega

agua y se continúa la mezcla húmeda durante 3 a 6 minutos. Si los agregados son muy absorbentes, incorporar a los agregados la mitad o los 2/3 partes de agua necesaria para la mezcla antes de añadir el cemento; finalmente agregar el cemento y el resto del agua, continuando la operación de 2 a 3 minutos.

2.6.2.3 Moldeado

Una vez mezclado los materiales, ya sea en forma manual o con mezcladora, se moldea los bloques en la máquina vibradora. 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.

Obtenida la mezcla se procede a vaciarla dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora, cuando se ha colocado en el molde, la mezcla de hormigón, 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 varilla se puede acomodar la mezcla. El vibrado se mantiene hasta que aparezca una película de agua en la superficie, luego del mismo se retira el molde de la mesa y se lleva al área de fraguado, y se desmolda el bloque en forma vertical.

La dureza y la forma de los agregados determinan el tiempo de vida de los moldes.

No es necesario cambiar todas las partes de los moldes al mismo tiempo. Algunas pueden durar más tiempo y tolerar mayor desgaste que otras antes de ser cambiadas.

Algunos moldes pueden ser costosos, sin embargo, en este caso, tienen una larga vida aprovechable, aunque las piezas de forrado interior o de desgaste sí requieren cambiarse periódicamente.

Ilustración 0.41 Desmolde

2.6.2.4 Fraguado

Una vez fabricados los bloques, éstos deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse.

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 dejarán 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 y ser colocados en rumas para su curado.

Ilustración 0.42 Fraguado

2.6.2.5 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 hormigón.

Los bloques se deben colocar en rumas de máximo cuatro unidades y dejando una separación horizontal entre ellas de dos centímetros, como mínimo, para que se puedan humedecer totalmente por todos los lados y se permitan la circulación de aire.

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.

El curado se puede realizar también sumergiendo los bloques en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días. Lo más recomendado para el proceso de curado, y también para el almacenamiento, es hacer un entarimado de madera, que permita utilizar mejor el espacio y al mismo tiempo evitar daños en los bloques.

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.

Ilustración 0.43 Curado

2.6.2.8 Secado y Almacenamiento

La zona destinada para el almacenamiento de los bloques debe ser suficiente grande para mantener la producción de aproximadamente dos semanas y permitir que después del curado los bloques se sequen lentamente.

La zona de almacenamiento 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.

Control de calidad

Dimensionamiento

Se mide en cada espécimen entero el largo, el ancho y la altura, con la precisión de 1mm; cada medida se obtiene como el promedio de tres medidas en los bordes y al medio en cada cara. Los bloques de hormigón deben tener una altura no mayor de 20 cm, un ancho menor de 7 cm, un largo menor de 40 cm.

Alabeo

Es un defecto que tiene el bloque de presentar una deformación superficial en sus caras; el alabeo se presenta como concavidad o convexidad.

Para medir la concavidad, se coloca el borde recto de la regla longitudinalmente, y se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima. Para la medición de la convexidad se apoya el bloque sobre una superficie plana, se introduce en cada vértice opuesto diagonalmente

en dos aristas, buscando el punto para la cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida.

Almacenamiento de bloques de hormigón en obra

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 rumos de más de 2m. Lo ideal sería de máximo 1,5m, 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.

Manipulación de los bloques de hormigón en obra

Se debe tener precaución al momento de manipular los bloques de hormigón, así es necesario considerar las siguientes recomendaciones:

- Usar cascos y mascarillas.
- No tirar los bloques contra el piso o terreno, ya que esto debilita al bloque.
- Limpiar el bloque si este tiene presencia de otro material.
- Usar las herramientas apropiadas para su colocación en paredes.
- Cortar el bloque a la medida que se necesite como traba usando una cortadora eléctrica.
- Para realizar instalaciones eléctricas o sanitarias por pared, utilice una cortadora eléctrica.

Aceptación y rechazo de los bloques de hormigón en obra

La calidad de los bloques de hormigón depende del 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 utilizaran en una obra, considerar lo siguiente:

- Para el uso estructural, se deben rechazar los bloques que no sean de origen industrial.
- Los bloques deben presentan características de homogeneidad en las dimensiones, superficies planas, espesor de las celdas constante, acabado y color uniforme.
- No deben presentar fisuras ni defectos aparentes.
- Un bloque de buena calidad presenta un color gris característico, indicando la adecuada dosificación del cemento.
- Los bloques aceptados para fines estructurales deben tener una resistencia mínima a compresión de 100 Kg/cm2 en su área neta.

CAPÍTULO 3

BLOQUES DE ARCILLA

Generalidades

La humanidad descubrió las útiles propiedades de la arcilla en tiempos prehistóricos, se utilizó para construir edificaciones, de tapial, adobe y posteriormente ladrillo y bloque, elementos de construcción cuyo uso aún perdura.

Desde la utilización del barro a la cocción de ladrillos regulares, la arcilla pasó por un largo proceso evolutivo encaminado a mejorar su calidad como material de piezas de construcción. En las civilizaciones antiguas del Medio Oriente y el Mediterráneo, donde se podía obtener con facilidad, se convirtió en el elemento fundamental para la edificación.

Con la introducción de maquinarias modernas, la arcilla es procesada en forma consistente en tamaños estándares, y horneados para producir mampuestos fuertes, durables y atractivos.

Definición de bloque de arcilla

Es un elemento simple hecho de arcilla, con o sin adición de otros materiales, moldeado en forma de paralelepípedo ortogonal, con uno o más huecos transversales en su interior.

Medidas Principales

Se entiende por medidas principales el ancho, el alto y el largo del bloque y deben mencionarse en ese orden.

Materia Prima

La materia prima empleada en la fabricación de bloques de arcilla es:

- Arcilla (diferentes tipos).

- Agua.

- Aditivos, si así lo requiriere; los más utilizados son los siguientes:

  • Arena
  • Carbonato de bario
  • Carbonato cálcico micronizado (molienda fina o micronización de calizas extremadamente puras).
  • Poliestireno

En el caso de las industrias ecuatorianas, la obtención de arcilla la realizan en depósitos en sectores de Azuay, Loja, Manabí, Guayas, entre otros.

Arcilla

La arcilla no es una roca primitiva sino el producto de la descomposición de ciertas rocas ígneas antiguas, se presenta en terrenos llamados estratificados generalmente en capas muy regulares, es un elemento que, al aplicársele agua, se convierte en dúctil y maleable.

La arcilla es una roca sedimentaria formada a partir de depósitos de grano muy fino, compuesta esencialmente por silicatos de aluminio.

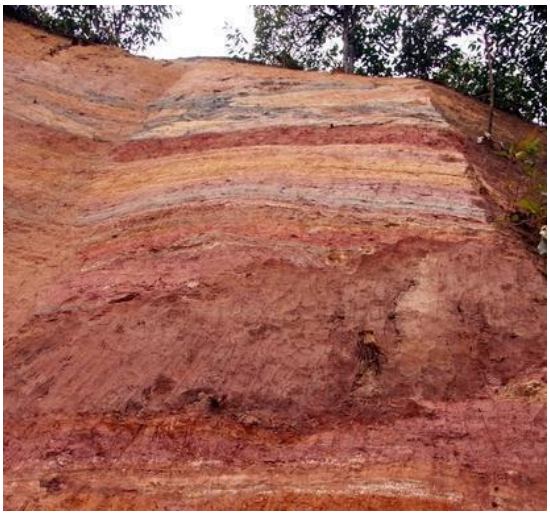

Ilustración 0.1 Arcilla

Las formas que se le confieren cuando está húmeda se conservan tras la desaparición del agua.

La abundancia de la arcilla en la naturaleza, su relativa facilidad de tratamiento y la resistencia e impermeabilidad de este elemento lo convierten en un material bastante utilizado en la actualidad.

Clases de arcilla de acuerdo a su procedencia.

• **Primarias o residuales**: Formadas in situ, o sea, donde se desintegró la roca.

Contienen partículas sin ninguna clasificación, desde caolinizadas hasta fragmentos de roca y minerales duros e inalterados.

• **Secundarias o sedimentarias**: Han sido transportadas y depositadas en pantanos, lagos, el océano, etc. Están clasificadas por tamaño debido al transporte.

Propiedades físicas de la arcilla

- **Plasticidad:** Se debe a su morfología laminar, tamaño de partícula extremadamente pequeño y alta capacidad de hinchamiento.

  Mediante la adición de una cierta cantidad de agua, puede ser modelada fácilmente y al secarse se torna firme.
- **Dureza:** Lo sufren a ser sometidas a la acción de calor.
- **Color:** Presentan coloraciones diversas debido a la presencia en ellas de óxido de hierro y carbonato cálcico
- **Absorción:** Está directamente relacionada con las características texturales, superficie específica y porosidad.
- **Refractariedad:** Propiedad de resistir los aumentos de temperatura sin sufrir variaciones, aunque cada tipo de arcilla tiene una temperatura de cocción.

Acción del calor sobre bloques de arcilla

La eliminación del agua higroscópica se da a una temperatura de aproximadamente 100° C, aún no pierde su agua de composición y conserva la propiedad de dar masas plásticas.

Con una temperatura entre 300 y 400° C el agua llamada de combinación es liberada, perdiendo la propiedad de dar masas plásticas aunque se le reduzca a polvo y se le añada suficiente agua.

Entre 600 y 700° C el agua en la arcilla es totalmente eliminada.

Por la acción del calor entre 700 y 800° C adquiere propiedades tales como dureza y contracción, la sílice y la alúmina comienzan a formar un silicato anhidro (Mullita: Al_2O_3 SiO_2).

Esta combinación se completa al parecer entre 1100 y 1200° C. Hacia los 1500° C aparecen los primeros síntomas de vitrificación.

Coloración

Ésta se debe a la presencia de óxidos metálicos, principalmente el de hierro (por su actividad y abundancia). Dependiendo de si la llama es oxidante o reductora se colorea de rojo, amarillo, verde o gris. También el titanio, el vanadio producen fenómenos similares.

Ilustración 0.2 Coloración de Arcillas

Materiales acompañantes

Granos de cuarzo, feldespato, micas, carbonatos (Ca y Mn), compuestos de hierro (óxidos, carbonatos, silicatos y sulfuros) y material orgánico.

Agua

Respecto al agua necesaria para la fabricación de bloques de arcilla, no es necesario que sea potable, en algunos hasta se emplea agua de río.

Elaboración de bloques de arcilla en fábrica

Se caracteriza por la implementación de líneas de producción, las que tienden a robotizarse con lo que se incrementa notablemente el rendimiento.

Requieren amplia y variada cantidad de insumos lo que permite producir en gran escala. Sus insumos son aportados por la misma naturaleza o por otras industrias.

Se elaboran grandes cantidades de productos con una calidad similar debido a la precisión de los procesos productivos con la consiguiente disminución de costos.

Las grandes industrias elaboran una gran cantidad de productos debido a la tecnología utilizada y a los grandes capitales empleados que le permiten sostener el ciclo productivo y financiar la venta de su producción para llegar a un mayor número de consumidores.

El proceso que se sigue es:

- Almacenamiento
- Molienda/Mezclado
- Amasado
- Moldeo
- Secado
- Cocción

Almacenamiento

La arcilla sin tratar es transportada mediante camiones hasta el emplazamiento donde se descarga y se almacena hasta su posterior uso. El almacenamiento puede realizarse a la intemperie o mediante una tolva de almacenamiento.

Dicha tolva de almacenamiento está formada por un receptáculo diseñado para almacenar la arcilla que proviene directamente de la cantera. Normalmente está fabricado en acero anti desgaste y tiene una capacidad suficiente para alimentar a la planta durante varias horas.

Ilustración 0.3 Extracción y traslado de arcilla

Molienda/Mezclado

En el proceso de molienda se realiza la trituración de la arcilla sin tratar que proviene directamente de la cantera, y de esta manera se obtiene la materia prima con la granulometría y textura necesarias para su posterior conformado.

En Ecuador se fabrican bloques por vía semihúmeda, donde el proceso de humectación de la arcilla puede comenzar desde el mismo lecho de homogeneización.

Ilustración 0.4 Mezcla de arcilla con agua

En estas condiciones el agua queda fuertemente ligada al cristal arcilloso, dando como resultado un aumento de la plasticidad y cohesión de la masa arcillosa, así como un aumento de su resistencia a las tensiones del secado.

Amasado

La arcilla debe estar lo bastante húmeda (en general entre valores de 12 a 15% de humedad) para que se pueda mantener homogénea cuando se trabaja.

Para el amasado de la arcilla, en las fábricas se utiliza la amasadora, máquina especialmente diseñada para la homogeneización de una mezcla de arcilla y la incorporación de más agua o de colorantes y aditivos.

Las palas al girar, hacen que la arcilla juntamente con el agua y los aditivos formen una pasta homogénea con la plasticidad necesaria.

Moldeo

Para la fabricación de bloques de arcilla el proceso de moldeo se realiza por extrusión.

En la extrusión, la pasta de arcilla humectada se hace pasar a través de un molde perforado empujado por una hélice giratoria. La arcilla extrusionada adquiere el perfil de la boquilla incorporada, pudiéndose modificar en función del tipo de pieza a producir.

Del efecto del extrusionado resulta una mayor absorción del agua por la arcilla, obteniéndose una pasta muy homogénea. El barro es menos pegajoso y se trabaja con menores problemas.

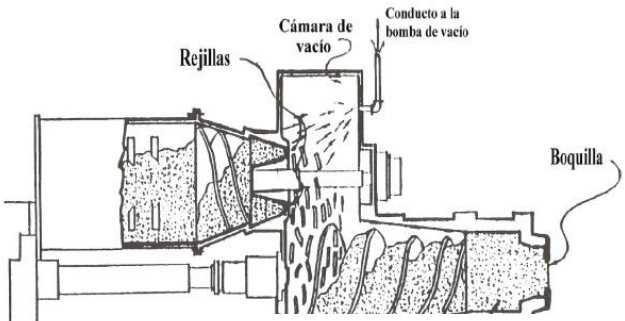

Ilustración 0.5 Extracción de aire de la masa y por boquilla

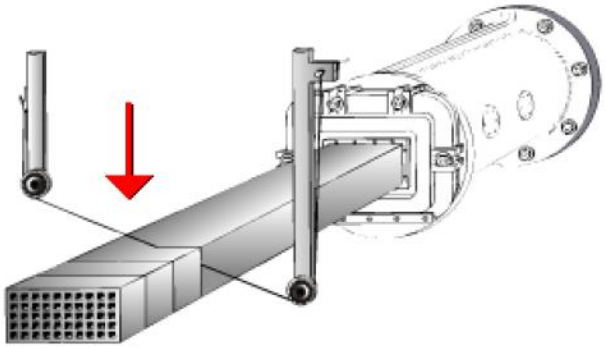

Ilustración 0.6 Extrusionado y corte de precisión

Secado

El objetivo del secado es la reducción del contenido de humedad de las piezas antes de su cocción, es una operación compleja en la que convergen múltiples factores: naturaleza de la arcilla, grado de preparación y homogeneización, tensiones que pueden haber tenido lugar durante el moldeo, diseño y formado de la pieza, uniformidad de secado, etc.

El tipo de secado que se lleve a cabo influirá en la resistencia y calidad final de la pieza después de su cocción.

Puede realizarse de dos formas distintas: natural o artificial.

Ilustración 0.7 Horno de secado

Secado natural

Para el secado natural, el material es colocado en cobertizos o a la intemperie donde disminuye su contenido de humedad hasta su nivel óptimo antes de entrar en el horno.

Secado artificial

El secado artificial emplea fuentes de calor de distintos orígenes, en general se suelen aprovechar los gases de enfriamiento del horno de cocción para el propio proceso de secado (y por lo tanto no se producen emisiones adicionales).

El material cargado en el secadero, se introduce con un alto grado de humedad, y mediante la recirculación de grandes cantidades de aire caliente (entre 90 y 110 ºC) seco, se baja el contenido en agua hasta un nivel aproximado del 2%. Con este porcentaje de humedad el material ya puede introducirse en el horno.

Cocción

La cocción es la fase más importante y delicada del proceso de fabricación de productos de arcilla. En este proceso se confiere a la pieza las propiedades deseadas, al mismo tiempo que se muestra si las fases precedentes (amasado, moldeo y secado) se han llevado a cabo correctamente o no. Las piezas se cuecen en hornos, a una temperatura que va desde 875º C hasta algo más de 1000ºC.

Estos hornos consisten en un largo canal por el que se empuja un tren de vagones sobre rieles.

El horno está formado por una zona de fuego fija, mientras el material a cocer se desplaza. El material se deposita en vagonetas y éstas se van moviendo a lo largo de un túnel.

El armazón inferior de las vagonetas está protegido por un grueso revestimiento de material aislante y refractario, y tiene un tope que resbala en una correspondiente ranura en las paredes del horno. En el borde inferior se dispone una plancha que se desliza sobre arena para crear mayor hermeticidad. Para proteger las ruedas contra el calor, se puede impulsar aire frío debajo de las vagonetas, a lo largo de los ríeles y las ruedas.

Igualmente las vagonetas están ajustadas unas a otras, sin espacios libres intermedios, y se empujan en el túnel mediante un dispositivo especial.

Para conseguir la temperatura óptima para la cocción de los productos de arcilla (entre 875 y 1.000 ºC), se produce un consumo significativo de combustible y una emisión de contaminantes al aire, debido al proceso de combustión que tiene lugar.

Aunque cabe destacar que en este caso, las emisiones al aire son canalizadas ya que estos tipos de hornos disponen de una o varias chimeneas que emiten los humos al exterior.

Por otro lado también existe emisión de calor producida por los gases calientes que se desprenden del horno. Por último, se pueden generar residuos inertes correspondientes a piezas cocidas que no cumplen con la calidad requerida o tienen algún tipo de defecto.

Tipos de bloques de arcilla

En nuestro país a los bloques de arcilla están clasificados en los siguientes grupos:

- **Bloque Rayado de Pared**

Detalle del bloque	Cant m^2	Medida	Peso Lbs.
Bloque Rasilla Rayada	8	10 x 30 x 41	24,00
Bloque Rasilla Rayada	8	07 x 30 x 41	19,58
Bloque Rasilla Rayada	12	07 x 20 x 41	11,66
Bloque 4h Rayado	12	08 x 20 x 41	13,42
Bloque 8h Rayado	12	10 x 20 x 41	16,00

- **Bloque liso de pared**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque Rasilla Lisa	12	07 x 20 x 41	11,00
Bloque 4h Rayado	12	08 x 20 x 41	12,00
Bloque 8h Rayado	12	10 x 20 x 41	16,00
Bloque 9h Rayado	12	15 x 20 x 41	22,00

- **Bloque visto**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque 1 Hueco	47	08 x 07 x 30	4,60
Bloque 2 Huecos	47	13 x 07 x 30	5,5
Bloque 2 Huecos	33	13 x 10 x 30	9,20

- **Bloque cara lisa**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque C. 3 Hueco	88	09 x 06 x 19	3,00
Bloque C. L. 4 Huecos	59	09 x 06 x 29	3,54
Bloque C. L. 3 Huecos	53	09 x 10 x 19	4,62
Bloque C. L. 4 Huecos	35	09 x 10 x 29	6,16
Bloque C. L. 6 Huecos	25	09 x 10 x 39	9,oo

- **Bloque ornamental**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Ornamental Modelo Redondo	25	08 x 20 x 20	7,48
Ornamental Modelo Hoja	25	08 x 20 x 20	7,48
Ornamental Modelo Cuadrado	26	08 x 20 x 21	7,48
Ornamental Modelo Redondo	25	10 x 20 x 20	9,20
Ornamental Modelo Hoja	25	10 x 20 x 21	9,20
Ornamental Modelo Cuadrado	26	10 x 20 x 22	9,20

- **Bloque semimacizo recto**

Detalle	Cant. /m2	Medida	Peso/lbs
Bloque semimacizo recto	13 x 06 x 29	13 x 06 x 29	6,38
Bloque semimacizo recto	13 x 05 x 29	13 x 05 x 29	7,48
Bloque semimacizo recto	13 x 10 x 29	13 x 10 x 29	9,12

Bloque semimacizo recto0	10 x 08 x 29	10 x 08 x 29	5,12
Bloque semimacizo recto	10 x 8.5 x 25	10 x 8.5 x 25	7,26
	10 x 10 x 29	10 x 10 x 29	6,82

- **Bloque tipo viejo**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque Tipo Viejo	40	05 x 09 x 29	5,62

- **Bloque piscis**

Detalle Producto	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque Piscis (mt. Lineal)	11	05 x 09 x 29	3,95

- **Bloque semimacizo hombro recto**

Detalle	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque semimacizo hombro recto	57	113 x 06 x 29	6,38
Bloque semimacizo hombro recto	40	13 x 8,5 x 29	7,48
Bloque semimacizo hombro recto	34	13 x 10 x 29	10,12
Bloque semimacizo hombro recto	67	10 x 06 x 25	4,00
Bloque semimacizo hombro recto	47	10 x 8.5 x 25	5,66
Bloque semimacizo hombro recto	40	10 x 10 x 25	6,65

- **Bloque semimacizo hombro curvo**

Detalle	Cant/m2	Medida	Peso/lbs
Bloque semimacizo hombro curvo	57	113 x 06 x 29	6,38
Bloque semimacizo hombro curvo	40	13 x 8,5 x 29	7,48
Bloque semimacizo hombro curvo	34	13 x 10 x 29	10,12
Bloque semimacizo hombro curvo	67	10 x 06 x 25	4,00
Bloque semimacizo hombro curvo	47	10 x 8.5 x 25	5,66
Bloque semimacizo hombro curvo	40	10 x 10 x 25	6,65

Ilustración 0.8 **Bloque rayado de pared**

(1) Bloque Rasilla Rayada
(2) Bloque Rasilla Rayada
(3) Bloque Rasilla Rayada
(4) Bloque 4h Rayado

Ilustración 0.9 **Bloque de losa**

(6) Bloque 9h Rayado
(7) Bloque 9h Rayado
(8) Bloque 12h Rayado

Ilustración 0.10 **Bloque liso de pared**

(9) Bloque Rasilla Lisa
(10) Bloque 4h Rayado
(11) Bloque 8h Rayado
(12) Bloque 9h Rayado

Ilustración 0.11 **Bloque visto**

(13) Bloque 1 Hueco
(14) Bloque 2 Huecos
(15) Bloque 2 Huecos

Ilustración 0.12 Bloque cara lisa

(16) Bloque C. 3 Hueco
(17) Bloque C. L. 4 Huecos

Ilustración 0.13 Bloque cara lisa

(18) Bloque C. L. 3 Huecos
(19) Bloque C. L. 4 Huecos
(20) Bloque C. L. 6 Huecos

Ilustración 0.14 Bloque piscis

(21) Bloque Piscis (mt. Lineal)

Ilustración 0.15 Bloque ornamental
(22) Ornamental Modelo Redondo
(23) Ornamental Modelo Hoja
(24) Ornamental Modelo Cuadrado

Ilustración 0.16 Bloque semimacizo recto

Ilustración 0.17 Bloque Tipo Viejo

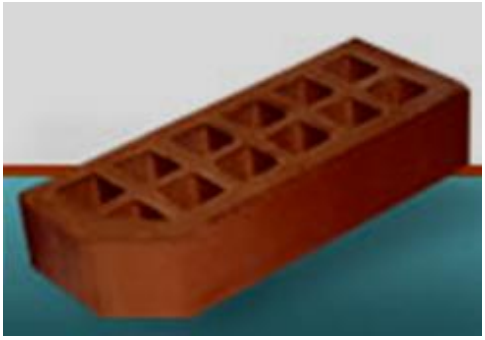

Ilustración 0.18 Bloque semimacizo hombro recto

Ilustración 0.19 Bloque semimacizo hombro curvo

Ilustración 0.20 Big Bloque de arcilla

Uso de bloques de arcilla

- **Como elemento decorativo, aportando un toque de sobriedad, elegancia y belleza en el acabado.**
- **Los bloques de arcilla lisos (vistos) no necesitan ser enlucidos, por lo cual hay un gran ahorro de dinero.**

- **Son refractarios a la temperatura, aislante térmico, no permiten el paso del frío o del calor, mínima absorción, no permiten el paso del ruido (acústico).**

Ilustración 0.21 Usos de bloques de arcilla en paredes

Elaboración artesanal de bloques de arcilla

Se caracteriza por no trabajar en serie, emplea mayor cantidad de trabajadores, en relación con las unidades producidas en los procesos industriales, por el carácter personal de su producción y por el tratamiento que deben tener sus insumos.

Se utilizan los insumos tal como lo obtienen de la naturaleza sin efectuar mayores cambios en sus propiedades naturales.

La producción artesanal permite elaborar productos con ciertas características, en cantidades limitadas.

Los artesanos le imprimen a sus productos sus capacidades distintivas, permitiendo lograr resultados únicos y a veces irreproducibles.

La producción está limitada por la capacidad del artesano, quien al efectuarla personalmente no puede lograr las cantidades que se obtienen a través de procesos implementados en líneas de producción.

Proceso

Se extrae arcilla, y ésta es llevada a un molino, donde se tritura, luego es trasladado a una alimentadora en la cual se agrega agua, para que posteriormente sea llevada a la cámara de vacíos en la cual se muele y se la lleva al molde, mientras más pigmento tenga esta masa, más oscuro será el bloque, luego se lo pone al sol y se cuida de que no reciba agua.

Después, se procede al precalentamiento y éste toma tres días, luego se somete a una temperatura aproximada de 1000°C durante 7 u 8 horas.

Almacenamiento de bloques de arcilla

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

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

Manipulación de los bloques de arcilla

Se debe tener precaución al momento de manipular bloques de arcilla:

- 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.
- No cortar el bloque para usarlo como traba, utilice las trabas del mismo material de arcilla.
- Para realizar instalaciones eléctricas o sanitarias por pared, utilice una cortadora.

Aceptación y rechazo de los bloques de arcilla

La calidad de los bloques de arcilla varía 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 utilizaran en una obra debemos tomar encuentra los siguientes aspectos:

- El bloque de fabricación artesanal no debe ser utilizado con fines estructurales.
- Se debe aceptar las piezas 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.
- No se deben aceptar bloques muy quemados o poco cocidos (ni muy oscuros ni muy claros).
- También las piezas de arcilla fisuradas de alta porosidad, con presencia de otros materiales (como paja o piedra) deben ser rechazadas para su uso en las paredes.
- Cuando se observa en una pila de piezas una gran cantidad de bloques rotos, esto es indicativo de la excesiva fragilidad del conjunto.

Se deben rechazar los bloques que no presenten estas características.

CAPÍTULO 4

ENSAYOS REALIZADOS

Generalidades

Los ensayos en los bloques de hormigón se los realiza siguiendo las normas INEN 639, INEN 642, INEN 643, las cuales se usan con la finalidad de determinar la calidad de los bloques destinados a construcciones por medio de la ejecución de los procedimientos necesarios para determinar la resistencia mecánica a la compresión, absorción máxima de agua y contenido de humedad.

Ensayos realizados en bloques de hormigón

Ensayo de resistencia a la compresión

Este procedimiento consiste en someter los bloques huecos de hormigón a una carga progresiva de compresión, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

Equipo

Puede usarse cualquier máquina de compresión provista de un plato con rótula de segmento esférico, siempre que las superficies de contacto de los apoyos sean iguales o mayores que las muestras de pruebas.

Ilustración 0.1 Máquina para el ensayo

Preparación de muestras

Para determinar la resistencia a la compresión deben usarse bloques enteros seleccionados de acuerdo a la norma INEN 639.

Ilustración 0.2 Muestras para el ensayo

Cada bloque deber ser sumergido en agua a temperatura ambiente, por un período de 24 horas y luego recubierto por capas de mortero de cemento-arena o azufre-arena.

Ilustración 0.3 Muestras sumergidas en agua

- **Colocación de las capas de mortero de cemento-arena sobre los bloques**

Para recubrir los bloques de capas de mortero de cemento-arena se someterán al siguiente tratamiento de preparación:

- Recubrir las caras de la muestra que van a estar en contacto con la capa compuesta de mortero de cemento-arena en partes iguales y con un espesor no mayor a 6mm, para conseguir el paralelismo y la regularidad de estas caras.
- Emplear como tablero de trabajo una placa de acero de espesor no menor de 10mm, con la cara superior pulida y nivelada en dos direcciones en ángulo recto, mediante un nivel de burbuja.
- Colocar sobre esta placa una capa de mortero de cemento-arena, en partes iguales y con una relación agua-cemento de no más de 0.35.
- Colocar la cara de contacto del bloque sobre la capa de mortero y presionada suavemente hasta que ésta se adhiera al bloque en un espesor máximo 6mm.

Ilustración 0.4 Muestras con mortero cemento-arena

- Repetir la operación con la cara opuesta, comprobando en ambos casos el paralelismo de las caras de contacto mediante el nivel de burbuja.
- Retirar el mortero sobrante de las aristas del bloque, dejando a éste con una forma regular.
- Comprobar el paralelismo de las dos caras recubiertas de mortero de cemento por medio de un nivel de burbuja.
- Una vez aplicadas las capas de mortero, cubrir el bloque con un paño húmedo y mantenerlo cubierto por 24 horas.
- Transcurridas las 24 horas, sumergir cada bloque en agua y mantenerlo sumergido por el tiempo de tres días.

Ilustración 0.5 Muestras sumergida en agua

- **Colocación de las capas de mortero de azufre-arena sobre los bloques**

Para recubrir los bloques de capas de mortero de cemento-arena se someterán al siguiente tratamiento de preparación:

- En caso de emplearse el mortero de azufre-arena, éste deberá contener azufre en una proporción del 40% al 60%, con arcilla u otro material inerte.
- Sobre la placa metálica impregnada de aceite, colocar cuatro barras de acero de sección transversal cuadrada de 25mm de lado, para formar

un molde rectangular, aproximadamente 12mm mayor que las dimensiones de las aristas de muestras.

- Calentar el mortero de azufre-arena en un recipiente controlado termostáticamente, hasta una temperatura suficiente para mantener su fluidez por un tiempo razonable, después del contacto con la placa. Debe evitarse el sobrecalentamiento y agitarse el líquido inmediatamente antes de usarlo.

- Llenar el molde con la mezcla retenida, colocar rápidamente la cara del bloque que se desea cubrir y acomodarla de tal manera que sus caras exteriores formen ángulos rectos con la superficie cubierta. Repetir la operación para la cara opuesta.

- El espesor de las dos capas deberá ser aproximadamente el mismo y no deberá pasar de 3mm. El bloque así preparado podrá ensayarse después de dos horas del aislado de sus caras.

Procedimiento

Las muestras se ensayan centrándolas respecto a la rótula y de manera que la carga se aplique en la misma dirección en que se vaya a aplicar en los bloques puestos en obra.

La carga se aplicará gradualmente en un tiempo no menor de un minuto ni mayor de dos, a una velocidad constante.

Ilustración 0.6 Ejecución del ensayo de resistencia

Cálculo

La resistencia a la compresión se calcula por la ecuación siguiente:

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

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.

Interpretación de resultados

En el laboratorio de la Espol, se han ensayado varias muestras de bloques de hormigón y los resultados se detallan en la siguiente tabla:

Tamaño de la muestra ensayada 6.5 x 19 x 39:

Bloque #	***Carga Lb***	***Carga Kg***	***Resistencia Kg/cm²***	***Resistencia Mpa.***
1	10.000	4535,9	22,71	2.23
2	20.000	9071,8	45,42	4.45
3	15.400	6985,3	34,97	3.43
4	16.000	7257,4	36,33	3.56
5	14.200	6441,0	32,25	3.16
	Promedio		**34,33**	**3.36**

Determinación de la absorción de agua

Objetivo

Determinar el porcentaje de absorción de agua en los bloques huecos de hormigón, sumergiéndolos en agua hasta su saturación y luego al secado, para así registrar las variaciones en masa de éstos durante este proceso.

Determinar la densidad en los bloques huecos de hormigón, tomando en cuenta las normas INEN.

Especímenes de Ensayo

Deben usarse bloques enteros de acuerdo a la norma INEN 639.

Equipos

a) **Muestras de ensayo**.- Bloques enteros tomados al azar de acuerdo con la Norma INEN 639, marcados, pesados y registrados sus dimensiones.

Ilustración 0.7 Muestras de hormigón

b) Balanza.- Con capacidad de 15 Kg. o más, sensible al 0.5% de la masa del más pequeño de los especímenes sometidos al ensayo.

c) Canasta de alambre.- De malla, con dimensiones suficientes para sostener un bloque.

d) Recipiente de Plástico.- Con dimensiones suficientes para sumergir un bloque en su totalidad.

e) Horno.- Con circulación de aire forzado a una temperatura de 120°C.

Ilustración 0.8 Horno utilizado para el ensayo

Procedimiento

a) **Saturación**

Los especímenes de ensayo deben ser completamente sumergidos en agua a la temperatura ambiente durante 24 horas.

Ilustración 0.9 Hidratación de los bloques de hormigón

Los especímenes deben retirarse del agua y dejarse secar durante un minuto, colocándolos sobre una malla de alambre, eliminando el agua superficial con un paño húmedo.

Ilustración 0.10 Secado de los bloques de hormigón

Realizado esto, procedimos a pesar los bloques en estado saturado con la superficie seca. (Wsss).

Ilustración 0.11 Pesaje de la muestra superficie seca saturada

b) **Secado**

Ilustración 0.12 Bloques de hormigón en horno

A continuación de la saturación, y una vez tomadas todas las masas, se colocan las muestras en el horno vertical a una temperatura 100º y 115ºC por un tiempo de 24 horas. Transcurrido este período, se procede a obtener el peso seco (Wd) de los bloques huecos de hormigón.

Ilustración 0.13 Pesaje de muestras secas

Cálculo

a) **Absorción** de agua: Para calcular la absorción de agua, se emplea la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \frac{\boldsymbol{Wsss} - \boldsymbol{Wd}}{\boldsymbol{Wd}} \times 100$$

En donde:

Wsss=Masa de la muestra saturada con superficie seca.

Wd = Masa de la muestra secada en horno.

Se deben registrar los resultados del ensayo de cada espécimen por separado.

A continuación se presentan los resultados de los ensayos realizados a 5 muestras de bloques de hormigón.

- **Muestra 1**

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \frac{14.6 - 11.75}{11.75} \times 100$$

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \mathbf{24.25}\%$$

- **Muestra 2**

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \frac{15 - 12.20}{12.20} \times 100$$

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \mathbf{22.00}\%$$

- **Muestra 3**

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \frac{14.10 - 11.40}{11.40} \times 100$$

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \mathbf{23.60}\%$$

- **Muestra 4**

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \frac{14.45 - 11.70}{11.70} \times 100$$

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \mathbf{23.50}\%$$

- **Muestra 5**

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \frac{14.30 - 11.60}{11.60} \times 100$$

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \mathbf{23.27}\%$$

ENSAYOS REALIZADOS EN BLOQUES DE ARCILLA

Determinación de resistencia a la compresión

Este procedimiento consiste en someter los bloques huecos de arcilla a una carga progresiva de compresión, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

Equipo

Puede usarse cualquier máquina de compresión que debe estar equipada con dos placas de presión de acero de los cuales el superior es circular y transmite presión a la superficie del espécimen.

Ilustración 0.14 Máquina de compresión

La otra placa es un plano rígido sobre el cual descansará el espécimen. Si el área de presión de las placas de acero no es suficiente para cubrir el área de la muestra, se colocará entre éstas y la muestra, planchas o platos de acero.

- ***Placas y platos de presión de acero***

La superficie de estas placas y los platos deberá ser plana con variaciones de no más de 0.02mm por cada 150mm, en cualquier dimensión del plano. El centro de la placa circular de acero, coincidir con el centro de la superficie de presión del espécimen.

La placa circular de acero deberá sostenerse firmemente en su sitio pero estará libre para girar en cualquier dirección.

Procedimiento

Se coloca el espécimen en la zona de prueba, de tal forma que el centro de las superficies de prueba quede alineado verticalmente con el centro de aplicación de la presión de la máquina de prueba.

Ilustración 0.15 Muestras a ensayar

Ilustración 0.16 Colocación de mortero en muestras

Ilustración 0.17 Colocación de mortero en muestras

Para bloques completamente homogéneos el centro de la superficie de cargas se puede considerar exactamente sobre la línea vertical que pasa por el centro de gravedad del elemento.

Luego a una velocidad constante se aplica la carga hasta alcanzar la mitad de la carga esperada, luego se ajustan los controles de la máquina, para que la cabeza móvil avance a una velocidad uniforme, tal que la carga total sea aplicada en un tiempo no menor a un minuto ni mayor a dos minutos.

Ilustración 0.18 Ejecución del ensayo de la compresión

Cálculo

La resistencia a la compresión se calcula por la ecuación siguiente:

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

En donde:

C = Resistencia a la compresión en MPa.

P = Carga de rotura en Newtons.

S = Superficie bruta de la cara comprimida.

Resultados

En el laboratorio de la Espol, se han ensayado varias muestras de bloques de arcilla y los resultados se detallan en las siguientes tablas:

- Tamaño de bloque ensayado: 7cm x 20cm x 41cm

Resultado de los ensayos

Bloque #	*Carga Lb*	*Carga Kg*	*Resistencia Kg/cm²*	*Resistencia Mpa.*
1	16.700	7574,9	37,92	3,71
2	16.000	7257,4	36,34	3,56
3	12.000	5443,1	27,25	2,67
4	13.000	5896,7	29,52	2,89
5	14.000	6350,3	31,79	3,11

	Promedio		**32,56**	**3,19**

Determinación de la absorción máxima de agua

Equipos utilizados

De a acuerdo a normas internacionales, se necesita una balanza con una sensibilidad de 1g, un termómetro, una malla de alambre de no menos de 9.5mm de abertura y un horno de secamiento con regulador de temperatura.

Procedimiento

Se toma cinco bloques como muestra completamente entera y se pesa cada uno con una aproximación de 20g.

Ilustración 0.19 Pesaje de los bloques de arcilla

A temperatura ambiente, se sumergen los especímenes durante 24 horas.

Ilustración 0.20 Hidratación de los bloques de arcilla

Se retiran los especímenes húmedos y se los deja drenar sobre la malla gruesa de alambre de 9.5mm durante un minuto aproximadamente, luego el agua superficial visible se quita pasándole un paño ligeramente humedecido e inmediatamente se pesa por separado cada espécimen.

Se secan los especímenes en un horno de secado a una temperatura entre 100º y 115º por un período de 24 horas o hasta que se aprecie un peso constante.

Resultados

La máxima absorción del espécimen puede expresarse como porcentaje de agua con respecto al espécimen completamente seco y se obtiene la siguiente fórmula.

$$\%\ \text{Absorción máxima} = \frac{\text{Peso masa saturada} - \text{Peso masa seca}}{\text{Peso masa seca}}\ \text{x}\ 100$$

Informe de resultados

A continuación se presentan los resultados de los ensayos realizados a 5 muestras de bloques de arcilla.

- **Muestra 1**

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \frac{14.6 - 12.80}{12.80} \times 100$$

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \mathbf{14.00}\%$$

- **Muestra 2**

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \frac{14.35 - 12.50}{12.20} \times 100$$

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \mathbf{14.80}\%$$

- **Muestra 3**

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \frac{15 - 12.80}{12.80} \times 100$$

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \mathbf{17.18}\%$$

- **Muestra 4**

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \frac{15 - 12.70}{12.70} \times 100$$

$$\boldsymbol{Absorción}(\%) = \mathbf{18.11}\%$$

- **Muestra 5**

$$\boldsymbol{Absorci\acute{o}n}(\%) = \frac{14.80 - 12.75}{12.75} \times 100$$

$$\boldsymbol{Absorci\acute{o}n}(\%) = \mathbf{16.07}\%$$

CAPÍTULO 5

COLOCACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN Y DE BLOQUES DE ARCILLA EN PAREDES

Definición de pared

Las paredes son elementos constituidos por bloques de arcilla o bloques de hormigón unidos con mortero y dispuestos en hiladas superpuestas y que sirven para dividir espacios en un ambiente.

En el caso de paredes portantes de mampostería (es decir, que transmiten las fuerzas o cargas), existen los muros de mampostería reforzados internamente con varillas de acero (mampostería armada) y los muros enmarcados con elementos de concreto reforzado (mampostería confinada). Para darle rigidez a la estructura y hacerla sismo-resistente, las paredes deben ser perpendiculares entre sí.

Construcción de una pared con bloques de hormigón o bloques de arcilla

Generalidades

En general es deseable que las paredes cumplan los requisitos siguientes:

- Economía
- Ligereza
- Termo aislamiento
- Durabilidad
- Estabilidad con el tiempo
- Resistencia a la carga

Herramientas para la colocación de bloques

Las herramientas principales que se utilizan en la construcción de paredes son:

Ilustración 0.1 Nivel

Ilustración 0.2 Bailejo

Ilustración 0.3 Piola

Ilustración 0.4 Plomo

Ilustración 0.5 Escuadra

Ilustración 0.6 Flexómetro.

Se tienen también herramientas secundarias que ayudan en el proceso de elaboración de la mezcla o mortero, que son:

- Malla para cernir la arena.
- Parihuela.
- Cajón para mezcla.
- Entre otras herramientas que sirven para poder construir dichas herramientas secundarias.

Consideraciones con las herramientas:

- Todas las herramientas deben estar en buen estado.
- Si se usan parihuelas estas deben tener 40cm de largo, 40 cm de ancho y 20cm de alto.
- El cajón para hacer la mezcla o mortero debe tener 1m de largo, 1m de ancho y 30cm de alto.
- En obra se puede tener cernederas manuales o cernidoras estables.
- Lo primero que se recomienda hacer es preparar el lugar de trabajo organizando las herramientas, equipos y materiales; luego limpiar la fundación o el elemento sobre el cual se afirmaran las paredes.

Morteros elaborados manualmente

El mortero es el material que se utiliza para unir los bloques sean éstos de hormigón o de arcilla en la pared.
El mortero para pegar los bloques se prepara con cemento y arena. Se mezclan los materiales en seco y luego se les va agregando agua.

A pesar de que la cal no es comúnmente utilizada en Ecuador para fabricar un mortero en obra, su uso facilita el conseguir una trabajabilidad adecuada e incrementa el efecto de "pega" del mortero.

Elaboración del mortero

Para un mortero constituido por cemento, cal y arena las proporciones en volumen recomendadas son 1:1:4 o 1:1:5. Pero una dosificación más adecuada que nos daría un mortero mucho más resistente seria 1:1:4.
Se agrega agua en cantidad suficiente para hacerlo trabajable, sin excesos de agua.
Todas las cantidades se miden con el mismo recipiente (una parihuela, una caneca, etc.).

Paso 1: Dosificar la mezcla

a) Con arena y cemento:
1 recipiente de cemento
4 o 5 recipientes de arena

b) Con arena, cemento y cal:
1 recipiente de cemento
1 recipiente de cal hidratada
4 o 5 recipientes de arena
Paso 2: Mezcle adecuadamente los materiales en seco hasta que el color sea uniforme, luego agregue agua.

Ilustración 0.7 Mezcla en seco de cemento y arena

Ilustración 0.8 Material mezclado en forma de corona

Ilustración 0.9 Corona

Ilustración 0.10 Mezcla pastosa

Morteros prefabricados

El mortero prefabricado, es una alternativa bastante práctica en construcción para pegar bloques, puesto que sólo es necesario agregarle agua y la mezcla estará lista para ser empleada.

La aplicación de morteros prefabricados reduce costos en lo concerniente al rubro de mano de obra por el acarreo y mezcla de materiales que intervienen en la preparación del mortero tradicional. En nuestro país se distribuyen principalmente dos tipos de morteros:

- Pegablock tipo N
- Pegablock Arcilla

Pegablok Tipo N y Pegablock Arcilla

El Pegablok Tipo N es un mortero hidráulico a base de cemento, arena y químicos especiales, diseñado para la instalación de bloques de hormigón y piedra, en paredes de mampostería.

Mientras que Pegablock Arcilla, está diseñado para las juntas de bloques de arcilla, ambos productos tienen una apariencia gris.

Entre sus principales ventajas en su uso se puede mencionar:

- Excelente adherencia.
- Mayor velocidad de instalación del bloque.
- Buena combinación entre resistencia, trabajabilidad y economía.
- Puede ser usado en interiores o exteriores.
- Otorga un mejor acabado a la junta.
- Viene listo para usarse, sólo requiere añadir agua.

Guía de rendimiento

- Para Pegablock Tipo N

PESO SACO 40 kg	**AGUA ESPECIFICADA 6,5 a 7 litros**	**GROSOR DE LA JUNTA (mm)**	**DIMENSIONES DEL BLOQUE (cm)**		
			39 x 19 x 7	39 x 19 x 9	39 x 19 x 15
			RENDIMIENTO BLOQUES POR SACO		
		10	23-26	19-22	16-19
		15	14-17	13-16	10-13
			RENDIMIENTO (m3)		
		10	1,80-2,10	1,50-1,80	1,30-1,50
		15	1,20-1,40	1,10-1,30	0,80-1,10

- Para Pegablock Arcilla

PESO SACO 40 kg	AGUA ESPECIFICADA 7 a 7,5 litros	GROSOR DE LA JUNTA (mm)	DIMENSIONES DEL BLOQUE (cm)	
			41 x 31 x 7	40 x 20 x 10
			RENDIMIENTO BLOQUES POR SACO	
		10	18-20	18-20
		15	12-14	12-14
			RENDIMIENTO (m3)	
		10	2,40-2,60	1,50-1,70
		15	1,70-1,90	1,00-1,20

Modo de empleo

Preparación de la superficie

- La superficie que estará en contacto con el Pegablok debe estar limpia, bien adherida y libre de polvo, aceite, grasa, cera, pintura, eflorescencia y cualquier otro contaminante.
- Es necesario humedecer la superficie, antes de aplicar Pegablock.

Mezclado

- Añadir el Pegablok al agua limpia en proporción promedio de 7.0 litros por cada saco de 40 kg.
- Mezclarlos hasta obtener un mortero plástico y homogéneo.
- Nunca se debe añadir más agua luego de la mezcla inicial.

Colocación

- Establecer las guías para la instalación y extender una capa uniforme de Pegablok en la base.

- Asentar cada uno de los bloques sobre una capa uniforme de mortero respetando el aplomo y el nivel.
- Cada bloque debe tener mortero en la junta vertical antes de ser instalado.
- Presionar hacia abajo y hacia el bloque colocado anteriormente.
- Recoger el exceso del mortero de la junta.
- Dar acabado a las juntas cuando el mortero haya obtenido una leve dureza.

Limpieza

- Lavar las herramientas con agua y jabón, luego de su uso.

Curado

- Se recomienda empezar el curado con agua a partir del día siguiente después de la colocación y extenderlo por 72 horas.

Consideraciones en el uso de mortero

- Si se utiliza la cal, ésta debe ser hidratada.
- El mortero en las juntas horizontales debe tener un espesor de alrededor de 1 cm.
- Debe ser colocado de manera homogénea, sobre toda la superficie del material del bloque.
- Donde sea posible, debe garantizarse que las juntas verticales entre bloques queden llenas de mortero.

- Para nivelar el acabado de las paredes en su parte superior (remate), se utiliza también mortero.

Colocación de bloques de hormigón y de bloques de arcilla

- El levantamiento de las paredes debe hacerse por hiladas, la cuales deben colocarse de manera completa en dirección horizontal.
- Sólo al terminar una hilada debe comenzarse con la otra.
- Los bloques deben nivelarse adecuadamente.
- El mortero de las juntas horizontales debe tener un espesor aproximado de 1.0 cm. Cuando sea posible, debe asegurarse el llenado de las juntas verticales entre bloques con la mezcla de mortero.
- Es recomendable sumergir previamente los bloques por un lapso comprendido entre media hora y una hora.
- El tope del muro debe nivelarse, agregando mortero si es necesario.
- La pared debe construirse perfectamente vertical, para poder lograr esto se tiene que colocar una guía que indique la dirección y otra que indique la horizontal.

Pasos para levantar una pared

- Nivelar y limpiar la superficie de la fundación.
- Colocar provisionalmente los bloques sin mortero para hacer la distribución y dejar los espacios para las columnas (en el caso que sean columnas confinadas).

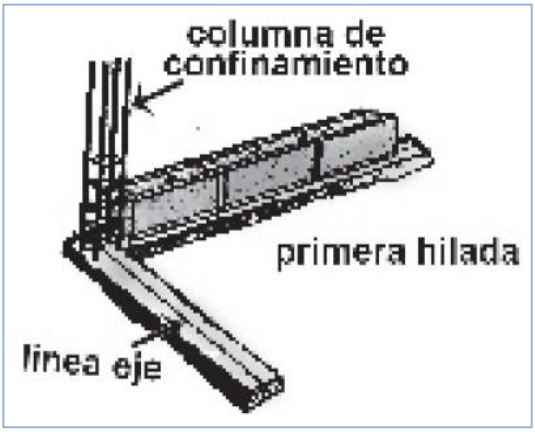

Ilustración 0.11 Colocación provisional de los bloques

- Para colocar la primera hilada se debe poner una capa de mortero de aproximadamente 1 cm. de espesor sobre la fundación húmeda, para luego colocar los bloques haciendo presión sobre ellos dándole golpes suaves con el mango de la cuchara para que queden bien pegados.
- Colocar y aplomar los bloques esquineros o maestros en el centro de la línea guía que marcó.

Ilustración 0.12 Colocación de los bloques maestros

- Poner una piola para conservar la alineación y el nivel.
- Ubicar los bloques intermedios, controlando su nivelación y posición con una regla nivel y una escuadra.
- Retirar las piolas y rellenar las juntas verticales.
- Se debe tratar de colocar mortero a los lados de los bloques también.

- Para distribuir bien el mortero éste se debe colocar con el bailejo, tomar un poco de mezcla, echarla sobre el bloque y extenderla longitudinalmente de manera uniforme, procurando que la mezcla entre en las juntas verticales de los bloques inferiores.
- La cantidad de mezcla que se pone sobre el bloque no debe ser mucha para evitar que se chorree a los lados, en caso de que esto ocurra, el exceso se puede eliminar con el bailejo.

Ilustración 0.13 Colocación de bloques de hormigón

Ilustración 0.14 Colocación de bloques de arcilla

- Utilizando el nivel de burbuja y la plomada, se debe verificar cada 2 hileras que la pared está nivelada horizontalmente y verticalmente; si ocurriera que una hilada no está bien alineada, se pueden dar golpes suaves con el bailejo para tratar de nivelarlo.

- Para que la pared tenga mejor resistencia, debe tener las hileras de bloques intercaladas, lo que quiere decir que las juntas verticales no deben coincidir en dos hileras consecutivas, para lograr esto se utilizarán trabas.

- Para colocar los bloques a una altura mayor a 1.5m, se debe trabajar montado sobre un andamio.
- Una vez puesto el bloque se pone el mortero y se procede a golpearlo suavemente con el mango del bailejo para que el mortero se reparta uniformemente y se impregne.

Problemas frecuentes en la colocación de bloques de hormigón y bloques de arcilla

Entre los problemas más frecuentes o errores comúnmente cometidos al colocar bloques de hormigón y bloques de arcilla podemos mencionar los siguientes:

- No limpiar el sitio de fundación donde descansará la pared, lo cual ocasiona que el mortero no se adhiera correctamente a la fundación y la pared no sería estable.
- No revisar las medidas entre piola y bloque lo que provoca que se pierda la uniformidad y verticalidad de la pared.
- No revisar que la fila de bloque se encuentre nivelada lo cual genera que las siguientes filas de bloques tengan una inclinación en sentido horizontal, lo que a su vez le quita uniformidad a la pared.
- El usar bloques incompletos. Esto ocasiona que la pared tenga espacios vacios y pueden llegar a ser los puntos débiles de la misma.
- Usar bloques de baja resistencia lo que se traduce en una pared de resistencia y por ende de baja su capacidad portante. Esto se da

cuando el bloque se ha utilizado sin haber terminado su proceso de fraguado en el caso de bloque de hormigón, y cuando el bloque ha sido demasiado cocido en el caso de bloque de arcilla.

- Usar bloques alabeados. Esto ocasiona que la pared no sea completamente plana lo que involucre tener que colocar mayor carga de mortero al momento de enlucir.
- Dejar juntas verticales mayores a 1,5 cm lo cual ocasiona que la pared pueda presentar fisuras cuando ocurra un movimiento sísmico.
- Usar mortero con exceso de agua que se traducirá en que las juntas no sean resistentes y la pared sea inestable.

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS DE LOS BLOQUES DE HORMIGÓN FRENTE A LOS BLOQUES DE ARCILLA

Análisis comparativo de los bloques de hormigón y los bloques de arcilla

Los bloques de hormigón presentan características diferentes frente a los bloques de arcilla las cuales se mencionan a continuación:

- Dado que la materia prima para la elaboración de bloques de hormigón es cemento, agregados y agua y la de los bloques de arcilla es arcilla, aditivos y agua; la apariencia física es muy diferente, así, mientras que los primeros en su mayoría presentan gran cantidad de poros notorios a la vista humana, los de arcilla presentan superficies más lisas, por este hecho los bloques de hormigón tienen una significativa rugosidad que es un factor que juega un rol muy importante en la adherencia del mortero de juntas y el enlucido.
- Por el hecho de que los bloques de hormigón poseen alta porosidad, en las regiones frías, cuando los bloques se humedecen y luego se congelan, el agua infiltrada al pasar de estado líquido a sólido aumenta su volumen, lo cual ocasiona que los mampuestos se fisuren; por el

contrario los bloques de arcilla son mucho más recomendables en ese aspecto, ya que poseen una porosidad mínima.

- Por el efecto de la materia prima, el color de ambos bloques varía notablemente; mientras que los bloques de hormigón son de color gris, los bloques de arcilla varían un poco su tonalidad exterior de acuerdo al tipo de arcilla empleada en su fabricación, en su mayoría son rojizos.
- En ambos casos los bloques presentan notables oquedades que aligeran el peso del producto y que además ofrecen facilidad para ductos eléctricos e hidráulicos y refuerzos verticales y horizontales, así por ejemplo, no hay necesidad de romper la mampostería.
- Ambos bloques poseen gran durabilidad.
- Los bloques de arcilla ofrecen la máxima protección contra el fuego, ya el bloque de arcilla dentro de su proceso de fabricación ya ha pasado por el fuego. Por lo tanto, una vivienda construida de bloques de arcilla ofrece los más altos estándares de seguridad y protección contra el fuego, aunque los bloques de hormigón tampoco son inflamables.
- En nuestro país, actualmente los bloques que se usan en el sistema de mampostería armada tienen la cualidad de ser una estructura en sí mismos; es decir, no es necesario hacer encofrados de vigas y columnas, que luego hay que desencofrar, ya que el bloque funciona como un encofrado perdido dentro de la pared, se comercializan sólo de hormigón, mientras que en otros países si distribuyen este bloques tanto de hormigón como de arcilla.
- El peso ligero de algunos modelos de bloques de hormigón es una característica positiva, ya que para muchos es necesario disminuir las cargas en las construcciones de pisos altos.

- En cuanto a los modelos que se comercializan, existe gran variedad de tamaños y formas (ver capítulos 2 y 3), pero el bloque más grande que existe en el mercado ecuatoriano es de arcilla, lo cual es una ventaja ya que proporciona rapidez en colocación, porque son necesarias menos unidades por metro cuadrado y se genera mayor rendimiento de mortero y velocidad de instalación.
- En ambos casos ya en construcción se genera un porcentaje de desperdicio de material, puesto que por la manipulación algunas piezas se dañan.
- Un efecto algo negativo en los bloques de hormigón es que el tiempo de fraguado es significativo, inclusive en muchos casos se venden piezas que aún no han terminado de fraguar, lo cual puede provocar fisuras en las paredes; mientras que los bloques de arcilla no fraguan, ni absorben humedad como sucede con los bloques de hormigón.
- Los bloques de hormigón rompen la capa de ozono. Antes de producirse la lluvia el oxígeno está rico en ozono, pero al llover el cemento absorbe el ozono resecando el ambiente lo que causa problemas de respiración, especialmente a quienes sufren de asma, enfermedades cardíacas, etc., por el contrario los bloques de arcilla no dañan la capa de ozono, ya que no producen este efecto.
- Los bloques de arcilla poseen excelentes propiedades de aislamiento térmico y su capacidad para almacenar calor durante largos períodos, lo cual crea un ambiente agradable. Una casa construida de bloques de arcilla se mantiene a una temperatura agradable, lo cual provoca un ambiente confortable en invierno y verano, que además se traduce en ahorro de dinero, ya que se consume menos energía eléctrica por

concepto de aires acondicionados o calefactores; mientras que los bloques de hormigón permiten con facilidad el paso de calor.

- Los bloques de arcilla son refractarios a las radiaciones, por la alta densidad de las arcillas cocidas, la vitrificación del sílice, óxidos, sales y minerales que lo integran. Actualmente se está normalizando su empleo obligado para viviendas, escuelas, hospitales, aeropuertos, centros humanos en Estados Unidos, Europa y Japón. Los bloques de hormigón no poseen esta propiedad.
- En ambos casos existen modelos de bloques vistos, con lo cual se evita enlucir y pintar, lo cual representa un ahorro de dinero y tiempo, por aquello son muy requeridos en muros de cerramientos, y programas de viviendas populares.

Análisis costo-beneficio de los bloques de hormigón y los bloques de arcilla.

De manera general los bloques de arcilla presentan múltiples beneficios, inclusive en algunos países de primer mundo está normalizado el empleo bloques de arcilla, pero su costo es superior, lo cual reflejamos en las siguientes tablas:

- **Precios de bloques de arcilla**

Los precios que a continuación se detallan son en función de los modelos que el mercado de nuestro país se comercializa:

- **Bloques rayados de pared:**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque rasilla rayada	8	07x30x41	0,49749
Bloque rasilla rayada	12	07x20x41	0,32761
Bloque 4 h rayado	12	08x20x41	0,37620
Bloque rayado big	8	08x30x41	0,57750

Bloque rayado big	8	09x30x41	0,63885
Bloque 6 h rayado	12	10x20x41	0,47321
Bloque 10 h rayado	8	10x30x41	0,70983
Bloque rayado big	8	14x30x41	0,88200
Bloque 9 h rayado	12	15x20x41	0,63096
Bloque 9 h rayado	12	20x20x41	0,86150

- **Bloques lisos:**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque 6 h liso	12	10x20x41	0,60669
Bloque 9 h liso	12	15x20x41	0,93431

- **Bloque visto**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque 1 hueco	47	08x07x30	0,35188
Bloque 2 huecos	47	13x07x30	0,41255
Bloque de 2 huecos	33	10x07x30	0,32000
Bloque 2 huecos	33	13x10x30	0,59455

- **Bloque cara lisa**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque C.L. 3 huecos	88	09x07x19	0,24268
Bloque C.L. 4 huecos	59	09x07x29	0,33975
Bloque C.L. 3 huecos	53	09x10x19	0,37615
Bloque C.L. 4 huecos	38	09x09x29	0,45865
Bloque C.L. 4 huecos	35	09x10x29	0,50962
Bloque C.L. 6 huecos	25	09x10x39	0,61883

- **Bloque picis**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario $
Bloque piscis	11	05x09x29	0,43682
Bloque estructural	42	08x14x30	0,48535

- **Bloque ornamental**

Descripción	Cant. x m2	Medida axhxl cm	Precio unitario $
Bloque ornamental	25	08X20X20	0,47321
Bloque ornamental	25	10X20X20	0,54602

- **Bloque tipo viejo**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque tipo viejo	40	08x10x25	0,41255

- **Bloque semimacizo recto**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Bloque semimacizo recto	57	13X06X29	0,42468
Bloque semimacizo recto	40	13X8,5X29	0,69162
Bloque semimacizo recto	34	13X10X29	0,60669

- **Bloque semimacizo hombro recto**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Semimacizo hombro recto	57	13x06x29	0,52176
Semimacizo hombro recto	40	13x8,5x29	0,69162
Semimacizo hombro recto	34	13x10x29	0,86150

- **Bloque semimacizo hombro curvo**

Descripción	Cant/ m2	Medida cm	Precio unitario
Semimacizo hombro curvo	57	13x06x29	0,52176
Semimacizo hombro curvo	40	13x8,5x29	0,69162
Semimacizo hombro curvo	34	13x10x29	0,86150

El precio de una traba es la mitad del costo de un bloque entero.

Estos precios no incluyen IVA.

- **Precios de bloques de hormigón**

Descripción	Medida cm	Precio unitario
PL-9 1ST	9.5X19X39	0.32
PL-6	6.5X19X39	0.32

P-9	14X19X39	0.45
P-14B	14X19X39	0.71
P-9E	9X19X39	0.54

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales conclusiones y recomendaciones de este trabajo se presentan a continuación:

- La selección de la materia prima para la elaboración de bloques de hormigón y para bloques de arcilla juega un rol muy importante en el producto final, ya que cada uno de los elementos realiza un aporte de acuerdo a sus propiedades intrínsecas que le dan las características a ambos tipos de bloques.

- El proceso de producción de bloques de hormigón debe seguir las normas de calidad vigentes, de manera que el resultado sea un bloque idóneo para el empleo en obra, caso contrario es muy probable que el producto final no cumpla con las expectativas planteadas en construcción. Por aquello es menester concienciar que en muchos casos al adquirir bloques artesanales, no se tiene una garantía de que se hayan cumplido normas y demás parámetros lo cual es un riesgo para la construcción.

- Además de que el bloque sea de buena calidad, es necesario emplear las herramientas apropiadas para la manipulación y colocación de las

piezas, de no ser así las piezas podrían fisurarse o llegar a ser mal colocadas, arriesgando así la funcionalidad de la mampostería.

- El correcto empleo de los bloques tanto de hormigón o de los de arcilla colabora en el buen desempeño de la construcción ante un evento sísmico, puesto que el área más vulnerable es la de las paredes, y en caso de que éstas hayan sido mal construidas ocasionarán daños y perjuicios.
- A la hora de decidir qué tipo de bloque se empleará, además de considerar el factor monetario es necesario tomar en cuenta cada una de las propiedades físicas y mecánicas que cada bloque posee, considerando las necesidades específicas de cada construcción.

BIBLIOGRAFÍA

- http://www.inen.gov.ec
- NORMA INEN 638: Bloques huecos de hormigón - Definiciones, clasificación y condiciones generales
- NORMA INEN 639: Bloques huecos de hormigón- Muestreo, Inspección y recepción.
- NORMA INEN 640: Bloques huecos de hormigón – Determinación de la resistencia a la compresión.
- NORMA INEN 641: Bloques huecos de hormigón – Determinación de retracción al secado.
- NORMA INEN 642: Bloques huecos de hormigón – Determinación de absorción de agua.
- NORMA INEN 643: Bloques huecos de hormigón – Requisitos.
- NORMA INEN 872: Áridos para hormigón – Requisitos.

- ASTM C140 Standard Methods of sampling of testing concrete masonry units.
- DGN C-36 Determinación de la resistencia a la compresión de ladrillos y bloques.
- Presentación de Bloqcim.
- Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL) (2006),
- PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SECTOR CERÁMICO ESTRUCTURAL.
- Curso de “Autoconstrucción y Mantenimiento de la Vivienda Popular
- Cartilla de Autoconstrucción Sismorresistente.
- www.imcyc.com
- http://servicios.ebco.cl:5306/BibliotecaTecnica/Normas/NCH
- http://es.scribd.com/doc/33458812/NCh-181
- http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/2153/1/T-ESPE-014942.pdf
- http://taishin.mop.gob.sv/documentosPDF/manual_popular_bloque_concreto.pdf
- http://es.scribd.com/doc/24876405/Fabricacion-bloques-de-cemento
- http://www.imcyc.com/ct2006/marzo06/POSIBILIDADES.pdf

- http://www.cecytech http://www.cecytech.edu.mx/Pdf/manualblocks.pdf.edu.mx/Pdf/manualblocks.pdf
- http://disensa.com/main/images/pdf/bloques
- http://www.sabelotodo.org/hagalousted/instalarbloques.html
- www.intaco.com
- www.disensa.com
- http://www.fenoblock.com/web7/especificaciones
- http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta
- http://www.holcim.com.ec/es/que-hacemos/nuestros-productos.html
- http://www.notiarcilla.com/
- http://reventazon.meic.go.cr/informacion/onnum/normas/
- http://www.vorsevi.es/desc
- http://www.notiarcilla.com/
- http://red.fau.ucv.ve:8080/