

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE LA CALIDAD EN BLOQUES DE ARENA PÓMEZ,
EN FÁBRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BRENDA LUZELLY ZELEDÓN FRANCO
ASESORADO POR EL ING. JOSÉ GABRIEL ORDÓÑEZ MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Lionel Barillas Romillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO DE LA CALIDAD EN BLOQUES DE ARENA PÓMEZ, EN
FÁBRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 09 de febrero de 2009.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

BRENDA LUZELLY ZELEDÓN FRANCO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Guatemala, 19 de febrero de 2,010

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

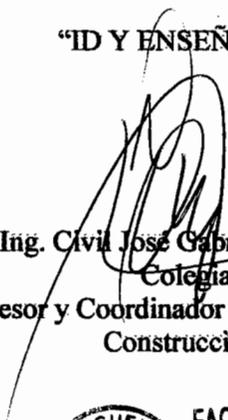
Estimado Ing. Montenegro.

En mi calidad de Asesor y Coordinador del Área de Materiales y Construcciones Civiles le informo a usted que he revisado el trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE LA CALIDAD EN BLOQUES DE ARENA PÓMEZ EN FÁBRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, realizado por la estudiante universitaria **Brenda Luzelly Zeledón Franco**, quien contó con la asesoría de su servidor.

Considero que el trabajo realizado por la estudiante **Zeledón Franco**, satisface los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Ing. Civil José Gabriel Ordoñez Morales
Colegiado 3,807
Asesor y Coordinador de Área de Materiales y
Construcciones Civiles



FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE MATERIALES Y
CONSTRUCCIONES CIVILES
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador del Área de Materiales y Construcciones Civiles, Ing. José Gabriel Ordóñez Morales, al trabajo de graduación del estudiante Brenda Luzelly Zeledón Franco, titulado ESTUDIO DE LA CALIDAD EN BLOQUES DE ARENA PÓMEZ EN FÁBRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo de 2010

/bbdeb.



Ref. DTG.096-2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE LA CALIDAD EN BLOQUES DE ARENA PÓMEZ, EN FÁBRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Brenda Luzelly Zeledón Franco**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos
Decano



Guatemala, marzo de 2010

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios:** Por guiar siempre mis pasos, dejarme caer para aprender, pero siempre permitir levantarme.
- Mis padres:** Por darme la vida y enseñarme a luchar por lo que quiero.
- Ing. Civil José Gabriel Ordoñez** Por su valiosa colaboración en la asesoría para la realización del presente, por su apoyo, paciencia enseñanzas y tiempo dedicado para su culminación.
- Ing. Civil Alfredo Beber Aceituno** Por su apoyo, enseñanzas y consejos, muchas gracias.
- Personal de Sección de metales y productos manufacturados** Por su colaboración para la realización de los ensayos correspondientes al presente estudio.
- Universidad de San Carlos de Guatemala** Por abrirme las puertas para crearme como profesional.

Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron con el presente.

ACTO QUE DEDICO A:

- Mi madre:** Por su apoyo incondicional en todo momento y no dejar que las adversidades me detuvieran en el camino para llegar hasta acá, por ser mi madre, te amo.
- Mi padre:** Por estar junto a mí, te amo.
- Mis hermanas:** Por ser inspiración para seguir adelante cada día.
- Mis abuelos:** Por sus palabras de aliento que jamás faltaron y que siempre estarán presente. D.E.P.
- Mis compañeros y amigos:** Que siempre juntos vivimos los mejores momentos: Juan Carlos, Luis, Diego, Lester, Mario Ismael, Benjamín, Jéser, Oswaldo, Sergio, Edgar, Alejandra, José Carlos, Ana Lucía, Jorge Mario, Antonio, Selvin, René, Hugo, con todo mi cariño, respeto y aprecio.
- Mario:** Con mucho amor y agradecimiento a tu apoyo, mil gracias.
- William Gutiérrez Gálvez:** Por ser parte de una fuente importante de inspiración para lograr llegar a cumbres que no esperaba escalar, mil gracias.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII

1. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA REFORZADA	1
1.1 Tipos y características de los bloques	4
1.2 Propiedades de bloques	6
1.2.1 Propiedades físicas	6
1.2.2 Propiedades mecánicas	7
1.2.3 Propiedades térmicas y acústicas	9
1.3 Dimensionamiento de bloques	10
1.4 Porcentaje de absorción en bloques	13
1.5 Procesos de fabricación	14
1.5.1 Factores de calidad importantes para obtener bloque de arena pómez de calidad	22
1.5.2 Ventajas y desventajas del uso de bloques de arena pómez	23
1.6 Propiedades de los bloques en muro	26
1.6.1 Tipos de muros	27
1.6.2 Uso de mampostería reforzada en la construcción	28

1.7 Normas y especificaciones aplicables	30
1.7.2 Ensayos	30
1.7.2.1 Ensayo de compresión axial	31
1.7.2.2 Ensayo de absorción	31
1.7.2.3 Ensayo de calidad dimensional	32
1.7.2.4 Ensayo de control de calidad visual	32
2. REGISTRO DE CALIDAD	33
2.1 Obtención de muestras representativas del área a evaluar a partir de datos de registros obtenidos	38
2.1.1 Datos obtenidos de la muestra	51
2.2 Control de calidad del producto final	53
2.2.1 Resistencia a la compresión	53
2.2.2 Absorción y permeabilidad	54
2.2.3 Calidad dimensional	55
2.2.4 Control de calidad visual	56
2.2.5 Resultados obtenidos	57
2.2.6 Análisis de resultados	59
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
BIBLIOGRAFÍAS	69
APÉNDICES	71
ANEXOS	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de aplicación de cargas en bloques	8
2.	Esquema de dimensionamiento de bloques	11
3.	Mapa cartográfico de la ubicación de Bárcenas	36
4.	Mapa cartográfico de localización de Villa Nueva	46
5.	Mapa cartográfico de ubicación de Villa Nueva	47
6.	Fotografía aérea del área a estudiar	48
7.	Especímenes para ensayos	71
8.	Toma de datos para determinar dimensionamientos promedios de especímenes	71
9.	Obtención de tres datos por arista de cada espécimen	72
10.	Anotación de datos obtenidos en laboratorio	72
11.	Colocación de espécimen en balanza	73
12.	Colocación de los distintos pesos para determinar su peso real en estado seco y húmedo sumergido en agua	73
13.	Colocación de los especímenes en horno de 105 a 110 °C	74
14.	Obtención de especímenes totalmente secos listos para su enfriamiento	74
15.	Colocación de espécimen en maquina universal para su ensayo después de extraídos del agua y secos	74

16.	Aplicación de carga, observando su falla	75
17.	Observación de espécimen después de aplicada la carga para obtener datos con los que se produjo la falla	76
18.	Traslado de restos de espécimen	76

TABLAS

I.	Rangos de pesos específicos de los agregados con que se fabrican bloques de concreto	4
II.	Medidas principales de los bloques de hormigón huecos	12
III.	Tabla de tamices que definen granulometría de agregado fino	15
IV.	Tabla de tamices que definen granulometría de agregado grueso	16
V.	Lista de fábricas de bloques, ubicadas en el municipio de Villa Nueva	34
VI.	Lista de fábricas de bloques, distribuidas por zonas	38
VII.	Datos en porcentajes de fábricas existentes en el municipio de Villa Nueva, según zona de ubicación	43
VIII.	Total de fábricas existentes en el municipio de Villa Nueva	44
IX.	Total de fábricas que cumplen con las características de selección, en el municipio de Villa Nueva	45
X.	Proporciones de materiales utilizadas en fábricas, para la elaboración de bloques de arena pómez	49

XI.	Muestras obtenidas en fábricas, según fecha de fabricación y fecha de ensayos	50
XII.	Datos de ensayo a compresión	53
XIII.	Datos de ensayo de absorción y permeabilidad	54
XIV.	Datos de ensayo de calidad dimensional	55
XV.	Datos de ensayo de control de calidad visual	56
XVI.	Datos de resultados finales obtenidos en laboratorio	57
XVII.	Resumen de datos promedios obtenidos en laboratorio	58

GLOSARIO

Alabeo	Es un defecto que tiene el bloque de presentar una deformación superficial en sus caras; se presenta como concavidad o convexidad.
Área bruta	Es el área total de la cara del bloque perpendicular a los vacíos, es decir, es el producto del largo por el ancho de un elemento rectangular, tomando en cuenta el área vacía.
Área neta	Es la superficie normal al eje del o de los huecos, descontando la superficie del o de los huecos normal a sus ejes; es la superficie bruta menos la superficie de los huecos o bien área vacía.
Concreto liviano	Es una mezcla elaborada con materiales que poseen pesos ligeros menores a 2.3, siendo en su mayoría la arena pómez, disminuyendo así su densidad, producida por la presencia de vacíos en el agregado, en el mortero o entre las partículas de agregado grueso.
Eflorescencia	Son concentraciones generalmente blanquecinas que aparecen en la superficie de los elementos de construcción, tales como bloques, ladrillos, rocas, concretos, arenas, suelos, debido a la existencia de salitre (nitrato de sodio (NaNO_3) y nitrato de potasio (KNO_3)).

Especímenes	Son unidades enteras seleccionadas de acuerdo a los parámetros establecidos idénticos o con similitud, algunos tomados a partir de método aceptado para su obtención.
Muestra	Parte o porción extraída de un producto que sirve para conocer la calidad del género, que permite considerarla como representativa de él.
Norma	Documento establecido por consenso y aprobado por organismo reconocido, que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para actividades o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en un contexto dado.
Oquedades	Huecos, producidos de manera natural o artificial, en un material compactado.

RESUMEN

Una de las principales características que debe cumplir un buen elemento de mampostería es que cuente con las condiciones de resistencia y absorción adecuada para que cumpla con los requerimientos necesarios para lo cual fue diseñado. Establecer niveles de calidad apropiados para la fabricación de bloques de arena pómez, tiende a exigencias que deben de implementarse desde la selección de los materiales constituyentes hasta la fabricación del producto final. El no exigir niveles de calidad puede provocar un comportamiento inesperado, tanto estructural como económico.

La demanda de bloques de arena pómez es alta en Guatemala, por su facilidad de fabricación y adquisición.

El diseño de estructuras de mampostería reforzada requiere la utilización de unidades de buena calidad, que garanticen resistencia e impermeabilidad. En la actualidad, debido a la gran cantidad de fábricas existentes en el país no se tiene información que indique niveles de calidad en la producción de bloques de concreto pómez o concreto liviano.

Debido a lo anterior fue necesario efectuar estudios que proporcionen información que pueda llegar a garantizar la adquisición de productos de calidad, de acuerdo a normas. Por lo tanto, con la presente investigación se pretende caracterizar un municipio donde se ubican gran cantidad de fábricas, pretendiendo obtener información que pueda divulgarse de tal manera que los consumidores puedan seleccionar las unidades de manera confiable.

OBJETIVOS

GENERAL:

Establecer cuál es la situación respecto de la calidad en unidades de mampostería de concreto liviano, pómez, en fábricas ubicadas en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala.

ESPECÍFICOS:

1. Determinar la cantidad de fábricas ubicadas en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala.
2. Efectuar ensayos de laboratorio necesarios para determinar la calidad en unidades de mampostería de concreto liviano, pómez.
3. Establecer cuál es la realidad de las fábricas existentes, respecto de la calidad del producto que están produciendo y comercializando.
4. Proporcionar información que permita conocer la realidad de la situación actual, relacionada con la calidad de los bloques de concreto liviano, pómez, fabricados en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se estableció cuál es la situación respecto de la calidad en unidades de mampostería de concreto liviano, pómez, en fábricas ubicadas en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala.

Así mismo, se determinó la cantidad de fábricas ubicadas en el municipio; para ello fue necesaria la obtención de muestras para la elaboración de ensayos de laboratorio, para determinar la calidad en unidades de mampostería de concreto liviano, pómez, y establecer cuál es la realidad de las fábricas existentes, respecto de la calidad del producto que están produciendo y comercializando.

También se proporcionó información que permitirá conocer la realidad de la situación actual, relacionada con la calidad de los bloques de concreto liviano, pómez, fabricados en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala.

Se utilizaron normas nacionales e internacionales que rigen el proceso de fabricación de este tipo de producto, proporcionando información que permita conocer la realidad de la situación actual.

1. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA REFORZADA

La mampostería reforzada es un sistema estructural que ha evolucionado debido a la necesidad que hay en cuanto a que la mampostería resiste mayores fuerzas que la mampostería sencilla sin reforzar resiste, en forma segura y confiable. La introducción de varillas de acero de refuerzo dentro de las paredes de mampostería cambió la imagen de la mampostería de un sistema empírico a un sistema estructural de ingeniería.

Está formada por un conjunto de elementos (bloques, mortero, acero y concreto de relleno) que trabajan en forma conjunta para lograr un adecuado comportamiento estructural. Puede tener refuerzo en forma de varillas de acero y entonces se denomina mampostería reforzada.

Para el diseño de mampostería reforzada se utilizan principios generales de concreto reforzado, para su diseño de tensión elástica de trabajo se aplican conceptos de concreto reforzado, ya que en ambos utilizan acero para resistir las fuerzas tensionales y concreto o mampostería para resistir las fuerzas de compresión. Para el diseño, se cuenta con los siguientes parámetros:

- a) Las secciones planas permanecen planas.
- b) El esfuerzo es proporcional a la deformación, el cual es proporcional a la distancia desde el eje neutro de las aristas del elemento.
- c) El módulo de elasticidad es constante a través del miembro.
- d) La mampostería no resiste las fuerzas de tensión.
- e) Las unidades de mampostería, el mortero y la lechada de concreto se combinan para formar un material homogéneo e isotrópico.
- f) El largo del elemento es grande comparado con su profundidad.
- g) El elemento estructural es recto y de sección transversal uniforme.
- h) La tensión en el acero es homogénea alrededor del centro de gravedad de las varillas de acero.
- i) Los momentos y las fuerzas, externos e internos están en equilibrio.

El diseño por flexión elástica para la mampostería reforzada, proporciona un método para acomodar a cualquier módulo de elasticidad, cualquier relación modular, cualquier esfuerzo en la mampostería y en el acero proporciona un método para diseñar un sistema sin supuestos innecesarios y se obtienen valores de áreas mínimas de acero para satisfacer los requerimientos.

El diseño estructural se deberá desarrollar por el método de esfuerzos de servicio, utilizando combinaciones de cargas, un modelo analítico de la estructura, será un sistema lineal elástico integrado por paredes o muros. La resistencia a compresión de la mampostería empleada como base para el diseño de elementos estructurales, se podrá determinar de acuerdo al método de resistencia unitaria o bien en el ensayo de muestras de laboratorio.

En el diseño de mampostería, un muro que está sujeto a un momento de flexión, por ejemplo un muro de contención en voladizo, pondrá a la mampostería en compresión y al acero en tensión, para ello se utilizan tablas donde se obtienen valores de resistencia $f'm$, esfuerzos permisibles y relaciones modulares.

Los bloques de concreto generalmente con un alto porcentaje de vacíos y oquedades, deberá cumplir con la norma Coguanor NGO 41 054 en lo referente a la calidad, dimensiones, absorción y clasificación por resistencia. La resistencia a la compresión $f'm$ de las unidades de mampostería, medida con relación al área bruta correspondiente, constituye un índice de la resistencia de la mampostería a la compresión y se utilizará para su diseño y control, de allí la importancia en determinar la calidad.

La resistencia de la mampostería $f'm$ también puede ser obtenida mediante pruebas de laboratorio (prueba de bloques de concreto unidos). En este caso, se deben unir algunos bloques de mampostería mediante el mortero de enlace y ensayarlos en un laboratorio para calcular la resistencia a la compresión.

El valor de $f'm$ que debe utilizarse en el diseño de muros, se determinará a la edad para la cual se espera será solicitada su capacidad máxima. Se consideran 28 días como edad de referencia.

Durante el proceso de construcción se deberá llevar un control estricto de cada uno de los materiales empleados, a fin de determinar si cumplen con la calidad especificada.

1.1 Tipos y características de los bloques

Tipos de bloques: En Guatemala se producen bloques de concreto para usos en mampostería de distintos tipos, siendo estos clasificados como bloques livianos y bloques de concreto, tomando en cuenta el peso volumétrico de las unidades y el peso específico de los agregados que hacen que tengan propiedades mecánicas y físicas distintas.

Tabla I; Rangos de pesos específicos de los agregados con que se fabrican bloques de concreto.

Tipo de concreto	Peso específico de agregados	
	Rango	
Concreto normal (arena de rio)	2.4	2.9
Concreto liviano (arena pómez)	< 2.3	

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de Laboratorio de CII, Sección de Metales y Productos Manufacturados.

Poseer valores bajos de peso específico hace más fácil el manejo de bloques u otros elementos fabricados sobre la base de arena pómez.

Por otro lado, este peso menor lleva como resultado una minimización de los requerimientos.

Otra característica que hace de la arena pómez un material apropiado en la construcción es su resistencia al fuego y condensación, moho y pestes, además de tener un excelente comportamiento térmico acústico, debido a que es el más utilizado en el campo de la construcción, actualmente y en su clasificación existen unidades de mampostería, conocidos como bloques huecos y tipo U, utilizados los primeros en construcciones de paredes y tabiques y los tipo U para soleras, ya que en su sección transversal es posible la colocación del refuerzo longitudinal.

Esencialmente la mampostería está formada por dos materiales que tienen comportamiento diferente; al ser sometidas a cargas de compresión éstos se deforman en forma diferente lo cual provoca esfuerzos adicionales en la zona de interacción entre ambos materiales.

Características de los bloques: Toda unidad de mampostería debe de contar con características que hagan que sean económicos, livianos, acústicos, impermeables, resistentes al fuego, durables y capaces de resistir cargas pesadas. Con relación a la resistencia a compresión, esta es una propiedad mecánica muy importante porque se relaciona con la resistencia del muro; cuanto mayor es la resistencia de la unidad, aumenta proporcionalmente la resistencia del elemento estructural.

Las características 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.

Respecto a la textura, puede lograrse controlando la granulometría del agregado, lo que permite obtener texturas superficiales finas, medias o gruesas. La utilización de bloque de concreto liviano en la construcción permite lograr una rapidez de ejecución realmente notable. Estas circunstancias unidas al menor número de unidades requeridas por m² de muro y la menor cantidad de mortero en las juntas significan notable economía.

1.2 Propiedades de los bloques

1.2.1 Propiedades físicas

Densidad: A partir de la clasificación y designación (ver referencia en anexo 1, norma Coguanor 41 054, 4) se determina si un bloque es pesado, mediano o liviano, definiendo así, tipo, clase y grado.

Absorción: La absorción del agua se mide como el peso del agua, expresado en porcentaje del peso seco, absorbido por la pieza sumergida en agua según la norma Coguanor NGO 41 054 (ver referencia en anexo 1, 5.1.2, cuadro 2), en donde se indica con un cuadro la máxima absorción de agua en kilogramos de agua absorbida de hormigón seco (destinado a soportar cargas, Clase A). Esta propiedad se relaciona con la permeabilidad de la pieza, con la adherencia a esta y del mortero junto con la resistencia que puede soportar.

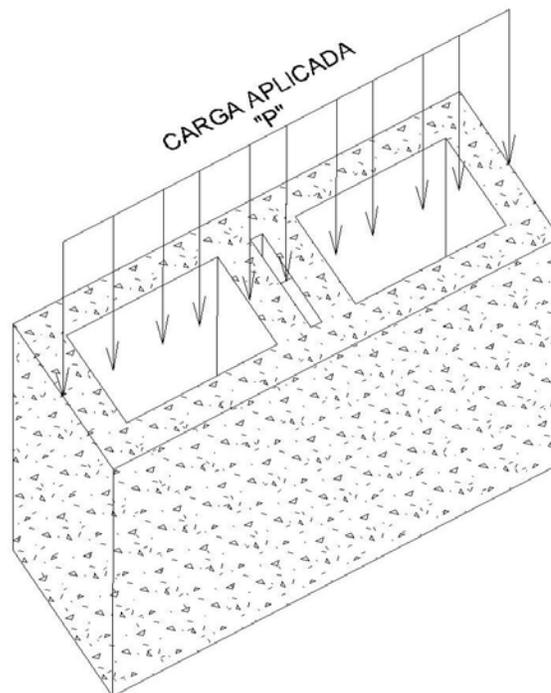
Eflorescencia: El mecanismo de la eflorescencia es simple; los materiales de construcción expuestos a la humedad en contacto con sales disueltas, están sujetos a fenómenos de eflorescencia por capilaridad al posibilitar el ascenso de la solución hacia las superficies expuestas al aire; allí el agua se evapora provocando que las sales se depositen en forma de cristales que constituyen la eflorescencia.

1.2.2 Propiedades mecánicas

Resistencia a la compresión ($f'm$): La propiedad mecánica de resistencia a la compresión de los bloques, es el índice de calidad más empleado para construcciones y en ella se basan los procedimientos para predecir la resistencia de los elementos estructurales y a partir de ello nace la necesidad del presente estudio. No sólo define el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia al intemperismo o cualquier otra causa de deterioro.

Los bloques deben tener una resistencia media a la compresión desde 25 a 70 kg/cm² a los 28 días, dependiendo así de las características de fabricación con respecto a su capacidad de resistencia. (ver referencia en anexo 1, 5.1.1, Cuadro 1). La resistencia a la compresión axial se determina mediante la aplicación de una fuerza de compresión sobre la unidad, en la misma dirección en que trabaja en el muro (perpendicular a la sección). Durante el ensayo, debe tomarse como precaución que quede plana y lisa la cara en contacto con la cabeza de la prensa de compresión, para garantizar una distribución uniforme de la fuerza en dicha área.

Figura 1. Esquema de aplicación de carga en bloques



CARGA APLICADA EN BLOQUES

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de Laboratorio de CII, Sección de Metales y Productos Manufacturados.

La falla podría producirse por aplastamiento de las piezas debido a la fuerza axial, pero también podrá presentarse por agrietamiento vertical producido por las deformaciones transversales, que acompañan a la deformación longitudinal y que en la pieza puede verse incrementada por el efecto junta; cuando el agrietamiento vertical se vuelve excesivo, éste produce la inestabilidad del elemento de mampostería y falla.

1.2.3 Propiedades térmicas y acústicas

Las transmisiones de calor a través de los muros son un problema que afecta la habitabilidad y la economía de la vivienda en las zonas cálidas y frías, debido al alto costo que representa el empleo de aislantes o de calefacción, según sea el caso.

Los bloques tienen un coeficiente de conductividad térmica variable, en el que influyen los tipos de agregados que se utilice en su fabricación (ver referencia en anexo 1, 6.1) y el espesor del bloque (ver referencia en anexo 1, 5.1.4.3, cuadro 4). Se puede bajar la transmisión térmica de los muros revistiéndolos con acabados tradicionales en Guatemala.

Con respecto a la capacidad de aislamiento acústico de los bloques viene a ser superior a la de cualquier otro tipo de material comúnmente utilizado.

1.3 Dimensionamiento de los bloques

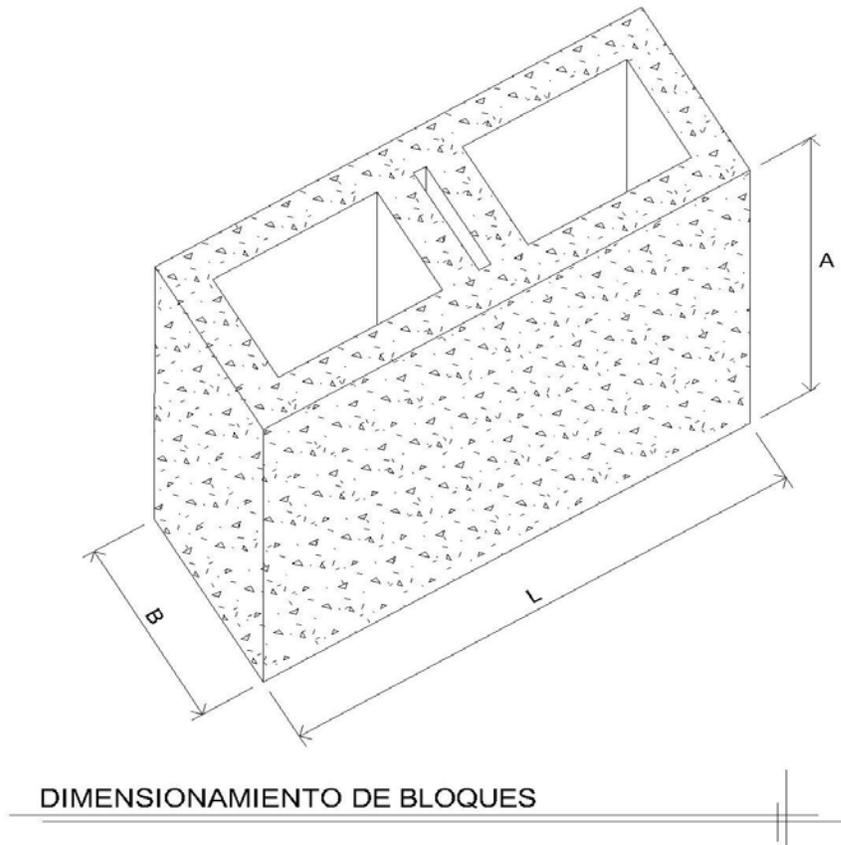
La fabricación usualmente comprende una gama de bloques, manteniendo los parámetros establecidos, según la norma, para que los resultados de ensayos aplicados a dichas unidades sean favorables.

Siendo su altura, ancho y largo diferenciándose por sus anchos: 9, 10, 14, 15, 19 y 20 cm., según las funciones de muro o tabique, que deba cumplir según diseño. Estas dimensiones están dadas con el objeto de modular los muros y sus uniones.

Los bloques a su vez presentan dos orificios o cavidades (varían según las dimensiones del bloque), los mismos que corresponden verticalmente en las mamposterías, de hilada en hilada, lo que da lugar a la formación de ductos que se usan con distintas finalidades.

Se mide en cada espécimen entero, el largo, el ancho y la altura, cada medida se obtiene como el promedio de tres medidas en los borde y al medio en cada cara. Los bloques de concreto deben tener una altura igual pero no mayor de 20cm., un ancho menor o igual a 20cm., un largo menor o igual a 40 cm. tomando en cuenta las discrepancias permisibles en las medidas nominales del largo, ancho y alto de (+/-)3mm. de las medidas reales y el grosor debe ser de 2.5cm., según especificaciones de norma guatemaltecas Coguanor 41 054 (ver referencia en anexo 1, 5.1.4).

Figura 2. Esquema de dimensionamiento de bloques



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de Laboratorio de CII, Sección de Metales y Productos Manufacturados.

En laboratorio se realiza una serie de procedimientos, en los cuales se realiza la medición de las unidades de distintos proveedores y se estandarizan a partir de un promedio de datos y se realizan las comparaciones con datos establecidos en normas, donde se separan las mediciones en largo, ancho y grosor, datos dados en centímetros entre las cuales se listan a continuación:

Tabla II. Medidas principales de los bloques de hormigón huecos

Uso	Medidas principales nominales o modulares			Medidas principales reales		
	centímetros			centímetros		
	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Largo
Bloque de pared	20	20	40	19	19	39
Bloque de muro perimetral	15	20	40	14	19	39
Medio bloque de pared	20	20	20	19	19	19
Medio bloque de muro perimetral	15	20	20	14	19	19
Bloque de tabique	10	20	40	9	19	39
Medio bloque tabique	10	20	20	9	19	19

Fuente: Norma NGO 41 054; 5.1.4

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.

1.4 Porcentaje de absorción en bloques:

Es la propiedad de atrapar agua, se determina pesando la unidad seca (llevándolo al horno a 110°C), después se introduce al agua durante 24 horas para obtener la unidad de un estado seco a estado saturado superficialmente seco, período después del cual se pesa y se relaciona con su peso inicial. Si no se dispone de facilidades para secar toda la unidad o pesarla entera, estos pueden ser fraccionados en unidades pequeñas, cuyo peso no sea menor del 10% de la unidad entera y que tenga toda la altura.

El porcentaje de absorción no debe ser mayor a un 32% ni menor de 15%, según norma Coguanor NGO 41 054 (ver referencia en anexo 1, cuadro 2, 5.1.2), estos límites de absorción varían según el tipo de concreto con que está elaborada la unidad de mampostería. Bajos niveles de absorción evitan la pérdida de adherencia y el origen de fisuras, ya que a mayor absorción las unidades sustraen más agua del mortero de pega, reduciendo o anulando la hidratación del cemento en la superficie que los une, así mismo absorción muy elevada, denota un alto grado de porosidad, lo cual afecta la resistencia a la compresión.

Cuando las unidades son totalmente impermeables evitan el intercambio de humedad y la creación de una superficie de adherencia, lo cual disminuye la resistencia en las uniones, manifestándose como fisuras permeables al agua, se disminuyen las características mecánicas de la unidad y tendrá características rígidas inapropiadas para el buen funcionamiento.

Otras consideraciones

Resistencia al fuego: La seguridad contra el fuego constituye una de las consideraciones más importantes en la mayoría de los códigos.

El criterio que predomina en la mayoría de ellos, consiste en el mantenimiento de la estabilidad estructural de la construcción durante el incendio y la contención del fuego. Las propiedades anti-fuego de la mampostería de bloques de hormigón, están en función del tipo de agregado y del espesor equivalente del bloque.

1.5 Procesos de fabricación

Los bloques de concreto son elementos modulares pre-moldeados diseñados para ser mampuestos de manera confinada y armada. En su fabricación sólo se requiere materiales básicos usuales, como son la piedra partida pómez, arena, cemento y agua.

La granulometría es una de las características más importantes que se deben realizar al material y consiste en la determinación y distribución de los tamaños que lo conforman. Está directamente relacionada con la resistencia mecánica de la mezcla endurecida, maleabilidad, compacidad, demanda de agua, homogeneidad del concreto fresco.

Para determinar la granulometría de un material se considera la masa de una muestra de ensayo, se tamiza la muestra y se determina la masa de las fracciones del árido retenidas en cada uno de los tamices.

Se calculan los porcentajes parciales retenidos y se expresa la granulometría en forma analítica y gráfica.

(a) Agregado fino: El agregado fino debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 6; su graduación debe ser la siguiente:

Tabla III. Tamices que definen granulometría de agregados finos.

Tamices AASHTO M 92		Porcentaje que pasa el tamiz %	
Nº. de tamiz	Abertura de tamiz en mm	De	A
3/8"	9.5 mm	100	
Nº. 4	4.75 mm	95	100
Nº. 16	1.18 mm	50	85
Nº. 50	0.300 mm	10	30
Nº. 100	0.150 mm	2	10

Fuente: AASHTO M 6

(b) Agregado grueso: El agregado grueso debe cumplir con los requisitos de la norma AASHTO M 80; su graduación es la siguiente:

Tabla IV. Tamices que definen granulometría de agregados gruesos.

Tamices AASHTO M 92		Porcentaje que pasa el tamiz %	
Nº. de tamiz	Abertura de tamiz en mm	De	A
3/4"	19 mm	100	
1/2"	12.5 mm	90	100
3/8"	9.5 mm	40	70
Nº. 4	4.75 mm	0	15

Fuente: AASHTO M 80

Se pueden emplear cementos de categoría de resistencia a compresión de 3,460 PSI (23N/mm²) a 3 días en mortero de cemento y arena normalizada; también denominados de alta resistencia o bien que posean compresión mínima de 5,000 PSI (34N/mm²). Se usará agua potable en lo posible, si no hubiese de ésta, se puede usar de pozos, vertientes, etc., pero se recomienda realizar un estudio para detectar posibles presencias de sales o similares, ya que estas disminuyen las resistencias mecánicas en dicha mezcla.

Para la producción de los bloques de concreto se implementa un taller que permita la fabricación de las unidades, con una producción promedio diaria cuyo rendimiento dependerá del tipo de mezcla empleada y del proceso de fabricación, manual o con máquina.

El equipamiento está conformado por una mesa vibradora, moldes metálicos y un área de producción en m² apropiada para realizar las distintas maniobras; ésta comprende una zona de materiales y agregados, una zona de mezclado y fabricación, una zona de desmolde y una zona de curado.

Secuencia de fabricación (analizada)

a) Dosificación: La dosificación o proporcionamiento de los materiales se hará por volumen, utilizando, cajones de madera o carretillas.

En Guatemala los agregados con los que se cuentan generalmente son: a) los normales para concreto que son gravas y arenas naturales de río o mina, y arenas y piedrines de trituración de roca de cantera o de canto rodado; y, b) los livianos o ligeros, que son granulados volcánicos de diverso tipo y procedencia que incluyen principalmente las granzas y arenas de pómez amarillas y blancas y escorias volcánicas encontradas en las cercanías de los volcanes.

Esta generalmente se realiza agregando un 73% de arenas de granulometría fina (material que pasa por tamiz N^o. 4, abertura 4.76 mm, ver tabla III) y granulometría gruesa (retenido en tamiz N^o. 4 y pasa por el tamiz de 150 mm. ver tabla IV), incluyendo también un porcentaje de un 27% de cemento. El cemento se agrega por saco, es decir se agregan 42.5 kilogramos de cemento por bacheada.

El agua a usar se ajusta de acuerdo a la experiencia de los operadores para obtener la mayor compactación y cohesión del bloque.

b) Mezclado

Mezclado manual: Definido el proporcionamiento de la mezcla, se acarrear los materiales al área de mezclado. En primer lugar, se dispondrá de arena (media y fina); después, encima el agregado grueso; seguidamente se agregará el cemento, realizando el mezclado con pala o azada. Será preciso realizar por lo menos dos vueltas de los materiales.

Después de mezclado se incorpora el agua en el centro del agujero de la mezcla, después se cubre el agua con el material seco de los costados, para continuar mezclando todo uniformemente. La mezcla húmeda debe voltearse por lo menos tres veces.

Los bloques moldeados manualmente utilizan unos moldes metálicos con mecanismo de expulsión y se llenan en tres fases, es agitada la mezcla en cada fase, la última de ellas es compactada, seguido de ello se desmolda y se traslada al sitio de secado.

Mezclado mecánico: Para mezclar el material utilizando mezcladora (tipo trompo o de tolva), se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados dentro del tambor, hasta obtener una mezcla de color uniforme; después se agrega agua y se continúa la mezcla húmeda durante tres a seis minutos.

Si los agregados son muy absorbentes, es decir que se encuentren entre el rango de absorción de 5% a 7%, es aconsejable incorporar a los agregados la mitad de agua necesaria para la mezcla antes de añadir el cemento; finalmente agregar el cemento y el resto del agua, continuando la operación de dos a tres minutos.

c) Moldeado: Obtenida la mezcla se procede a vaciarla dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora; 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, con la ayuda del pie y en forma vertical se desmolda el bloque.

d) 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 período 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 bien un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del concreto.

Después de ese tiempo (4 a 8 horas), los bloques pueden ser retirados y colocados en su área para curado.

e) Curado:

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

Los bloques se deben colocar en columnas 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 permita la circulación de aire.

El curado de los bloques se debe iniciar a las 3 horas de desmoldarse, rociándolos con agua; esta operación se repite cada seis horas, se riega periódicamente con agua durante siete días, o lo necesario para que no se sequen sus bordes. Se les puede cubrir con plásticos, papeles o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua.

Curado por inmersión: El curado se puede realizar también a las 24 horas de desmoldados, este tipo de curado se realiza sumergiendo los bloques en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un período de siete días.

Curado al vapor: Los bloques se pueden colocar en una cámara de curado, se pueden usar carpas de lona u otro tejido adecuado libre de escapes y con atmósfera húmeda, mantenida a la temperatura y por el tiempo necesario para que los bloques alcancen la resistencia especificada. El incremento de temperatura no debe exceder de 11°C por hora hasta llegar a un máximo de 77°C a menos que los bloques tengan más de 5 horas de haber sido fundidos, en cuyo caso se permitirá un incremento de hasta 22°C por hora. La cámara se debe construir en forma tal que permita la libre circulación de vapor alrededor de todos los bloques.

El grado de curado al vapor depende del clima, por lo general se puede subdividir en 2 horas para aumentar la temperatura, 4 horas para mantener la temperatura y 2 horas para reducir la temperatura paulatinamente, a fin de evitar choques térmicos.

f) Secado y almacenamiento: Lo más recomendado para el proceso de secado 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. Es preferible utilizar los bloques después de 28 días de fabricados.

La zona destinada para el almacenamiento de los bloques debe ser suficiente para mantener la producción de aproximadamente dos semanas y permitir que después del curado los bloques se sequen lentamente, debe estar 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, aunque los bloques fabricados siguiendo todas las recomendaciones, presentan una buena resistencia, se debe tener cuidado en su manejo y transporte. Los bloques no se deben tirar, sino que deben ser manipulados y colocados de una manera organizada, sin afectar su forma final.

1.5.1 Factores importantes para obtener bloques de arena pómez de calidad

Una condición imprescindible que deben satisfacer los bloques es su uniformidad, no sólo en lo relativo a la regularidad de sus dimensiones, en especial su altura, sino también en cuanto a la densidad, calidad, textura superficial y acabado. La uniformidad de los bloques depende en gran medida de su proceso de fabricación, son factores determinantes los siguientes:

La cuidadosa selección de agregados de calidad, tomando en cuenta la granulometría de estos y sus estudios previos a la utilización, Norma NGO 41 005, 41 007, 41 008.

- La correcta dosificación.
- El adecuado diseño del bloque.
- Una perfecta ejecución del mezclado, moldeo y compactación.
- Un adecuado curado y almacenamiento.

En resumen, es necesario controlar durante la producción: la dosificación de la mezcla, preferiblemente en volumen, utilizando cajones o carretilla; además se debe controlar el tiempo de mezclado; el *slump* o asentamiento; el peso unitario del concreto fresco; el tiempo de vibrado y los procesos de desmolde y curado de las unidades, para que puedan llegar a obtener las resistencias necesarias.

La calidad de los bloques depende de cada etapa del proceso de fabricación, fundamentalmente de la cuidadosa selección de los agregados, la correcta determinación de la dosificación, una perfecta elaboración en lo referente al mezclado, moldeo, compactación y un adecuado curado.

1.5.2 Ventajas y desventajas del uso de bloques de arena pómez

Ventajas:

La construcción con bloques de concreto liviano (arena pómez) presenta ventajas económicas en comparación con cualquier otro bloque para mampostería o bien otro sistema constructivo tradicional que utilice otro tipo de unidades, la que se pone de manifiesto durante la ejecución de los trabajos y al finalizar la obra.

Estas ventajas se originan en la rapidez de fabricación, precisión y uniformidad de las medidas de los bloques, resistencia y durabilidad, desperdicio casi nulo y sobre todo por constituir un sistema modular.

Esto significa que es muy importante la programación y diagramación de todos los detalles, previamente a la iniciación de los trabajos.

Si se compara un muro de bloques de concreto liviano, con otro de espesor equivalente, utilizando mampostería tradicional de ladrillo de barro cocido, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Menor cantidad de mortero de asiento.
- Mayor rendimiento de la mano de obra, debido a la menor cantidad de movimientos necesarios para levantar un metro cuadrado.
- Asimismo, el hecho de utilizar el bloque en su función estructural, agiliza los trabajos y posibilita una mayor rapidez constructiva, ya que no será necesario contar con los tiempos de encofrado y tiempos de espera para desencofrado de columnas, vigas, etc., típicos de la construcción tradicional de las estructuras de concreto armado convencional de hasta dos niveles domiciliarios.
- El armado de la mampostería reforzada es muy sencillo, ya que sólo es necesario utilizar barras rectas sin ataduras solo cuando se requiere de ello según su diseño.
- Si se tiene el cuidado de realizar buenos acabados los bloques no requieren de repello, esto si el objetivo es dejarlos a la vista, ahorrando así en materiales y mano de obra.

- La ventaja con este tipo de unidad es que por su tamaño proporciona una economía en el tiempo de ejecución, en la utilización de mano de obra y en la cantidad de mortero necesaria, lo que conduce a un abaratamiento del costo de producción, además reduce el número de juntas.

Desventajas:

- La transmisión de calor a través de los muros es un problema que se presenta en las zonas cálidas y en las frías, siendo así más conveniente el empleo de cavidades con aire en el interior de los muros permitiendo que se formen ambientes más agradables.
- El bloque está expuesto a que aumente su porcentaje de absorción, ya que en la mayoría de casos es expuesto a la intemperie.
- Para paredes expuestas a la intemperie deben de impermeabilizarse.
- En paredes interiores requiere de acabados especiales para un mejor aspecto.
- En obras grandes se requiere de mano de obra calificada para su colocación.
- En obras grandes las unidades deben proceder de plantas con alta tecnología de producción.

- Debido a su tamaño tiende a astillamientos o agrietamientos en sus aristas, así también como grietas habituales de manipuleo en el envío y distribución.

1.6 Propiedades de los bloques en muros

Los muros con bloques de concreto sujetos a cargas sísmicas en su plano, muestran dos tipos de fallas: flexión y corte, debiendo entenderse que la falla principal es aquella donde se acumulan mayores grietas, originando una fuerte degradación tanto en resistencia como en rigidez.

El muro presenta una forma de falla dependiendo de cuál de las resistencias sea la menor; sin embargo, la mayoría de las fallas registradas han sido por corte antes que por flexión.

Entre los sistemas se puede mencionar el sistema constructivo de mampostería confinada, formada por muros portantes, columnas y vigas; sin embargo el sistema constructivo de mampostería utilizando solo bloques de concreto liviano no se difunde convenientemente, pudiendo ser utilizado ventajosamente en forma masiva para programas multifamiliares de vivienda, autoconstrucción, entre otros.

La mampostería confinada con bloques de concreto, de manera similar que cuando se utiliza ladrillo de barro cocido, requiere de vigas y columnas de confinamiento.

Se requiere de acero de refuerzo vertical regularmente distribuido, a lo largo del muro, en las cavidades interiores transversales que pueden ser ciegas por uno de sus extremos y cuyos ejes son paralelos a una de las aristas; por su parte, el acero de refuerzo horizontal, cuando es necesario, se aloja en las juntas pudiendo, los bloques, presentar o no detalles para su colocación.

1.6.1 Tipos de muros

Mampostería. Es un procedimiento que comprende de tomar con la mano una unidad, para ser puesta una sobre otra, para formar muros, de acuerdo con lo indicado en los planos o especificaciones. En la construcción de estos se utilizan materiales de la mejor calidad, siendo necesaria que las fuentes de abastecimiento sean sometidas previamente a la aprobación.

Los muros se ejecutarán de acuerdo con los diseños, secciones, longitudes y espesores mostrados en los planos o especificaciones. Antes de iniciar su construcción se harán los trazos iniciales teniendo especial cuidado en marcar los vanos para puertas y ventanas, así también considerando detalles de acabados finales, rejas u otras.

Las hiladas se pegarán niveladas, con espesores de mezcla uniforme y resanada antes de fraguar la mezcla, cuidándose en nivelar cada hilada completa cuando se trata de muros interiores entre dos losas.

Todos los bloques se humedecerán hasta la saturación antes de su colocación, así también cuando ya estén mampuestos, reservando los que absorban mucha agua para interiores. La cara más importante en todo muro será aquella por la cual se coloquen, aplomen, hilen o nivelen las piezas (ladrillo de barro cocido o bloque) utilizando enlaces de mortero horizontales y verticales uniformes; de un espesor no mayor de 1.5cm.

1.6.2 Uso de mampostería reforzada en la construcción

Mampostería de bloque de perforación vertical: A través de sus celdas verticales se coloca el acero de refuerzo a flexión y después se rellenan con concreto. El refuerzo horizontal se coloca entre las juntas del mortero de enlace y en unidades o bloques especiales que conforman una especie de viga intermedia, para resistir esfuerzos cortantes.

Usualmente, en celdas no ocupadas por el refuerzo vertical, se colocan los tubos verticales de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. Con los bloques de perforación vertical se puede diseñar y construir, tres tipos de mampostería:

- a) Mampostería reforzada
- b) Mampostería parcialmente reforzada
- c) Mampostería no reforzada

Estos tres tipos de construcción se diferencian por las cuantías mínimas de refuerzo vertical y horizontal, a su vez según las normas, limita el uso de cada tipo de mampostería en las diversas zonas de amenaza sísmica, según su capacidad de disipación de energía, siendo esta "la capacidad que tiene un sistema estructural, un elemento estructural, o una sección estructural, para trabajar dentro del rango inelástico de respuesta sin perder su resistencia".

Mampostería de cavidad reforzada: Es la construcción realizada con dos paredes de unidades de mampostería, colocadas en paralelo, con o sin refuerzo, separadas por un espacio continuo de concreto reforzado. El funcionamiento del sistema es compuesto, es decir que tanto la pared interior de concreto reforzado como las laterales de mampostería, aportan resistencia a las fuerzas soportadas por la estructura. Tomando en cuenta todos los requisitos de diseño, materiales y construcción.

Mampostería de muros confinados: Es la construcción con base en piezas de mampostería unidas con mortero, cuyo refuerzo principal está dado por elementos de concreto reforzado (vigas, soleras y columnas) construidas en los bordes del muro. Estos elementos de concreto reforzado atienden a todas las fuerzas de tracción (flexiones) y la parte de los esfuerzos cortantes que no resiste el muro de mampostería.

1.7 Normas y especificaciones aplicables

1.7.1 Bloques según la norma

El bloque de concreto se define según la norma NGO 41 054 (véase referencia en anexo 1) como un elemento simple hecho de hormigón, en forma de paralelepípedo ortogonal, con uno o más huecos transversales o cavidades en su interior, donde sus ejes son paralelos a una de las aristas.

De manera que su alto es tal, que no debe exceder a su largo y el área neta del elemento sea de un 50% a un 75% del área bruta del mismo.

Dicho bloque está constituido por cemento Portland, agregados como arena, piedra partida, gránulos volcánicos, escorias, u otros materiales inertes y agua.

1.7.2 Ensayos

Son ensayos que deben efectuarse para verificar la calidad de bloques, van de acuerdo a lo establecido en normas Coguanor NGO 41 054. Entre ellos están: variación de dimensiones, apariencia, absorción y compresión axial con los bloques para determinar sus características.

1.7.2.1 Ensayo de compresión axial

Este ensayo es el índice de calidad más importante, el cual indica la capacidad que posee la unidad de soportar cargas axiales al momento de estar en función, donde los resultados deben de encontrarse dentro del rango de la resistencia normal de bloques de concreto de 25 a 70 Kg/cm² y aproximándose a bloques de concreto tipo liviano, clase A, grado 1, 35 Kg/cm². (Bloque hueco de hormigón tipo liviano, clase A, grado 1, véase referencia en anexo 1 norma Coguanor NGO 41 054, 4.4.2).

1.7.2.2 Ensayo de absorción

Se considera absorción de agua en un bloque, al peso de agua que contiene expresado en porcentaje del peso seco, o bien dicho el contenido de humedad total interna de un bloque, que está en la condición de saturado superficialmente seco.

En donde la capacidad de absorción de la unidad se determina por el incremento de peso de este secado al horno, después de 24 horas de inmersión en agua.

1.7.2.3 Ensayo de calidad dimensional

Para la determinación de las características dimensionales de los bloques de concreto fabricados con piedra pómez, se deberá tomar como referencia la Norma Coguanor NGO 41 054; se tomarán 4 medidas para cada una de las dimensiones principales de cada bloque promediando luego dichas medidas.

1.7.2.4 Ensayo de control de calidad visual

Para la determinación de las características propiamente visuales se deben de tomar en cuenta condiciones generales, que esté libre de astilladuras, grietas, agujeros, rajaduras y otros defectos que puedan afectar la resistencia mecánica y junto a ello la durabilidad del bloque, lo cual interfiere también en la colocación adecuada de estos.

Según referencia la Norma Coguanor NGO 41 054 (ver referencia en anexo 1, 5.2.1), indica que las grietas y astilladuras deben ser menores de 25mm, considerando que solo sean resultantes del manipuleo, que conlleva el traslado de las unidades, así como libre de todo tipo de impurezas que puedan provocar eflorescencia en el bloque, tomando en cuenta que si están en más del 5% del lote se rechazará.

2. REGISTRO DE CALIDAD

Establecer niveles de calidad apropiados para la fabricación de bloques de arena pómez tiende a exigencias que deben de implementarse desde la selección de los materiales constituyentes hasta la fabricación del producto final. Por lo cual es necesario obtener unidades que cumplan con parámetros de calidad adecuados, que garanticen un elemento de mampostería con condiciones de resistencia y absorción adecuada para que cumpla con los requerimientos necesarios para lo cual fue diseñado.

Para la obtención de la información, se realizó una investigación en la municipalidad de Villa Nueva, donde se obtuvo bases de datos de fábricas existentes en el municipio, departamento de Guatemala, las cuales producen unidades de mampostería de concreto liviano. Se tomó el municipio como una población total, la cual está dividida en 12 zonas, donde se seleccionaron las fábricas que cumplen con los requisitos para el estudio, de acuerdo a características claves que hicieron representativa dicha selección, tales como: la fabricación diaria de unidades y la demanda de venta con respecto a su resistencia. Se obtuvo un listado de 32 fábricas, ubicadas en el siguiente cuadro.

Tabla V. Lista de fábricas de bloques, ubicadas en el municipio de Villa Nueva.

Nº.	Propietario		Nombre de Fábrica	
1.-	Dorina	González Soto		Km. 14.2 CA-9 Zona 1
2.-	Mario	Geovany		1a. Av. A 5-71 Zona 1
3.-			Inversiones MC S.A.	Km. 14 Carretera al Pacífico Zona 1
4.-	Jorge	Guerra	Bloquera Las Vegas	3a. Av. "A" 4-69 Zona 1
5.-	Jorge	Marroquín	Las Ilusiones	1a. Av. 2-35 Zona 1
6.-			Grupo Procreto	Km. 17.5 Carretera al Pacífico Zona 2
7.-	Carlos	Sotomayor		1a. Av. 2-71 Colonia Santa Mónica Zona 2
8.-	Juan Israel	López López		3a. Av. vecindad de 1-20 Frente a Pelitea Zona 2
9.-	Elis Gudiel	López López		3a. Calle 8-01 Zona 2
10.-			Ing. Técnica S.A.	Km. 14.5 CA-9 Carretera al Pacífico Zona 2
11.-	Florinda	Sánchez	Blocks Santiago	1a. Calle 3-82 Colonia Santa Mónica Zona 2
12.-	Freddy	López Morales		Lote 1 Residenciales Campo Bello Zona 2
13.-			Blocks del Sur	Km. 16.6 Carretera al Pacífico Zona 2
14.-			Bloquera Guadalupe	3a. Calle 5-81 Colonia San José Zona 2
15.-			Precsa	Calle al Cementerio Las Nubes Parcela 119 Zona 3
16.-	Pablo	López López		Km. 21.5 Colonia El Bosque Zona 3
17.-			Blocks San Gregorio	Sector 3 Lote 9 Granjas Italia Zona 4
18.-	Irma Sonia	Cajas Reyes	Blocks Marcelino	Lote 6 Colonia Linda Vista Zona 4
19.-			Multiblocks, S.A.	Lote 9 Sector III Granjas Italia Zona 4
20.-			Blocks San Miguel	16 Av. 8-98 Zona 4
21.-	Blanca	Fumagali	Fumagali	2a. Av. 2-50 Colonia Venecia I Zona 4
22.-	Sofía	Paiz de Aju		Km. 7 Colonia Los Alpes Zona 4
23.-	Carlos	Toc	Block San Esteban	16 Av. Colonia Zalzar Zona 4
24.-	Guillermo	Verganza	Retalteca	Lote 10 Colonia Zalzar Zona 4
25.-	Byron	Gálvez Sáenz		Lote 16B Colonia Linda Vista Granja Italia Zona 4
26.-			Blocks San Antonio	3ª. Av. 15-38 Zona 5
27.-	Lesbia	Sandoval		6a.Calle 6-15 Colonia San Francisco Zona 6
28.-			Block San Cristóbal	3a. Calle Lote 79 Colonia Tanques 3 Zona 6
29.-			Bloquera Centro América	5a. Av. 5-49 Colonia Las Vegas Zona 6
30.-			Tecni Block	4a. Av. 3-34 Zona 6
31.-			Bloquera La Cruz	4a. Av. 5-49 Colonia Concepción Zona 6
32.-			Bloquera Jhire	3a. Av. 1-20 Colonia San José Zona 7

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de oficinas de Catastro Municipalidad de Villa Nueva.

Para propósitos de ensayos, unidades enteras fueron seleccionadas de acuerdo a lo establecido en la norma Coguanor NGO 41 054. Los especímenes fueron representativos del lote total, los cuales poseen configuración y dimensiones similares.

El criterio utilizado para la adquisición de los especímenes es el siguiente:

a) Fábricas con producción mayor o igual a 5,000 unidades por día:

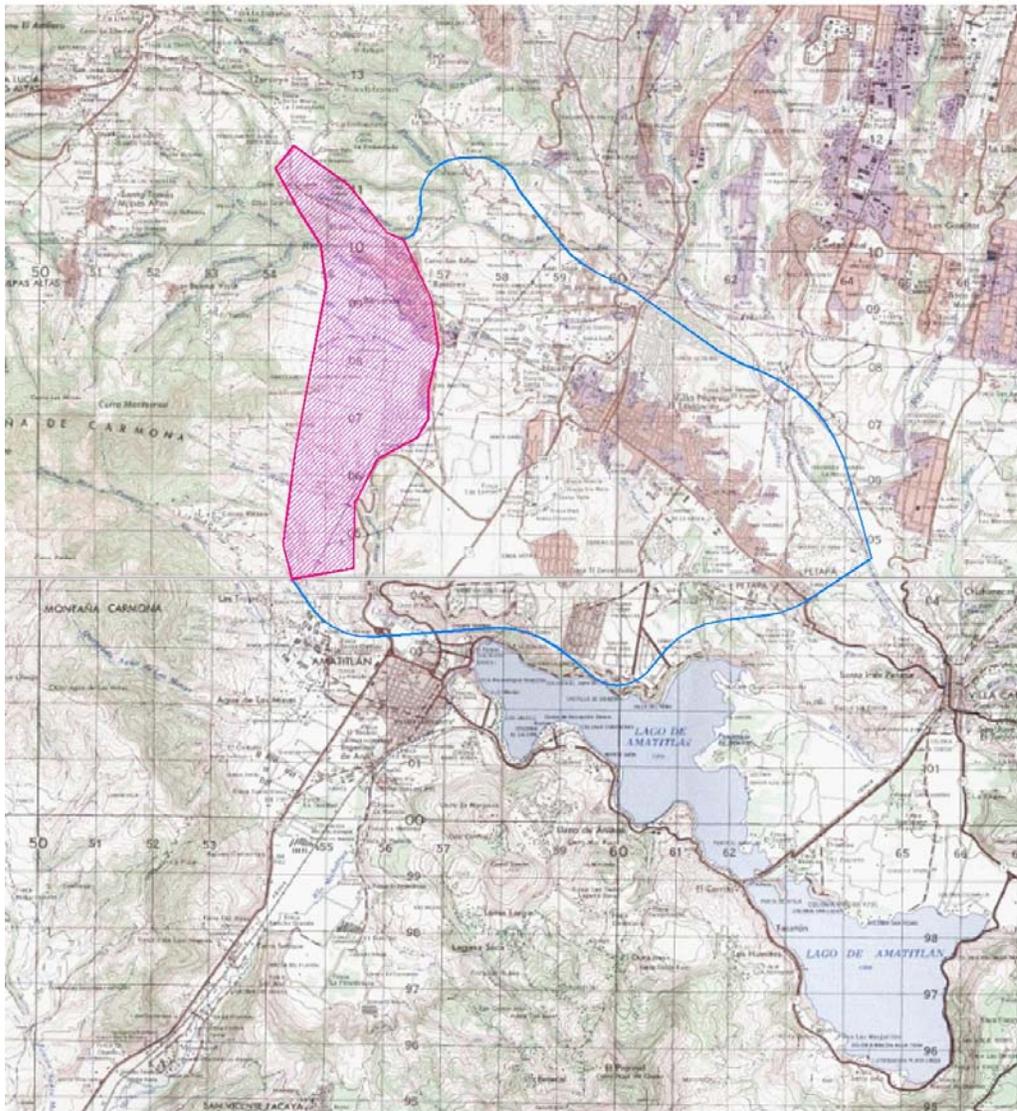
Según tabla III se ubicaron a partir de base de datos obtenida en oficinas de Catastro de Municipalidad de Villa Nueva.

b) Ubicación por zonas: De acuerdo a tabla V se localizaron las fábricas por su ubicación en cada zona del municipio.

c) Demanda de venta según características y uso de bloques: Se realizó la selección a partir de la demanda de venta, dimensiones de 15x20x40 y utilización con respecto a su resistencia de 35kg/cm².

d) Fábricas que utilicen agregados provenientes del mismo banco de material, para su proceso de fabricación: A partir de entrevistas a personal de fábricas estudiadas, se estableció que utilizan agregados provenientes de bancos ubicados en el área de Bárcenas, localidad de Villa Nueva (ver mapa Figura 3, siguiente página).

Figura 3. Mapa cartográfico de ubicación de Bárcenas en municipio de Villa Nueva.



Fuente: Obtenida de hojas cartográficas oficinas del Instituto Geográfico Nacional

El listado proporcionado por la Municipalidad de Villa Nueva, define un total de 32 fábricas (ver Tabla V), las cuales fueron separadas por zonas, de acuerdo a su ubicación actual (ver Tabla VI); de las cuales únicamente 13 de ellas están en actividades de producción (ver Tabla VIII), dentro de estas se fueron depurando fábricas que no cumplían con los criterios de evaluación establecidos, resultado de ello se obtuvieron 8 fábricas únicamente (ver Tabla IX).

Según criterios establecidos en la norma Coguanor NGO 41 054, se adquirieron 5 especímenes de cada una de las fábricas disponibles para el estudio (ver Tabla XI).

Para una mejor identificación se marcó cada espécimen de manera que puedan ser accesibles en cualquier momento.

A partir de los criterios utilizados para la selección de las fábricas se tiene el siguiente listado, en el cual se incluye la cantidad de fábricas por zona, propietario y nombre de la fábrica, su estado actual (existente E y no existente N/E) ya que dentro del listado de la Tabla V se depuraron las fábricas que ya no tienen producción (producción nula), así también las que han sido cerradas; junto a ello se incluye la producción diaria de unidades; pudiéndose observar en la tabla VI.

2.1 Obtención de muestras representativas del área a estudiar, a partir de datos de registro obtenidos

Tabla VI. Lista de fábricas de bloques, distribuidas por zonas

ZONA 1								
Nº.	Propietario		Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección
1	Dorina	González Soto			-	NULA	0	Km. 14.2 CA-9 Zona 1
2	Mario	Geovany			-	NULA	0	1a. Av. A 5-71 Zona 1
3			Inversiones MC S.A.		-	NULA	0	Km. 14 Carretera al Pacífico Zona 1
4	Jorge Guerra		Bloquera Las Vegas	X		5,000	5	3a. Av. "A" 4-69 Zona 1
5	Jorge	Marroquín	Las Ilusiones		-	NULA	0	1a. Av. 2-35 Zona 1

E	Existente		1	= Total de fábricas existentes
N/E	No existente		4	= Total de fábricas no existentes
			5	= Total de fábricas por zona 1
			32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)
			20%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada
			3%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada

ZONA 2								
Nº.	Propietario		Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección
1			Grupo Procreto	X		5,000	5	Km. 17.5 Carretera al Pacífico Zona 2
2	Carlos	Sotomayor			-	NULA	0	1a. Av. 2-71 Colonia Santa Mónica Zona 2
3	Juan Israel	López			-	NULA	0	3a. Av. vecindad de 1-20 Frente a Pelitea Zona 2
4	Elis Gudiel	López			-	NULA	0	3a. Calle 8-01 Zona 2
5			Ing. Técnica S.A.	X		3,500	0	Km. 14.5 CA-9 Carretera al Pacífico Zona 2
6	Florinda	Sánchez	Blocks Santiago		-	NULA	0	1a. Calle 3-82 Colonia Santa Mónica Zona 2
7	Freddy	López Morales			-	NULA	0	Lote 1 Residenciales Campo Bello Zona 2
8			Blocks del Sur	X		3,000	0	Km. 16.6 Carretera al Pacífico Zona 2
9			Bloquera Guadalupe		-	NULA	0	3a. Calle 5-81 Colonia San José Zona 2

E	Existente		3	= Total de fábricas existentes
N/E	No existente		6	= Total de fábricas no existentes
			9	= Total de fábricas por zona 2
			32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)
			33%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada
			9%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de Oficinas de Catastro Municipalidad de Villa Nueva.

ZONA 3							
Nº.	Propietario	Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección
1		Precsa	X		5,000	5	Calle al Cementerio Las Nubes Parcela 119 Zona 3
2	Pablo Jacinto López			-	NULA	0	Km. 21.5 Colonia El Bosque Zona 3

E	Existente	1	= Total de fábricas existentes
N/E	No existente	1	= Total de fábricas no existentes
		2	= Total de fábricas por zona 3
		32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)
		50%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada
		3%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada

ZONA 4							
Nº.	Propietario	Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección
1		Blocks San Gregorio	X		5,000	5	Sector 3 Lote 9 Granjas Italia Zona 4
2	Irma Sonia	Cajas Reyes		-	NULA	0	Lote 6 Colonia Linda Vista Zona 4
3		Multiblocks S.A.	X		5,000	5	Lote 9 Sector III Granjas Italia Zona 4
4		Blocks San Miguel	X		3,800	0	16 Av. 8-98 Zona 4
5	Blanca	Fumagali	X		5,000	5	2a. Av. 2-50 Colonia Venecia I Zona 4
6	Sofía Avalos	Paiz de Aju		-	NULA	0	Km. 7 Colonia Los Alpes Zona 4
7	Carlos	Toc		-	NULA	0	16 Av. Colonia Zalzar Zona 4
8	Guillermo	Verganza	X		5,000	5	Lote 10 Colonia Zalzar Zona 4
9	Byron	Gálvez Sáenz		-	NULA	0	Lote 16B Colonia Linda Vista Granja Italia Zona 4

E	Existente	5	= Total de fábricas existentes
N/E	No existente	4	= Total de fábricas no existentes
		9	= Total de fábricas por zona 4
		32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)
		56%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada
		16%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de Oficinas de Catastro Municipalidad de Villa Nueva.

ZONA 5																							
Nº.	Propietario		Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección															
1			Block San Agustín	X	-	3,000	0	3a. Av. 15-38 Zona 5															
<table border="1"> <tr> <td>E</td> <td>Existente</td> </tr> <tr> <td>N/E</td> <td>No existente</td> </tr> </table>				E	Existente	N/E	No existente	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>= Total de fábricas existentes</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>= Total de fábricas no existentes</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>= Total de fábricas por zona 5</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada</td> </tr> <tr> <td>3%</td> <td>= Porcentaje existente sobre la población total muestreada</td> </tr> </table>				1	= Total de fábricas existentes	0	= Total de fábricas no existentes	1	= Total de fábricas por zona 5	32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)	100%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada	3%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada
E	Existente																						
N/E	No existente																						
1	= Total de fábricas existentes																						
0	= Total de fábricas no existentes																						
1	= Total de fábricas por zona 5																						
32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)																						
100%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada																						
3%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada																						

ZONA 6																							
Nº.	Propietario		Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección															
1	Lesbia	Sandoval			-	NULA	0	6a.Calle 6-15 Colonia San Francisco Zona 6															
2			Block San Cristóbal	X		5,000	5	3a. Calle Lote 79 Colonia Tanques 3 Zona 6															
3			Bloquera Centro América		-	NULA	0	5a. Av. 5-49 Colonia Las Vegas Zona 6															
4			Tecni Block	X		4,200	0	4a. Av. 3-34 Zona 6															
5			Bloquera La Cruz		-	NULA	0	4a. Av. 5-49 Colonia Concepción Zona 6															
<table border="1"> <tr> <td>E</td> <td>Existente</td> </tr> <tr> <td>N/E</td> <td>No existente</td> </tr> </table>				E	Existente	N/E	No existente	<table border="1"> <tr> <td>2</td> <td>= Total de fábricas existentes</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>= Total de fábricas no existentes</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>= Total de fábricas por zona 6</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)</td> </tr> <tr> <td>40%</td> <td>= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada</td> </tr> <tr> <td>6%</td> <td>= Porcentaje existente sobre la población total muestreada</td> </tr> </table>				2	= Total de fábricas existentes	3	= Total de fábricas no existentes	5	= Total de fábricas por zona 6	32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)	40%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada	6%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada
E	Existente																						
N/E	No existente																						
2	= Total de fábricas existentes																						
3	= Total de fábricas no existentes																						
5	= Total de fábricas por zona 6																						
32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)																						
40%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada																						
6%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada																						

ZONA 7																							
Nº.	Propietario		Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección															
1			Bloquera Jhire			NULA	0	3a. Av. 1-20 Colonia San José Zona 7															
<table border="1"> <tr> <td>E</td> <td>Existente</td> </tr> <tr> <td>N/E</td> <td>No existente</td> </tr> </table>				E	Existente	N/E	No existente	<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>= Total de fábricas existentes</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>= Total de fábricas no existentes</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>= Total de fábricas por zona 7</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>= Porcentaje existente sobre la población total muestreada</td> </tr> </table>				0	= Total de fábricas existentes	1	= Total de fábricas no existentes	1	= Total de fábricas por zona 7	32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)	0%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada	0%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada
E	Existente																						
N/E	No existente																						
0	= Total de fábricas existentes																						
1	= Total de fábricas no existentes																						
1	= Total de fábricas por zona 7																						
32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)																						
0%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada																						
0%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada																						

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de Oficinas de Catastro Municipalidad de Villa Nueva.

ZONA 8							
Nº.	Propietario	Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección
0	No hay existencia						No hay existencia
E	Existente		0				= Total de fábricas existentes
N/E	No existente		0				= Total de fábricas no existentes
			0				= Total de fábricas por zona 8
			32				= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)
			0%				= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada
			0%				= Porcentaje existente sobre la población total muestreada

ZONA 9							
Nº.	Propietario	Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección
0	No hay existencia						No hay existencia
E	Existente		0				= Total de fábricas existentes
N/E	No existente		0				= Total de fábricas no existentes
			0				= Total de fábricas por zona 9
			32				= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)
			0%				= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada
			0%				= Porcentaje existente sobre la población total muestreada

ZONA 10							
Nº.	Propietario	Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección
0	No hay existencia						No hay existencia
E	Existente		0				= Total de fábricas existentes
N/E	No existente		0				= Total de fábricas no existentes
			0				= Total de fábricas por zona 10
			32				= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)
			0%				= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada
			0%				= Porcentaje existente sobre la población total muestreada

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de Oficinas de Catastro Municipalidad de Villa Nueva.

ZONA 11																							
Nº.	Propietario	Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección																
0	No hay existencia						No hay existencia																
<table border="1"> <tr> <td>E</td> <td>Existente</td> </tr> <tr> <td>N/E</td> <td>No existente</td> </tr> </table>			E	Existente	N/E	No existente	<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>= Total de fábricas existentes</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>= Total de fábricas no existentes</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>= Total de fábricas por zona 11</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>= Porcentaje existente sobre la población total muestreada</td> </tr> </table>					0	= Total de fábricas existentes	0	= Total de fábricas no existentes	0	= Total de fábricas por zona 11	32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)	0%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada	0%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada
E	Existente																						
N/E	No existente																						
0	= Total de fábricas existentes																						
0	= Total de fábricas no existentes																						
0	= Total de fábricas por zona 11																						
32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)																						
0%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada																						
0%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada																						

ZONA 12																							
Nº.	Propietario	Nombre de Fábrica	E	N/E	Producción	Muestras	Dirección																
0	No hay existencia						No hay existencia																
<table border="1"> <tr> <td>E</td> <td>Existente</td> </tr> <tr> <td>N/E</td> <td>No existente</td> </tr> </table>			E	Existente	N/E	No existente	<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>= Total de fábricas existentes</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>= Total de fábricas no existentes</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>= Total de fábricas por zona 12</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>= Porcentaje existente sobre la población total muestreada</td> </tr> </table>					0	= Total de fábricas existentes	0	= Total de fábricas no existentes	0	= Total de fábricas por zona 12	32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)	0%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada	0%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada
E	Existente																						
N/E	No existente																						
0	= Total de fábricas existentes																						
0	= Total de fábricas no existentes																						
0	= Total de fábricas por zona 12																						
32	= Total de fábricas (dato de Municipalidad de Villa Nueva)																						
0%	= Porcentaje existente sobre la población zonificada muestreada																						
0%	= Porcentaje existente sobre la población total muestreada																						

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de Oficinas de Catastro Municipalidad de Villa Nueva.

Tabla VII. Datos en porcentajes de fábricas existentes en el municipio de Villa Nueva, según zona de ubicación.

Zona	Total de fábricas	Existentes	No existentes	% por zona	% total
1	5	1	4	20%	3%
2	9	3	6	33%	9%
3	2	1	1	50%	3%
4	9	5	4	56%	16%
5	0	0	0	0%	0%
6	5	2	3	40%	6%
7	1	0	1	0%	0%
8	0	0	0	0%	0%
9	0	0	0	0%	0%
10	0	0	0	0%	0%
11	0	0	0	0%	0%
12	0	0	0	0%	0%
Total	32	13	19		41%

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de Oficinas de Catastro Municipalidad de Villa Nueva.

En la tabla anterior, el % por zona es la relación entre las fábricas existentes en cada zona y el total de fábricas proporcionadas en el listado de tabla V por zona; es decir el porcentaje existente sobre la población zonificada; y el % total es la relación entre el total de fábricas disponibles para el estudio y el total de fábricas (Tabla V), siendo el porcentaje existente sobre la población total.

La siguiente Tabla posee el listado de las fábricas existentes, en las distintas zonas del municipio.

Tabla VIII. Total de fábricas existentes en el municipio de Villa Nueva.

Nº.	Propietario		Nombre de Fábrica	E	Dirección
1.-	Jorge	Guerra	Bloquera Las Vegas		3a. Av. "A" 4-69 Zona 1
2.-			Grupo Procreto		Km. 17.5 Carretera al Pacifico Zona 2
3.-			Ing. Técnica S.A.		Km. 14.5 CA-9 Carretera al Pacifico Zona 2
4.-			Blocks del Sur		Km. 16.6 Carretera al Pacifico Zona 2
5.-			Precsa		Calle al Cementerio Las Nubes Parcela 119 Zona 3
6.-			Blocks San Gregorio		Sector 3 Lote 9 Granjas Italia Zona 4
7.-			Multiblocks, S.A.		Lote 9 Sector III Granjas Italia Zona 4
8.-			Blocks San Miguel		16 Av. 8-98 Zona 4
9.-	Blanca	Fumagali	Fumagali		2a. Av. 2-50 Colonia Venecia I Zona 4
10.-	Guillermo	Verganza	Retalteca		Lote 10 Colonia Zalzar Zona 4
11.-			Blocks San Agustín		3ª. Av. 15-38 Zona 5
12.-			Block San Cristóbal		3a. Calle Lote 79 Colonia Tanques 3 Zona 6
13.-			Tecni Block		4a. Av. 3-34 Zona 6
E	Existente		Total de fábricas	13	

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de oficinas de Catastro Municipalidad de Villa Nueva.

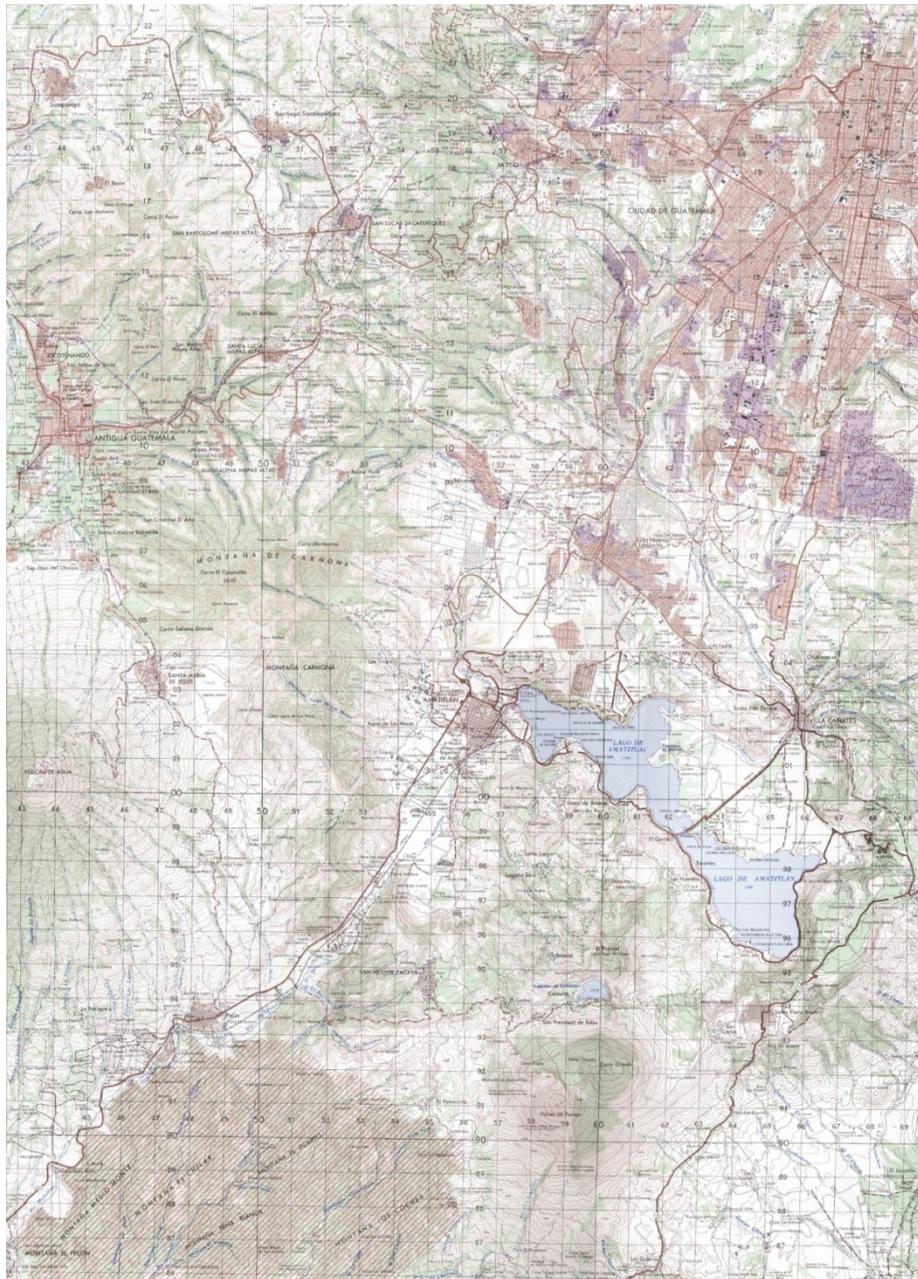
A continuación se lista el total de las fábricas existentes y que cumplen con las características de selección para su evaluación.

Tabla IX. Total de fábricas que cumplen con características de selección en el municipio de Villa Nueva.

Nº.	Propietario		Nombre de Fábrica	E	Muestras	Dirección
					Obtenidas	
1.-	Jorge Guerra		Bloquera Las Vegas		5	3a. Av. "A" 4-69 Zona 1
2.-			Grupo Procreto		5	Km. 17.5 Carretera al Pacifico Zona 2
3.-			Precsa		5	Calle al Cementerio Las Nubes Parcela 119 Zona 3
4.-			Blocks San Gregorio		5	Sector 3 Lote 9 Granjas Italia Zona 4
5.-			Multiblocks, S.A.		5	Lote 9 Sector III Granjas Italia Zona 4
6.-	Blanca	Fumagali	Fumagali		5	2a. Av. 2-50 Colonia Venecia I Zona 4
7.-	Guillermo	Verganza	Retalteca		5	Lote 10 Colonia Zalzar Zona 4
8.-			Block San Cristóbal		5	3a. Calle Lote 79 Colonia Tanques 3 Zona 6
E	Existente		Total de fábricas		8	

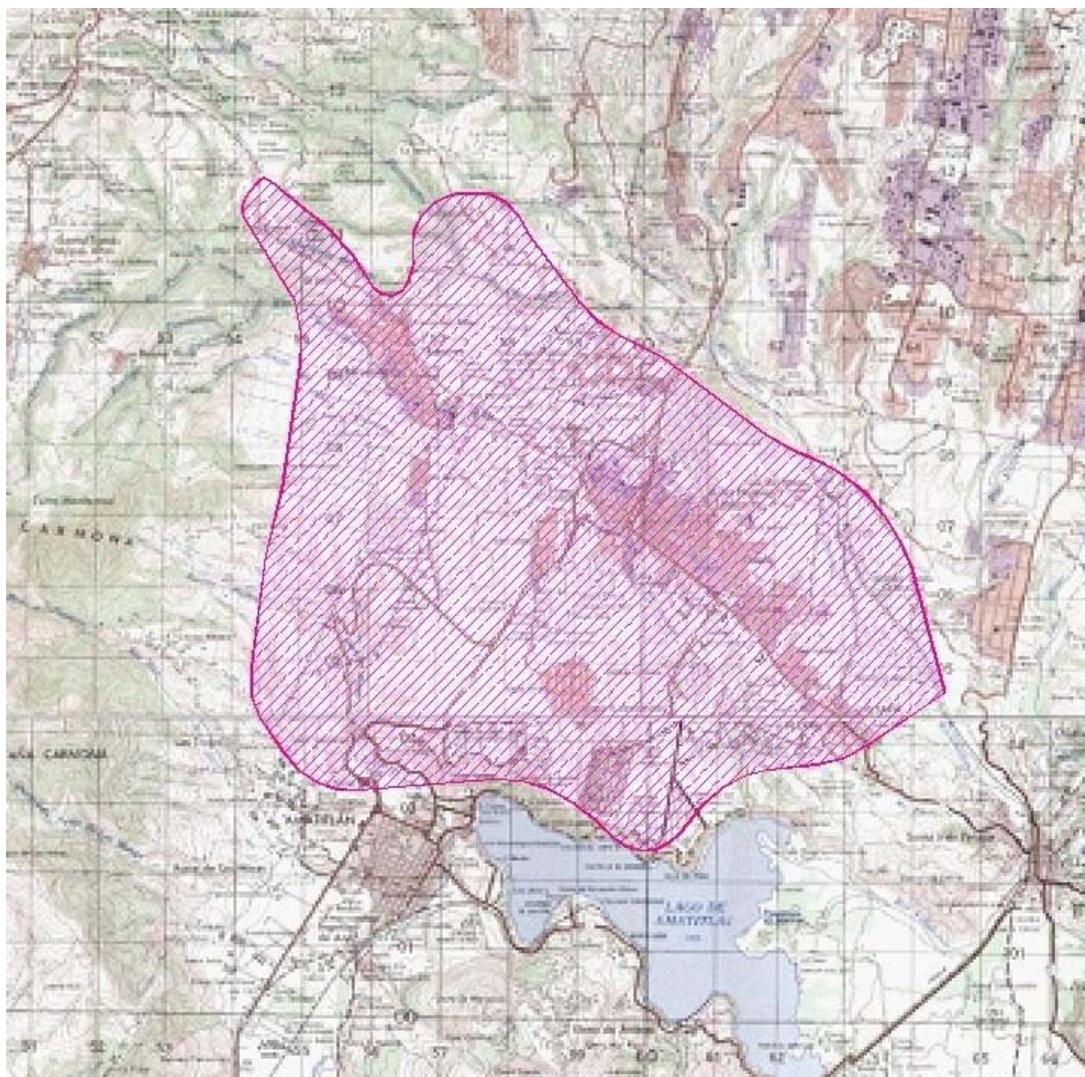
Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de Oficinas de Catastro Municipalidad de Villa Nueva.

Figura 4. Mapa cartográfico de localización del municipio de Villa Nueva.



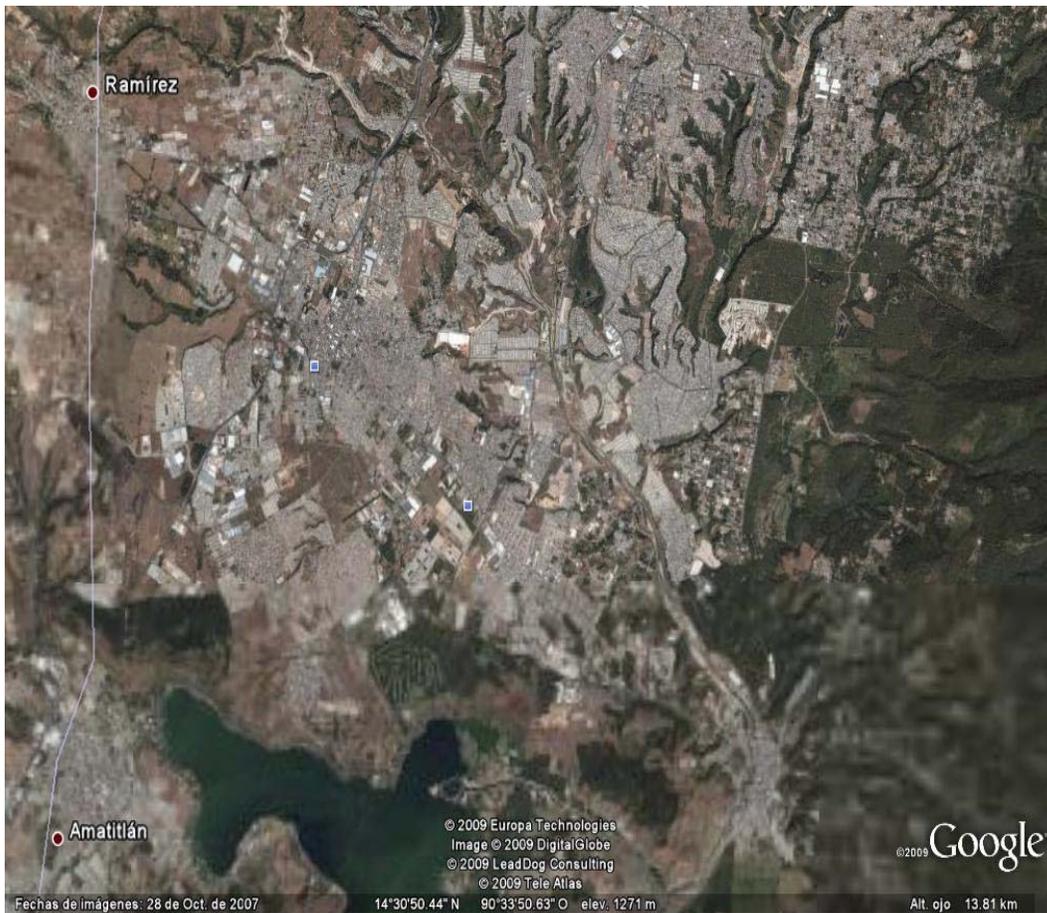
Fuente: Obtenida de hojas cartográficas oficinas del Instituto Geográfico Nacional.

Figura 5. Mapa cartográfico de ubicación del municipio de Villa Nueva, delimitando el polígono del municipio.



Fuente: Obtenida de hojas cartográficas oficinas del Instituto Geográfico Nacional.

Figura 6; Fotografía aérea del área a estudiar.



Fuente: Obtenida por imágenes de *Google Earth*.

Se obtuvieron las proporciones de materiales utilizadas en cada una de las fábricas visitadas, en ella se desglosan los distintos materiales de acuerdo a requerimientos de cada fábrica, junto con la producción de bloques por cada saco de cemento.

Tabla X. Proporciones de materiales utilizadas en fábricas para la elaboración de block de arena pómez.

Proporciones de materiales utilizadas en fábricas para la elaboración de block pómez						
Nº. de fábrica	Pómez		Selecto (limo)	Cemento	Agua	Blocks diarios por
	Arena blanca	Pómez	Polvo de piedra			
	Grano grueso 3/8"	Grano medio	Polvillo de pómez			
	(m3)	(m3)	Grano fino			
		(m3)	saco	litros	saco/cemento	
1	0.33	0.08	0.04	1	37.8	102
2	0.25	0.04	0.08	1	18.9	74
3	0.33	0.08	0.00	1	37.8	98
4	0.17	0.04	0.04	1	18.9	56
5	0.33	0.04	0.04	1	37.8	84
6	0.33	0.08	0.08	1	37.8	108
7	0.42	0.08	0.08	1	56.7	116
8	0.23	0.06	0.04	1	37.8	94

Fuente: Elaboración propia, obtenida de datos del fabricante.

El siguiente cuadro muestra la cantidad de fábricas existentes que cumplen con las características de evaluación detallada en el presente trabajo.

Tabla XI. Muestras obtenidas en fábricas, según fecha de fabricación y fecha de ensayos.

Número de Fábrica	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Muestra (unidad)	Edad para ensayar (días)
1	05/01/2009	19/02/2009	5	45
1	05/01/2009	19/02/2009	5	45
2	08/01/2009	19/02/2009	5	42
2	08/01/2009	19/02/2009	5	42
3	09/01/2009	19/02/2009	5	41
3	09/01/2009	19/02/2009	5	41
4	20/01/2009	19/02/2009	5	30
4	20/01/2009	19/02/2009	5	30
5	22/01/2009	19/02/2009	5	28
5	22/01/2009	19/02/2009	5	28
6	19/01/2009	19/02/2009	5	31
6	19/01/2009	19/02/2009	5	31
7	20/01/2009	19/02/2009	5	30
7	20/01/2009	19/02/2009	5	30
8	22/01/2009	19/02/2009	5	28
8	22/01/2009	19/02/2009	5	28
Cantidad de fábricas				8

Fuente: Elaboración propia, obtenida de datos existentes de fabricante.

2.1.1 Datos obtenidos de la muestra

Como define la norma Coguanor NGO 41 054 en cada fábrica seleccionada, se obtuvieron 5 especímenes, pero debido a restricciones de tipo administrativo, el laboratorio únicamente permitió ensayar 2 unidades.

Para cada una de las medidas principales del bloque, se admitió según la norma una variación máxima no mayor de 3 mm adicionales con respecto a las medidas reales especificadas (ver referencia en anexo 1, cuadro 3 y 4, 3.1.4.3); de los 5 especímenes se tomaron las unidades que contaban con las mejores características tanto dimensionales como visibles para su estudio, donde se incluye lo siguiente:

Los resultados se tabularon en hojas electrónicas, en donde se incluyen datos de promedio de dimensiones, resistencia a carga aplicada, apariencia, tipo, clase y grado.

El espesor mínimo de la pared lateral del bloque como promedio de las medidas en cada uno de los dos especímenes, tomados por fábrica.

La resistencia a la compresión del área bruta con aproximación a 0.098 Mpa (Sistema Internacional) y 14.2232 Psi (Sistema Inglés), por separado para cada espécimen y la resistencia a la compresión promedio corregida para el conjunto de los especímenes (kg/cm^2).

La absorción y la densidad resultante (%) por separado para cada unidad y el promedio para las dos unidades según lo determinado, en caso sea necesario, detallando las posibles causas de reducción de medida de los especímenes utilizados en el ensayo de absorción.

Se detalla el estado actual en apariencia de cada unidad como agujeros, eflorescencia, paredes quebradizas, etc.

Los resultados en las siguientes tablas no corresponden al orden en que se listaron las fábricas en la tabla V, ya que la selección se hizo a partir de las características establecidas al inicio y se depuraron las que no aplicaban para el estudio.

2.2 Control de calidad del producto final

2.2.1 Resistencia a la compresión

Tabla XII. Datos de ensayo a compresión.

ENSAYO A COMPRESION							
NORMA COGUANOR 41 054							
Número de Fábrica	Fecha de Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Resultado de Ensayos en Laboratorio			
				Resistencia Ab (kg/cm ²)	Resistencia An (kg/cm ²)	Esfuerzo Mpa	Esfuerzo Psi
1	05/01/2009	19/02/2009	45	38.492	56.173	3.775	547.472
1	05/01/2009	19/02/2009	45	34.337	50.870	3.367	488.377
Promedio			45	36.414	53.521	3.571	517.925
2	08/01/2009	19/02/2009	42	18.205	27.928	1.785	258.932
2	08/01/2009	19/02/2009	42	19.146	29.025	1.878	272.311
Promedio			42	18.675	28.477	1.831	265.621
3	09/01/2009	19/02/2009	41	20.663	31.872	2.026	293.895
3	09/01/2009	19/02/2009	41	17.740	27.226	1.740	252.319
Promedio			41	19.202	29.549	1.883	273.107
4	20/01/2009	19/02/2009	30	26.042	36.950	2.554	370.396
4	20/01/2009	19/02/2009	30	23.694	33.745	2.324	337.002
Promedio			30	24.868	35.347	2.439	353.699
5	22/01/2009	19/02/2009	28	22.573	35.208	2.214	321.056
5	22/01/2009	19/02/2009	28	21.841	33.791	2.142	310.642
Promedio			28	22.207	34.499	2.178	315.849
6	19/01/2009	19/02/2009	31	14.988	22.175	1.470	213.179
6	19/01/2009	19/02/2009	31	20.319	31.220	1.993	289.001
Promedio			31	17.654	26.697	1.731	251.090
7	20/01/2009	19/02/2009	30	15.443	22.304	1.514	219.649
7	20/01/2009	19/02/2009	30	19.294	28.201	1.892	274.417
Promedio			30	17.368	25.253	1.703	247.033
8	22/01/2009	19/02/2009	28	42.904	65.558	4.207	610.229
8	22/01/2009	19/02/2009	28	39.711	60.283	3.894	564.817
Promedio			28	41.307	62.921	4.051	587.523

Fuente: Elaboración propia, obtenida de datos de laboratorio (CII).

2.2.2 Absorción y permeabilidad

Tabla XIII. Datos de ensayo de absorción y permeabilidad

ENSAYO DE ABSORCION Y PERMEABILIDAD										
NORMA COGUANOR 41 054										
				Resultado de Ensayos en Laboratorio						
Número de	Fecha de	Fecha de	Edad	Peso	Ph M2	Ps M1	Psumer M3	% Absorción	Densidad	Volumen Bruto
Fábrica	fabricación	Ensayo	(días)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	((M2-M1/M1))	(M1/(M2-M3)x1000	LxAxG
1	05/01/2009	19/02/2009	45	8.504	9.802	8.100	2.320	21.012	1,082.598	10,918.990
1	05/01/2009	19/02/2009	45	8.426	9.910	8.389	2.447	18.131	1,124.079	11,056.410
Promedio			45	8.465	9.856	8.245	2.384	19.572	1,103.339	10,987.700
2	08/01/2009	19/02/2009	42	9.558	11.146	9.111	3.585	22.336	1,204.999	11,599.378
2	08/01/2009	19/02/2009	42	9.861	11.560	9.490	3.797	21.812	1,222.466	11,768.820
Promedio			42	9.710	11.353	9.301	3.691	22.074	1,213.732	11,684.099
3	09/01/2009	19/02/2009	41	8.444	10.263	8.300	2.475	23.651	1,065.742	12,012.678
3	09/01/2009	19/02/2009	41	8.475	10.399	8.360	2.638	24.390	1,077.181	11,911.047
Promedio			41	8.460	10.331	8.330	2.557	24.020	1,071.461	11,961.862
4	20/01/2009	19/02/2009	30	9.509	11.005	9.200	3.030	19.620	1,153.605	11,315.447
4	20/01/2009	19/02/2009	30	9.265	10.909	8.866	2.830	23.043	1,097.413	11,506.288
Promedio			30	9.387	10.957	9.033	2.930	21.331	1,125.509	11,410.868
5	22/01/2009	19/02/2009	28	8.872	10.030	7.788	2.638	28.788	1,053.571	11,529.670
5	22/01/2009	19/02/2009	28	8.738	10.053	7.908	2.703	27.124	1,075.918	11,371.560
Promedio			28	8.805	10.042	7.848	2.671	27.956	1,064.745	11,450.615
6	19/01/2009	19/02/2009	31	9.129	10.920	8.794	3.118	24.176	1,127.147	11,542.875
6	19/01/2009	19/02/2009	31	8.920	10.886	8.585	3.217	26.803	1,119.442	11,783.431
Promedio			31	9.025	10.903	8.690	3.168	25.489	1,123.294	11,663.153
7	20/01/2009	19/02/2009	30	9.448	11.072	8.820	2.720	25.533	1,056.034	12,062.886
7	20/01/2009	19/02/2009	30	9.092	10.800	8.796	2.635	22.783	1,077.281	11,934.693
Promedio			30	9.270	10.936	8.808	2.678	24.158	1,066.658	11,998.790
8	22/01/2009	19/02/2009	28	9.408	10.951	8.890	3.274	23.183	1,158.004	11,730.732
8	22/01/2009	19/02/2009	28	9.428	10.888	9.459	3.139	15.107	1,220.674	11,763.364
Promedio			28	9.418	10.920	9.175	3.207	19.145	1,189.339	11,747.048

Fuente: Elaboración propia, obtenida de datos de laboratorio (CII).

2.2.3 Calidad dimensional

Tabla XIV. Datos de ensayo de calidad dimensional.

ENSAYO DE CALIDAD DIMENSIONAL								
NORMA COGUANOR 41 054								
				Resultado de Ensayos en Laboratorio				
Número de	Fecha de	Fecha de	Edad	Largo	Ancho	Grosor	Área Bruta	Área Neta
Fábrica	fabricación	Ensayo	(días)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)
1	05/01/2009	19/02/2009	45	39.300	14.270	19.470	560.811	384.284
1	05/01/2009	19/02/2009	45	39.330	14.270	19.700	561.239	378.832
Promedio			45	39.315	14.270	19.585	561.025	381.558
2	08/01/2009	19/02/2009	42	39.970	15.170	19.130	606.345	395.243
2	08/01/2009	19/02/2009	42	40.030	15.000	19.600	600.450	396.071
Promedio			42	40.000	15.085	19.365	603.397	395.657
3	09/01/2009	19/02/2009	41	40.230	14.930	20.000	600.634	389.400
3	09/01/2009	19/02/2009	41	40.030	14.900	19.970	596.447	388.633
Promedio			41	40.130	14.915	19.985	598.540	389.016
4	20/01/2009	19/02/2009	30	39.930	14.970	18.930	597.752	421.289
4	20/01/2009	19/02/2009	30	39.970	14.970	19.230	598.351	420.125
Promedio			30	39.950	14.970	19.080	598.052	420.707
5	22/01/2009	19/02/2009	28	39.970	14.770	19.530	590.357	378.495
5	22/01/2009	19/02/2009	28	40.000	14.730	19.300	589.200	380.829
Promedio			28	39.985	14.750	19.415	589.778	379.662
6	19/01/2009	19/02/2009	31	39.530	14.770	19.770	583.858	394.638
6	19/01/2009	19/02/2009	31	39.830	14.770	20.030	588.289	382.876
Promedio			31	39.680	14.770	19.900	586.074	388.757
7	20/01/2009	19/02/2009	30	40.100	14.870	20.230	596.287	412.852
7	20/01/2009	19/02/2009	30	40.070	14.870	20.030	595.841	407.639
Promedio			30	40.085	14.870	20.130	596.064	410.245
8	22/01/2009	19/02/2009	28	39.830	14.800	19.900	589.484	385.779
8	22/01/2009	19/02/2009	28	39.800	14.830	19.930	590.234	388.811
Promedio			28	39.815	14.815	19.915	589.859	387.295

Fuente: Elaboración propia, obtenida de datos de laboratorio (CII).

2.2.4 Control de calidad visual

Tabla XV. Datos de ensayo de control de calidad visual.

ENSAYO DE CALIDAD VISUAL								
NORMA COGUANOR 41 054								
				Resultado de Ensayos en Laboratorio				
Número de	Fecha de	Fecha de	Edad	Clase	Grado	Tipo	Uso	Apariencia
Fábrica	fabricación	Ensayo	(días)					
1	05/01/2009	19/02/2009	45	A	2	Liviano	Limitado	
1	05/01/2009	19/02/2009	45	A	2	Liviano	Limitado	Agujero en parte inferior
Promedio			45	A	2	Liviano	Limitado	
2	08/01/2009	19/02/2009	42	B	2	Liviano	Limitado	Rajado laterales
2	08/01/2009	19/02/2009	42	B	2	Liviano	Limitado	
Promedio			42	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
3	09/01/2009	19/02/2009	41	B	2	Liviano	Limitado	
3	09/01/2009	19/02/2009	41	B	2	Liviano	Limitado	Agujero en parte inferior
Promedio			41	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
4	20/01/2009	19/02/2009	30	B	2	Liviano	Limitado	Paredes blanquecinas
4	20/01/2009	19/02/2009	30	B	2	Liviano	Limitado	
Promedio			30	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
5	22/01/2009	19/02/2009	28	B	2	Liviano	Limitado	
5	22/01/2009	19/02/2009	28	B	2	Liviano	Limitado	
Promedio			28	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
6	19/01/2009	19/02/2009	31	B	2	Liviano	Limitado	
6	19/01/2009	19/02/2009	31	B	2	Liviano	Limitado	
Promedio			31	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
7	20/01/2009	19/02/2009	30	B	2	Liviano	Limitado	Paredes blanquecinas
7	20/01/2009	19/02/2009	30	B	2	Liviano	Limitado	
Promedio			30	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
8	22/01/2009	19/02/2009	28	A	2	Liviano	Limitado	
8	22/01/2009	19/02/2009	28	A	2	Liviano	Limitado	
Promedio			28	A	2	Liviano	Limitado	

Fuente: Elaboración propia, obtenida de datos de laboratorio (CII).

2.2.5 Resultados obtenidos

Tabla XVI. Datos de resultados finales obtenidos en ensayos de laboratorio

Nº.	Fecha de fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Dimensiones reales			Resultado de Ensayos en Laboratorio					Clase	Grado	Tipo	Uso	Apariencia
				Largo (cm)	Ancho (cm)	Grosor (cm)	% Absorción ((M2-M1/M1))	Carga (kg)	Densidad (M1/(M2-M3)x1000)	Área Neta (cm2)	Resistencia Ab (kg/cm2)					
1	05/01/2009	19/02/2009	45	39.300	14.270	19.470	21.012	21,586.460	1,082.598	384.284	38.492	A	2	Liviano	Limitado	
1	05/01/2009	19/02/2009	45	39.330	14.270	19.700	18.131	19,271.074	1,124.079	378.832	34.337	A	2	Liviano	Limitado	Agujero en parte inferior
Promedio			45	39.315	14.270	19.585	19.572	20,428.767	1,103.339	381.558	36.414	A	2	Liviano	Limitado	
2	08/01/2009	19/02/2009	42	39.970	15.170	19.130	22.336	11,038.442	1,204.999	395.243	18.205	B	2	Liviano	Limitado	Rajado laterales
2	08/01/2009	19/02/2009	42	40.030	15.000	19.600	21.812	11,495.940	1,222.466	396.071	19.146	B	2	Liviano	Limitado	
Promedio			42	40.000	15.085	19.365	22.074	11,267.191	1,213.732	395.657	18.675	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
3	09/01/2009	19/02/2009	41	40.230	14.930	20.000	23.651	12,410.936	1,065.742	389.400	20.663	B	2	Liviano	Limitado	
3	09/01/2009	19/02/2009	41	40.030	14.900	19.970	24.390	10,580.944	1,077.181	388.633	17.740	B	2	Liviano	Limitado	Agujero en parte inferior
Promedio			41	40.130	14.915	19.985	24.020	11,495.940	1,071.461	389.016	19.202	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
4	20/01/2009	19/02/2009	30	39.930	14.970	18.930	19.620	15,566.456	1,153.605	421.289	26.042	B	2	Liviano	Limitado	Paredes blanquecinas
4	20/01/2009	19/02/2009	30	39.970	14.970	19.230	23.043	14,177.225	1,097.413	420.125	23.694	B	2	Liviano	Limitado	
Promedio			30	39.950	14.970	19.080	21.331	14,871.841	1,125.509	420.707	24.868	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
5	22/01/2009	19/02/2009	28	39.970	14.770	19.530	28.788	13,325.932	1,053.571	378.495	22.573	B	2	Liviano	Limitado	
5	22/01/2009	19/02/2009	28	40.000	14.730	19.300	27.124	12,868.434	1,075.918	380.829	21.841	B	2	Liviano	Limitado	
Promedio			28	39.985	14.750	19.415	27.956	13,097.183	1,064.745	379.662	22.207	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
6	19/01/2009	19/02/2009	31	39.530	14.770	19.770	24.176	8,750.953	1,127.147	394.638	14.988	B	2	Liviano	Limitado	
6	19/01/2009	19/02/2009	31	39.830	14.770	20.030	26.803	11,953.438	1,119.442	382.876	20.319	B	2	Liviano	Limitado	
Promedio			31	39.680	14.770	19.900	25.489	10,352.195	1,123.294	388.757	17.654	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
7	20/01/2009	19/02/2009	30	40.100	14.870	20.230	25.533	9,208.450	1,056.034	412.852	15.443	B	2	Liviano	Limitado	Paredes blanquecinas
7	20/01/2009	19/02/2009	30	40.070	14.870	20.030	22.783	11,495.940	1,077.281	407.639	19.294	B	2	Liviano	Limitado	
Promedio			30	40.085	14.870	20.130	24.158	10,352.195	1,066.658	410.245	17.368	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
8	22/01/2009	19/02/2009	28	39.830	14.800	19.900	23.183	25,291.078	1,158.004	385.779	42.904	A	2	Liviano	Limitado	
8	22/01/2009	19/02/2009	28	39.800	14.830	19.930	15.107	23,438.769	1,220.674	388.811	39.711	A	2	Liviano	Limitado	
Promedio			28	39.815	14.815	19.915	19.145	24,364.923	1,189.339	387.295	41.307	A	2	Liviano	Limitado	

Fuente: Elaboración propia, obtenida de datos de laboratorio (CII)

Tabla XVII. Resumen de datos promedios obtenidos en ensayos de laboratorio

Nº.	Edad	Largo	Ancho	Grosor	Peso	% Absorción	Densidad	Esfuerzo	Clase	Grado	Tipo	Uso	Apariencia
Fábrica	(días)	(cm)	(cm)	(cm)	(kg)	((M2-M1/M1))	(M1/(M2-M3)x1000	Ab (kg/cm2)					
1	45	39.315	14.270	19.585	8.465	19.572	1,103.339	36.414	A	2	Liviano	Limitado	Agujero en parte inferior
2	42	40.000	15.085	19.365	9.710	22.074	1,213.732	18.675	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	Rajado laterales
3	41	40.130	14.915	19.985	8.460	24.020	1,071.461	19.202	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	Agujero en parte inferior
4	30	39.950	14.970	19.080	9.387	21.331	1,125.509	24.868	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	Paredes blanquecinas
5	28	39.985	14.750	19.415	8.805	27.956	1,064.745	22.207	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
6	31	39.680	14.770	19.900	9.025	25.489	1,123.294	17.654	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	
7	30	40.085	14.870	20.130	9.270	24.158	1,066.658	17.368	B	2	Liviano	Limitado no soporta carga	Paredes blanquecinas
8	28	39.815	14.815	19.915	9.418	19.145	1,189.339	41.307	A	2	Liviano	Limitado	

Fuente: Elaboración propia, obtenida de datos de laboratorio (CII)

2.2.6 Análisis de resultados

1. De la lista total de fábricas proporcionada por la Municipalidad, algunas no se encontraron por cierre de las instalaciones, cambio de ubicación o falta de producción, lo que conlleva a que no existe una regulación que establezca un ordenamiento territorial dentro del municipio para la ubicación de éstas.
2. Se obtuvieron datos de las fábricas existentes, entre las cuales se fueron depurando las que no cumplen con los criterios de evaluación establecidos, obteniendo únicamente 8 en total disponibles para su estudio.
3. Según los resultados que se observan en la tabla XIV, en cuanto a la calidad dimensional de las unidades se establece que no hay variación significativa con respecto al rango permisible que establece norma Coguanor 41 054 ($\pm 3\text{mm.}$).
4. De acuerdo a los resultados de tabla XIII los bloques cuentan con un porcentaje (%) de absorción entre el rango promedio, tomando en cuenta que bajos niveles de absorción evitan la pérdida de adherencia y el origen de fisuras, ya que a mayor absorción las unidades sustraen más agua del mortero de pega, reduciendo o anulando la hidratación del cemento en la superficie que los une y conjunto a ello disminuyendo su resistencia.

5. Respecto del porcentaje de absorción (%), puede observarse que los bloques producidos en fábrica 5 y fábrica 6 cuentan con valores mayores al resto de las fábricas, donde la N°. 5 tiene un valor promedio de 27.96% y la N°. 6 tiene un valor de 25.49%, siendo estos valores aceptables, que garantizan que no se obtendrá un bloque poroso.

6. Con relación a los bloques producidos en fábricas 1 y fábrica 8, se determina que son los que más capacidad de carga poseen (ver tabla XVI), los que pueden llegar a clasificarse como bloques huecos para soportar carga (ver tabla XVI).

7. Con los datos obtenidos del ensayo a compresión, se determinó la resistencia de los bloques y se estableció que no todos cumplen con la resistencia requerida por este estudio (35kg/cm^2 ver tabla XII), únicamente 2 de las fábricas evaluadas dieron como resultado aceptable igual o arriba del valor aceptable, a 28 días de su fecha de fabricación (35kg/cm^2 , fábrica 1 y fábrica 8).

8. La apariencia de los bloques varía según la fábrica, ya que únicamente los de la fábrica 1 y fábrica 2 presentaron algún tipo de fisuras, grietas, esto se debe al mal manejo de las unidades en sus respectivos sitios de almacenaje y despacho.

9. La eflorescencia que se observó en los bloques de la fábrica 4 y fábrica 7 se debe a la falta de control de calidad de los agregados que se utilizan en el proceso de fabricación, ya que estos son expuestos a la humedad en contacto con sales disueltas; el agua se evapora, provocando que las sales se depositen en forma de cristales que constituyen la eflorescencia en sus caras.

10. Se analizó el procedimiento de curado observado en planta y éste es deficiente, debido a que el curado es al exterior y no se riega periódicamente con agua durante siete días, o lo necesario para que no se sequen sus bordes, lo que provoca que las unidades no se mantengan húmedas, para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada.

11. De acuerdo a las proporciones de materiales utilizadas en las fábricas 1 y fábrica 8 se muestran similares, lo que lleva a definir esta proporción como aceptable para obtener bloques de buena calidad (ver tabla X).

CONCLUSIONES

1. La municipalidad de Villa Nueva no cuenta con registros actualizados para realizar una investigación completa, ya que éstas proporcionaron una lista de fábricas, sin embargo no todas fueron encontradas, debido al cierre de las instalaciones o por falta de producción de las mismas.
2. Las fábricas fueron evaluadas de acuerdo a parámetros definidos; obteniéndose características de calidad para determinar su aceptabilidad, de acuerdo a los resultados obtenidos (ver tabla XVI).
3. Con respecto a las dimensiones de los bloques se consideran que están dentro de lo permisible, según norma Coguanor NGO 41 054. (Tolerancia $\pm 3\text{mm}$).
4. El porcentaje de absorción (%) incide en la resistencia del bloque; según tabla XIII todas las unidades evaluadas están en el rango permitido por norma Coguanor 41 054, preferiblemente se requiere que el porcentaje (%) no sea muy alto, ya que su resistencia a la compresión disminuye considerablemente y da como resultado un bloque poroso.

5. Los bloques producidos en la fábrica 1 y fábrica 8 son los únicos que cumplen con la normativa establecida, en cuanto a la resistencia por lo tanto son los que pueden recomendarse para la construcción de muros que requieran una resistencia a compresión de 35kg/cm^2 .
6. A partir de resultados únicamente el 25% de las fábricas evaluadas (ver tabla XII) están produciendo bloques de buena calidad.
7. Las sales disueltas que se depositan en forma de cristales en los agregados son las que provocan eflorescencia en sus caras, lo que puede producirse corrosión en el acero de refuerzo.
8. A partir de resultados obtenidos según tabla XV se observan que los bloques se definen como livianos y su uso es limitado, esto se debe a la carencia de calidad que poseen los procesos de fabricación así como de los materiales constituyentes utilizados.
9. El deficiente procedimiento de curado en las unidades terminadas afecta la resistencia a compresión.

RECOMENDACIONES

Debido a que Guatemala es un país con alta vulnerabilidad a los sismos, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. A las autoridades responsables de regular los procesos constructivos, se recomienda que establezcan dentro de los reglamentos, procedimientos que permitan efectuar un control sobre la calidad que deben de satisfacer los materiales de construcción, en este caso, las unidades de mampostería.
2. Los fabricantes deben poner en práctica procesos adecuados de fabricación que incluyan: control de calidad en los materiales constituyentes; dosificaciones que permitan garantizar las resistencias requeridas, con el objeto de tener resistencias de acuerdo a las necesidades estructurales en la construcción.
3. Que la calidad de los materiales constituyentes (agregados, aglomerantes, agua) sean evaluados previo a su utilización en la fabricación de las unidades de acuerdo a las características físicas y propiedades mecánicas que establecen las normas.

4. En algunos de los especímenes evaluados, se observó el efecto de la eflorescencia, por lo que es necesario que los materiales pétreos sean lavados para evitar este fenómeno, que puede provocar la corrosión del refuerzo metálico que podría utilizarse en una mampostería reforzada.
5. Se recomienda que el procedimiento de curado sea el adecuado; así como el almacenaje y transporte de las unidades, de tal manera que las mismas no sufran ningún deterioro.
6. Con los resultados obtenidos, se pueden recomendar los usos que se le asignan a las unidades: para soportar cargas, donde sus usos son generales; para no soportar cargas, donde sus usos son limitados.
7. Implementar medidas de seguridad industrial en el proceso de fabricación, ya que la mano de obra debe de poseer un mínimo de capacitación antes de involucrarse en dicho proceso, para garantizar el resultado satisfactorio de estos, sin riesgo alguno; junto con mitigación del impacto ambiental, tanto en lo humano como en el entorno ecológico para mantener un ambiente social y adecuado para el trabajo.
9. Aplicar los planes de mantenimiento de las instalaciones, así como del equipo y maquinaria instalados para optimizar el funcionamiento de la fábrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alquijay Sebastián, Ofier René. 1989. Caracterización de la fabricación del block de arena pómez en Guatemala. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. García Chinchilla, Jorge Mario. 2007. Diseño de manuales de control de calidad de laboratorio en empresa fabricante de bloques de concreto y material para la construcción. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Palacios Vásquez, Donaldo Tomás. 2000. Procedimiento de control de calidad en el proceso de fabricación de bloques de concreto. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. Recinos Corado, José Osmaro. 1998. Estudio de bloques fabricados con ceniza volcánica y arena pómez. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. <http://mineco.gob.gt//mineco/coguanor/2008/coguanor.html>
2. www.cementosprogreso.com (febrero, 2009)

BIBLIOGRAFÍAS

1. Hitoshi, Kume. 1997. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Grupo Editorial Norma, 7ª. Reimpresión, Colombia.
2. Nilson, Arthur H. 1999, Diseño de estructuras de concreto. Grupo McGraw-Hill Interamericana S.A. Duodécima edición, Santafé de Bogotá, Colombia.
3. Ing. James E. Amrhein. 1994. Manual de Ingeniería para mampostería reforzada. 5ª. Edición. Colombia, Instituto de Mampostería.
4. Normas estructurales de diseño recomendadas para la república de Guatemala. (AGIES Parte 7, Sistemas Constructivos, Mampostería Reforzada: 2000) p. 119.
5. Libro Azul de Caminos, 2000. Sección 566, Estructuras de mampostería de ladrillo o bloque.
6. Norma Guatemalteca Obligatoria COGUANOR
7. Normas ASTM
8. Normas ASSTHO (año 2002)

APÉNDICE A.

Figura 7. Especímenes para ensayos



Fuente: Elaboración propia, Obtenida en Sección de Metales y Manufacturados, CII

APÉNDICE B.

Figura 8. Toma de datos para determinar dimensionamientos promedios de especímenes



Fuente: Elaboración propia, Obtenida en Sección de Metales y Manufacturados, CII

Figura 9. Obtención de tres datos por arista de cada espécimen.



Figura 10. Anotación de datos obtenidos en laboratorio.



Fuente: Elaboración propia, Obtenida en Sección de Metales y Manufacturados, CII

APÉNDICE C.

Figura 11. Colocación de espécimen en balanza.



Figura 12. Colocación de los distintos pesos para determinar su peso real en estado seco y húmedo sumergido en las pilas con agua.



Fuente: Elaboración propia, Obtenida en Sección de Metales y Manufacturados, CII

APÉNDICE D.

Figura 13. Colocación de los especímenes en horno con 105 a 110 °C.



Figura 14. Se obtienen los especímenes totalmente secos y se prosigue con su enfriamiento.



Fuente: Elaboración propia, Obtenida en Sección de Metales y Manufacturados, CII

APÉNDICE E.

Figura 15. Colocación de espécimen en máquina universal para su ensayo, después de extraídos del agua y secos.



Figura 16. Se procede a aplicar la carga a los distintos especímenes, observando su falla en laboratorio.



Fuente: Elaboración propia, Obtenida en Sección de Metales y Manufacturados, CII

APÉNDICE F.

Figura 17. Se observa el espécimen después de aplicada la carga para obtener datos con los que se produjo la falla.



Figura 18. Traslado de restos del espécimen.



Fuente: Elaboración propia, Obtenida en Sección de Metales y Manufacturados, CII.

ANEXO 1

NORMA COGUANOR NGO 41 054

1. **OBJETO:** Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los bloques huecos de hormigón para paredes o muros junto con tabiques, destinados o no a soportar cargas.

2. **NORMAS COGUANOR A CONSULTAR:**

COGUANOR NGO 4 010	Sistema Internacional de Unidades (SI)
COGUANOR NGO 41 005	Cemento Portland. Clasificación y Especificaciones.
COGUANOR NGO 41 007	Agregados o áridos, Especificaciones para los agregados finos y gruesos para hormigón (concreto).
COGUANOR NGO 41 008	Agregados o áridos, Especificaciones de baja densidad empleados en bloques de hormigón (concreto).
COGUANOR NGO 41 012	Coordinación modular de la construcción, bases, definiciones y condiciones generales.
COGUANOR NGO 41 013	Coordinación modular de la construcción, selección de múltiplos preferidos.

COGUANOR NGO 41 055	Bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques, junto con la toma de muestras.
COGUANOR NGO 41 056 h1	Bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques, determinación de las dimensiones, humedad y absorción de agua.
COGUANOR NGO 41 056 h2	Bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques, determinación de la resistencia a la compresión.

3. TERMINOLOGÍA:

3.1 Bloque hueco de hormigón: Es un elemento simple hecho de hormigón en forma de paralelepípedo ortogonal, con uno o más huecos transversales en su interior, de manera que:

- a) El área neta del elemento sea de un 50% a un 75% del área bruta del elemento y;
- b) Cuando es usado en una pared forma cavidades internas con un área total en el plano horizontal, de más del 25% pero no más del 50% del área de la sección transversal horizontal de la pared.

3.2 Medidas principales: Se entiende por medidas principales del bloque el ancho, el alto y el largo del mismo.

3.3 Área Bruta (Ab): Es la superficie normal al eje o de los huecos, sin descontar la superficie del o de los huecos, normal a su eje; es decir es el producto del largo por el ancho del bloque.

3.4 Área Neta (An): Es la superficie normal al eje del o de los huecos, descontando la superficie del o de los huecos normal a sus eje; es la superficie bruta menos la superficie de los huecos y resulta multiplicando el área bruta por la relación del volumen neto al volumen total o bruto.

3.5 Volumen Neto: Es el volumen del bloque es la relación dimensional de la masa seca del bloque, entre la densidad aparente del mismo, obtenidos de acuerdo al procedimiento indicado en el numeral 8.1.

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

3.7 Porcentaje de área neta: Es la relación del volumen neto del bloque y volumen total o bruto del mismo multiplicado por 100.

4. CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

4.1 Clasificación en tipos, según la masa del hormigón del bloque:

En cuanto a la masa del hormigón de los bloques, se clasificarán en tres tipos, de la misma manera:

- a) Tipo pesado
- b) Tipo medio
- c) Tipo liviano

4.1.1 Tipo pesado: Son los bloques, que completamente secos a la estufa, poseen una masa mínima de $2,000 \text{ kg/m}^3$ (125 lb/pie^3).

4.1.2 Tipo medio: Son los bloques, que completamente secos a la estufa, poseen una masa igual o mayor a 1680 kg/m^3 (105 lb/pie^3) pero menor a 2000 kg/m^3 (125 lb/pie^3).

4.1.3 Tipo liviano: Son los bloques, que completamente secos a la estufa, poseen una masa menor de 1680 kg/m^3 (105 lb/pie^3).

4.2 Clasificación de clases según la capacidad de los bloques de

soportar: A su vez, los bloques de tipo pesado, tipo medio y tipo liviano se clasificarán cada uno, según su aptitud para soportar carga, en las dos clases siguientes:

- a) **Clase A**
- b) **Clase B**

4.2.1 Clase A: Bloques huecos para soportar carga.

4.2.2 Clase B: Bloques huecos para no soportar carga.

4.3 Clasificación en grados, según la aptitud de los bloques para el empleo: Los bloques huecos de hormigón se clasificarán en los dos grados siguientes:

- a) **Grado 1**
- b) **Grado 2**

4.3.1 Grado 1: Bloques huecos destinados para usos generales: tales como para paredes exteriores por debajo o sobre el nivel del suelo, expuestos o no a la penetración de la humedad y en general a las condiciones del tiempo. Pueden también emplearse para paredes interiores y para muros de retención.

4.3.2 Grado 2: Bloques huecos destinados para usos limitados tales como paredes exteriores revestidas de una cubierta protectora contra las inclemencias del tiempo, así como también para paredes no expuestas a dichas condiciones; en ambos casos su uso está limitado a paredes construidas sobre el nivel del suelo.

4.4 Designación: Los bloques huecos de hormigón se designarán por su nombre seguido del tipo, clase y grado. Ejemplos:

4.4.1 Bloques huecos de hormigón tipo pesado, clase A, grado 1:

Nota: Este bloque tiene una masa seca de hormigón mayor de 2,000 kg/m³, es destinado a soportar carga y a usos generales.

4.4.2 Bloques huecos de hormigón tipo liviano, clase A, grado 1:

Nota: Este bloque tiene una masa seca de hormigón mayor de 1,680 kg/m³, es destinado a soportar carga y a usos generales.

4.4.3 Bloques huecos de hormigón tipo liviano, clase A, grado 2:

Nota: Este bloque tiene una masa seca de hormigón mayor de 2,000 kg/m³, es destinado a soportar carga y a usos limitados.

5. ESPECIFICACIONES:

5.1 Características físicas y mecánicas:

5.1.1 Resistencia a la Compresión: Los bloques huecos de hormigón en el momento de ser despachados hacia la obra deberán cumplir con el requisito de resistencia mínima a la compresión que se indica en el cuadro 1 siguiente:

Cuadro 1. Resistencia mínima a la compresión para cualquiera de los tres tipos de bloques huecos de hormigón (concreto).

Clase y grado de bloques	Resistencia mínima a la compresión calculada sobre la superficie bruta del bloque			
	Promedio de 5 bloques		De 1 solo bloque	
	Mpa	(psi)	Mpa	(psi)
Clase A. Para soportar cargas				
Grado 1. Para usos generales	6.9	1,000	5.5	800
Grado 2. Para usos limitados	4.8	700	4.1	600
Clase B. Para no soportar cargas				
Grado 2. Para usos limitados	2.5	360	2.1	300

Fuente: Norma guatemalteca NGO 41 054

(1) Para expresar la resistencia a la compresión en base al área neta, se aplica la siguiente fórmula:

$$R_n = R_b \times A_b / A_n$$

Para que:

R_n = Resistencia a la compresión en base al área neta en mega pascales.

R_b = Resistencia a la compresión en base al área total o bruta, en mega pascales.

A_b = Área bruta, en centímetros cuadrados.

A_n = Área neta, en centímetros cuadrados.

5.1.2 Máxima absorción de agua: La máxima absorción de agua de los bloques huecos de hormigón, en 24 horas será la que se indica en el cuadro 2 siguiente:

Cuadro 2. Máxima absorción de agua para bloques huecos de hormigón de la clase A, es decir, destinados a soportar cargas.

Grado	Máxima absorción de agua en kilogramos de agua absorbida hasta saturación por cada metro cúbico de bloque de hormigón seco promedio de 5 bloques			
	Bloque de tipo liviano		Bloques de tipo medio	Bloques de tipo pesado
	menos de 1,360 kg/m ³	menos de 1,680 kg/m ³	menor de 2,000 kg/m ³ hasta 1,680 kg/m ³	de 2,000 kg/m ³ o más
Grado 1. Para usos generales	-	288	240	208
Grado 2. Para usos limitados	320	-	-	-

Fuente: Norma guatemalteca NGO 41 054

(1) Los bloques clasificados como grado 2 se utilizarán solamente en paredes exteriores sobre el nivel del piso; recubierta sus caras con un revoque o repello protector contra las inclemencias del tiempo, así como en paredes no expuestas a la intemperie.

5.1.3 Humedad: En el momento de la entrega, los bloques no contendrán más del 40% (m/m) de la cantidad de agua fijada como absorción máxima.

5.1.4 Dimensiones:

5.1.4.1 Medidas principales de los bloques: Las medidas principales nominales de los bloques de tamaños modulares son iguales a las medidas reales aumentadas en 10 mm. O sea el espesor de una junta normal con mortero; véase cuadro 3.

Cuadro 3. Medidas principales normales de los bloques huecos de hormigón.

Uso	Medidas principales nominales o modulares, en centímetros			Medidas principales reales, en centímetros		
	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Largo
Bloque de pared	20	20	40	19	19	39
o muro	15	20	40	14	19	39
Medio bloque de	20	20	20	19	19	19
pared o muro	15	20	20	14	19	19
Bloque de tabique	10	20	40	9	19	39
Medio bloque tabique	10	20	20	9	19	19

Fuente: Norma guatemalteca NGO 41 054

5.1.4.1.1 Las medidas nominales de los bloques de tamaños no modulares usualmente exceden de 3 a 6.5 mm las medidas reales.

Nota: Se recomienda que las medidas reales principales de los bloques sean tales que cualquiera de ellas mas la junta dé una medida modular.

5.1.4.2 Variación permitida en las medidas principales: Para cada una de las medidas principales del bloque, se admitirá una variación máxima no mayor de 3 mm adicionales con respecto a las medidas reales especificadas.

5.1.4.3 Espesor de las paredes y de los tabiques de los bloques: Para los diferentes tamaños de bloques, los espesores de las paredes frontales y de los tabiques, serán como mínimo los que se indican en el cuadro 4.

Cuadro 4. Espesores mínimos de las paredes frontales y de los tabiques de los bloques.

Ancho real del Bloque, en mm.	Espesor mínimo de paredes frontales, Promedio de 5 bloques, en mm.	Espesor mínimo de Tabiques, Promedio de 5 bloques, en mm.	Espesor mínimo equivalente de Tabique, en mm/m lineal
de 76 a 102	19	19	135
de 76 a 152	25	25	188
de 76 a 203	32	25	188
de 76 a 254	35	29	208
	32 (3)		
de 76 a 305	38	29	208
	32 (3)		

Fuente: Norma guatemalteca NGO 41 054

(1) Promedio de las medidas tomadas en un número mínimo de 5 bloques, en los puntos de espesor mínimos (tomado de norma Coguanor NGO 41 056 h1).

(2) Suma de los espesores de todos los tabiques de un bloque, en milímetros, multiplicada por 1,000 y dividido entre la longitud del bloque, en milímetros.

(3) Este espesor menor de paredes frontales es aplicable cuando la carga permisible de diseño es disminuida en la misma proporción que la reducción del espesor base se dichas paredes.

5.2 Acabado:

5.2.1 Condiciones generales: Los bloques deberán de estar libres de astilladuras, grietas, rajaduras y otros defectos que puedan afectar la resistencia mecánica, la durabilidad de la construcción o que puedan interferir en la colocación adecuada de los bloques en la construcción. Pequeñas grietas o muy pequeñas astilladuras, no mayores de 25 mm, que resulten como consecuencia del manipuleo y manejo durante su almacenamiento, transporte o descarga, no deberán ser causa de rechazo, a no ser que estas pequeñas imperfecciones estén presentes en más del 5% de los bloques que componen el lote.

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

5.2.3 Cuando los bloques van a ser empleados en la construcción de paredes expuestas, la cara o caras de los bloques deberán estar libres de rebabas, resaltes, grietas, rajaduras y otras imperfecciones.

6. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES:

6.1 Los bloques se elaborarán con cemento portland y agregados finos y gruesos tales como arena, piedra partida, granulados volcánicos, puzolanas, piedra pómez, escorias u otros materiales inorgánicos inertes adecuados. Dichos materiales deberán cumplir con las especificaciones de las normas Coguanor NGO 41 005, 41 007,41 008.

6.1.1 Se podrán utilizar otros constituyentes tales como agentes retenedores de aire, pigmentos, colorantes, repelentes de agua, sílice finamente pulverizada entre otros, una vez se haya establecido previamente que son apropiados para usarse en la preparación del hormigón o concreto y que cumplan con las normas establecidas para tales constituyentes o bien, que se haya comprobado mediante pruebas apropiadas o por la experiencia, que no son objetables con respecto a la durabilidad del hormigón o concreto.

7. MUESTREO

7.1 La toma de muestras se efectuará de acuerdo a lo establecido en la norma Coguanor NGO 41 005 y deberán de observarse las siguientes condiciones: entre el comprador o su representante autorizado y el productor o vendedor se deberá establecer un acuerdo mediante el cual se den plenas facilidades para llevar a cabo la inspección y la toma de muestras en el lugar de fabricación, de todos aquellos lotes que están listos para ser despachados. Se deberá disponer del tiempo suficiente para completar todas las pruebas.

Nota: Si después de realizadas las pruebas y ensayos se encuentra que el lote no cumple con los requisitos especificados en la presente norma, el comprador podrá tomar otros especímenes del lote para ensayarlos. Si en esta segunda oportunidad se comprueba que los especímenes no cumplen con los requisitos especificados, se rechaza el lote completo.

8. MÉTODOS DE PRUEBA:

8.1 Determinación de la masa seca y densidad aparente de los bloques:

8.1.1 Aparatos:

8.1.1.1 Balanza de dos Brazos: Con sensibilidad de 0.1g.

8.1.1.2 Estufa: Regulada entre 105 y 110 °C.

8.1.1.3 Baño: Con agua hirviendo y de capacidad suficiente para que los bloques queden totalmente cubiertos en agua.

8.1.2 PROCEDIMIENTO:

8.1.2.1 Se colocan los bloques en la estufa regula entre 105 y 110 °C y se dejan secar hasta masa constante; se registra la masa en gramos, con una cifra decimal, como masa seca para cada uno de los especímenes.

8.1.2.2 Se colocan los bloques secos en el baño con agua hirviendo y se dejan de ebullición durante 2 horas; los bloques deben estar totalmente cubiertos con el agua durante el período de ebullición y deben estar colocados sobre un dispositivo tal que evite su contacto con la superficie caliente del fondo del baño.

8.1.2.3 Se determina la masa de cada bloque mientras se mantiene suspendido en agua, la balanza debe ser previamente calibrada con el aparejo colocado en el brazo y sumergido en el agua hasta la misma profundidad que tendrá cuando se efectúa la pesada con el bloque. Se registra la masa en gramos, con una cifra decimal, como la masa suspendida de cada espécimen.

8.1.2.5 Después de determinar la masa suspendida de los bloques, se le pasa a cada espécimen un paño humedecido, de algodón u otra fibra suave, de manera que remover todas las gotas de agua de la superficie y luego se determina nuevamente su masa pero con el bloque suspendido en el aire; se registra la masa en gramos, con una cifra decimal, como la masa saturada de cada espécimen.

Nota: La remoción del agua superficial debe efectuarse presionando el paño contra el bloque, previamente saturado, justo lo suficiente para remover el agua que empape el paño, un frotamiento excesivo inducirá a error ya que extraerá el agua de los poros del espécimen.

8.1.3 Expresión de los resultados: La masa seca del bloque se expresa en gramos y se obtiene directamente del peso del espécimen propio.

Utilizando la siguiente fórmula:

$$E = m1 / (m2 - m3)$$

En la que:

E = Densidad aparente, expresada en gramos por centímetro cúbico.

M1 = Masa seca del espécimen, en gramos.

M2 = Masa saturada del espécimen, en gramos.

M3 = Masa suspendida del espécimen, en gramos.

8.2 La verificación de los demás requisitos establecidos en la presente norma se lleva a cabo de acuerdo a las normas COGUANOR NGO correspondiente.

9 MARCADO:

9.1 Los bloques de concreto de clase B, o sea los destinados a no soportar cargas, deberán marcarse de manera de impedir que se utilicen como unidades que soportan cargas.

9.2 Cada envío de bloques deberá acompañarse de una nota de despacho en donde aparezca, como mínimo, la siguiente información.

- a) El nombre y dirección del fabricante o el nombre y dirección del distribuidor y
- b) La designación del bloque, indicando tipo, grado y clase.

10. CORRESPONDENCIA:

Para la elaboración de esta norma se ha tenido en cuenta los siguientes documentos:

- a) Segunda propuesta de Norma Centroamericana ICAITI 41 054 bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques mayo 1977.
- b) Norma ASTM C 90-75 "Standard Specification for Hollow Load Bearing Concrete Masonry Units".
- c) Norma Oficial de Costa Rica para elementos de mampostería hueca de concreto (Bloques), 1977.
- d) Normas de Planificación y Construcción, División Técnica del FHA. Guatemala 1973-1974.
- e) Norma ASTM C 20-83 "Standard Test Methods for Apparent Porosity, Water Absorption, Apparent Specific Gravity, and Bulk Density of Burned Refractory Brick and Shapes by Boiling Water".
- f) Resultados de ensayos realizados en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

11. APÉNDICE:

Cuando se necesitan ciertas características particulares tales como masa por unidad de volumen, resistencia, dimensiones mínimas, porcentajes de absorción, apariencia, acabados, color resistencia al fuego, el pode aislante, propiedades acústicas y otras características y especificaciones, tales propiedades deberán ser especificadas separadamente por el comprador. Sin embargo, los proveedores locales deberán colocarse en cuenta a la posibilidad de obtener bloques que cumplan con las características particulares deseadas.

11.2 Unidades del Sistema Internacional (SI):

Unidad de	Sistema SI	
	Nombre	Símbolo
Fuerza	newton	N
Presión	Pascal	Pa

Fuente: Norma guatemalteca NGO 41 054

11.3 Procedimiento de conversión para las unidades usadas en esta norma:

Libras por pulgada cuadrada (psi) x 6,894.757 = Pa

Libras por pulgada cuadrada (psi) x 6.894757 x 10⁻³ = Mpa.

ANEXO 2.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BLOCKS**



Nº 002860

1. DATOS GENERALES

O.T. No. 24557

INFORME No. 244-M

INTERESADO: BRENDA LUZELLY ZELEDON FRANCO
 PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACION "ESTUDIO DE LA CALIDAD DE BLOQUES DE ARENA POMEZ EN FABRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA A PARTIR DE UN MUESTREO ESTRATIFICADO" REPRESENTATIVO".
 ASUNTO: ENSAYO DE BLOCKS
 PROVEEDOR: *****
 FECHA: GUATEMALA, 04 DE MARZO DE 2009.

1. ANTECEDENTES

La estudiante **Brenda Luzelly Zeledón Franco** de la carrera de Ingeniería Civil con número de carnet **2001-12889**, solicito a este Centro de Investigaciones de Ingeniería que se realizara ensayo de compresión a 16 blocks. Los ensayos en cuestión son parte de su trabajo de graduación ESTUDIO DE LA CALIDAD DE BLOQUES DE ARENA POMEZ EN FABRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA A PARTIR DE UN MUESTREO ESTRATIFICADO REPRESENTATIVO.

2. RESULTADOS ENSAYO

#	Identificación	Medidas en cms			Peso Kg.	Abs. %	Resistencia kg/cm ²	Densidad Kg/m ³
		Largo	Ancho	Altura				
01	37 FABRICA 1	39.30	14.27	19.47	8.504	21.01	38.49	1082
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE A, GRADO 2						
02	38 FABRICA 1	39.33	14.27	19.700	8.426	18.13	34.33	1124
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE A GRADO 2						
03	35 FABRICA 2	39.97	15.170	19.130	9.558	22.33	18.21	1204
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B, GRADO 2						
04	36 FABRICA 2	40.03	15.00	19.600	9.861	21.81	19.14	1222
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B, GRADO 2						
05	33 FABRICA 3	40.23	14.93	20.00	8.444	23.65	20.66	1065
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B, GRADO 2						
06	34 FABRICA 3	40.03	14.90	19.97	8.475	24.39	17.74	1077
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B, GRADO 2						
07	31 FABRICA 4	39.93	14.97	18.93	9.509	19.62	26.04	1153
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B, GRADO 2						
08	32 FABRICA 4	39.97	14.97	19.23	9.265	23.04	23.69	1097
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B, GRADO 2						
09	29 FABRICA 5	39.97	14.770	19.530	8.872	28.78	22.57	1053
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B, GRADO 2						
10	30 FABRICA 5	40.00	14.73	19.30	8.738	27.12	21.84	1075
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B, GRADO 2						





CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 002861

1. DATOS GENERALES

O.T. No. 24557

INFORME No. 244-M

INTERESADO: BRENDA LUZELLY ZELEDON FRANCO
PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACION ESTUDIO DE LA CALIDAD DE BLOQUES DE ARENA POMEZ EN FABRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA A PARTIR DE UN MUESTREO ESTRATIFICADO REPRESENTATIVO.
ASUNTO: ENSAYO DE BLOCKS
PROVEEDOR: *****
FECHA: GUATEMALA, 04 DE MARZO DE 2009.

#	Identificación	Medidas en cms			Peso Kg.	Abs. %	Resistencia kg/cm ²	Densidad Kg/m ³
		Largo	Ancho	Altura				
11	27 FABRICA 6	39.53	14.77	19.77	9.129	24.17	14.98	1127
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B, GRADO 2						
12	28 FABRICA 6	39.83	14.77	20.03	8.920	26.80	20.31	1119
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B GRADO 2						
13	25 FABRICA 7	40.10	14.87	20.23	9.448	25.53	15.44	1056
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B, GRADO 2						
14	26 FABRICA 7	40.07	14.87	20.03	9.092	22.78	19.29	1077
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE B, GRADO 2						
15	23 FABRICA 8	39.83	14.80	19.90	9.408	23.18	42.90	1158
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE A, GRADO 2						
16	24 FABRICA 8	39.80	14.83	19.93	9.428	15.10	39.71	1220
		BLOQUE HUECO DE HORMIGON TIPO LIVIANO CLASE A, GRADO 2						

Las muestras fueron ensayadas de acuerdo a Norma Coguanor NGO 41054

Observaciones: muestras proporcionadas por el interesado.

Atentamente,

Ing. Pablo Christian De León Rodríguez
Sección de Metales y Productos
Manufacturados
/cbr



Vo.Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales
Directora C.I.I.



ANEXO 3.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CEMENTO DE SECADO RÁPIDO PARA FABRICAR BLOCKS (CFB)

Es un cemento Portland de alta resistencia inicial con adición de puzolana natural ideal para la fabricación de tubos, blocks, adoquines y prefabricados. Es un cemento que corresponde a resistencias a 3 días, esto significa que ésta es la resistencia mínima a compresión en mortero de cemento-arena normalizada (ASTM C109) a los 3 días expresada como medida de fuerza por unidad de área, en libras por pulgada cuadrada o en Newton por milímetro cuadrado que es su equivalente en el Sistema Internacional de Unidades (SI). Pudiendo así obtener aumentos del orden del 20% o más en las resistencias de las mezclas o por lo tanto el desmoldado de los bloques y otros productos de cemento pueden hacerse en menos tiempo.

Características:

- Cemento de alta resistencia inicial ARI 24
- Cumple con los requisitos del a norma ASTM C1157 y COGUANOR NGO 41 095.
- Categoría de resistencia a compresión de 3,460 PSI (23N/mm²) a 3 días en mortero de cemento y arena normalizada.
- Disponible en presentación de saco de 42.5 Kg. y a granel.

Usos recomendados para el cemento CFB para fabricantes:

- Blocks de concreto liviano y normal.
- Adoquines.
- Prefabricados.
- Postres de concreto para alumbrado y tendido eléctrico.
- Blocks.
- Tubos de concreto.
- Prefabricado de concreto (Viguetas, postes, planchas, etc.).

