



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
VIVIENDAS, CON EL SISTEMA TRADICIONAL DE MAMPOSTERÍA Y EL  
SISTEMA CONSTRUCTIVO MEGACASA 2G**

**Frizly Manuel Reyes Carrillo**

Asesorado por el Ing. Marco Antonio García Díaz

Guatemala, junio de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
VIVIENDAS, CON EL SISTEMA TRADICIONAL DE MAMPOSTERÍA Y EL  
SISTEMA CONSTRUCTIVO MEGACASA 2G**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**FRIZLY MANUEL REYES CARRILLO**  
ASESORADO POR EL ING. MARCO ANTONIO GARCÍA DÍAZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

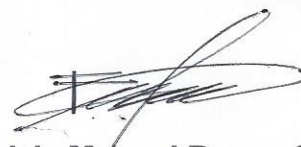
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
EXAMINADOR	Ing. Luis Estuardo Saravia Ramírez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS, CON EL SISTEMA TRADICIONAL DE MAMPOSTERÍA Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO MEGACASA 2G**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha mayo de 2016.



**Frizly Manuel Reyes Carrillo**

Guatemala, 15 de enero del 2019

Ingeniero:

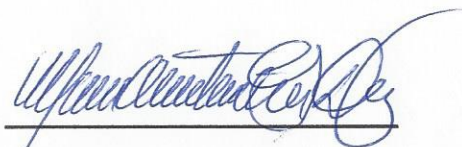
Guillermo Francisco Melini Salguero  
Jefe del Departamento de Planeamiento  
Escuela de Ingeniería Civil  
Universidad San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Melini:

Por este medio hago de su conocimiento que he concluido con el asesoramiento del estudiante universitario Frizly Manuel Reyes Carrillo, en el desarrollo del trabajo de graduación titulado: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS, CON EL SISTEMA TRADICIONAL DE MAMPOSTERÍA Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO MEGACASA 2G”**, después de haber revisado y corregido su contenido, sin encontrar alguna objeción al respecto, doy mi satisfactoria aprobación al mencionado trabajo de graduación.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



Ing. Marco Antonio García Díaz  
Ingeniero Civil  
Colegiado 6,899  
Asesor

Marco Antonio García Díaz  
Ingeniero Civil  
Colegiado No 6899



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
05 de abril de 2019

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS, CON EL SISTEMA TRADICIONAL DE MAMPOSTERÍA Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO MEGACASA 2G** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Frizly Manuel Reyes Carrillo, quien contó con la asesoría del Ing. Marco Antonio García Díaz.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

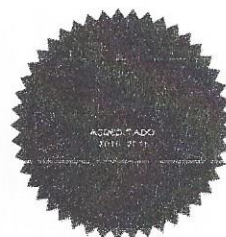
ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. civil, Guillermo Francisco Melini Salguero  
Jefe Del Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO  
USAC

/mrrm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*



USAC  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Marco Antonio García Díaz y Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Frizly Manuel Reyes Carrillo ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS, CON EL SISTEMA TRADICIONAL DE MAMPOSTERÍA Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO MEGACASA 2G da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, junio 2019

/mmm.



Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 295.2019

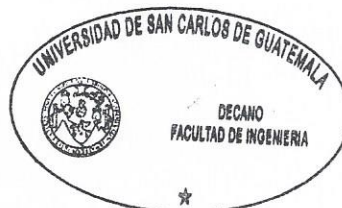
El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS, CON EL SISTEMA TRADICIONAL DE MAMPOSTERÍA Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO MEGACASA 2G**, presentado por el estudiante universitario: **Frizly Manuel Reyes Carrillo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, junio de 2019

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por ser el motivo principal en mi vida para seguir adelante, por brindarme siempre la ayuda y las victorias en los momentos difíciles, por darme las fuerzas, sabiduría y las oportunidades para obtener este gran logro que sin su ayuda no hubiera sido posible, por bendecir mi vida cada día y darme la oportunidad de ser Ingeniero Civil, porque para siempre es su poder y misericordia. “Proverbios (1:7)” El principio de la sabiduría es el temor de Jehová.

### **Mis padres**

Manuel Reyes Sandoval y Brenda Carrillo de Reyes, por ser las personas que me han enseñado valores, principios morales y por siempre apoyarme en los momentos difíciles de mi vida, ya que sin su ayuda no hubiera logrado mi sueño de ser Ingeniero Civil.

### **Mis hermanos**

Ovidio y Brenda Reyes, por todo el apoyo que mostraron en mis años de estudio, y por sus palabras de aliento que nunca faltaron.

### **Mi familia**

Por el apoyo que me brindaron en este gran sueño, ya que su ayuda fue de gran bendición.

**Mi tía**

Nancy Carrillo, por todos los consejos que me brindaste y por todas las veces que me hablaste de Dios.

**Mi abuelo**

Ovidio Carrillo, por ser la persona que me hizo creer que podía llegar a ser un profesional en el área de la Ingeniería Civil.

**Mis pastores**

Salvador Flores y Nohemí Agustín de Flores, por sus sabios consejos y sus oraciones en los momentos difíciles.

**Mis líderes**

Julio Pérez, Candy de Pérez, Haide Cubur, Luis Paredes, Francisca de Paredes, René Cubur, Mario Cubur, Enrique Sicaja, por instruirme en el camino de Dios y por sus oraciones en todo momento.

**Mis amigos**

Jezer Mejía, Jairo Mejía, Jorge Mejía, Wilmer Morales, Luis Torres, Fredy Salazar, Rolvin Salazar, Óscar Najera, Fernando Vásquez, Cristian Gómez, Pablo Sánchez, Josué Mejía, Carlos Cipriani, Marco Vicente, Juan Águila, Katherine Tobar, Mildred Paredes, Claudia Levon, Heidy Flores, Carlos Cotzajay, Karla Calderón, Candy Curiales por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento, en cada etapa de mis estudios universitarios.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Padre, Hijo y Espíritu Santo, por darme la oportunidad de cumplir un sueño más en mi vida, y por brindarme el conocimiento para terminar este gran logro.
- Mis amigos de la Facultad** Pablo Castro, Luis Estrada, Milton Alonzo, Humberto Pérez, Alex López, Luis Alvarado, Ovidio Reyes, Erick García, Rodrigo Chacon, Brian Ortiz, Brandon González, José Castro, Sergio Alvarado, Douglas Mansilla, Carlos Serrano, Alberto Castillo, David Pinto, Allan Paniagua, Kevin Soto, Paulo Galindo, Isaías Estrada, Norma Calo, Oscar Montoya, Michelle Castro, Mario Monzón, Ferlandy Gómez, Alfredo Salvatierra, Juan Simons, Antonio Raguex y Byron Pontaza, por brindarme su amistad y apoyo en los diferentes cursos de la carrera.
- Mis amigos y colegas** Ing. Kevin Sermeño e Ing. Óscar Montoya, por ser compañeros que me apoyaron en los momentos importantes y difíciles de la carrera.
- Asesor** Ing. Marco Antonio García Díaz, por haberme asesorado y apoyado con mi trabajo de graduación.

**Universidad de San Carlos de Guatemala y Facultad de Ingeniería**

Por darme la oportunidad de estudiar para desarrollarme como una persona profesional, ya que fue de gran bendición pertenecer a esta prestigiosa casa de estudios.

**Mis catedráticos**

Por compartir sus conocimientos y experiencias a lo largo de la carrera.

**Mis vecinos**

Margarita Mejía, Mayra Mendoza, Mauda Morales por su ayuda en las etapas difíciles de la carrera.

**Mi iglesia**

Misión Cristiana Evangélica Monte Basán Belén, por enseñarme valores y principios morales como lo dice la Santa Biblia.

**Evangelistas**

Pedro Aguilar, Mario Díaz, Eugenio Masías, Yiye Ávila, Gary Lee, David Wilkerson, por siempre compartir la poderosa palabra de Dios.

**Grupo Ultra**

Ing. Daniel Reyes e Ing. Carlos Corona, por haberme dado la oportunidad de realizar prácticas finales como Ingeniero Civil.

**Megaproductos**

Ing. Héctor Yoc y Arq. María Luisa, por ayudarme con mi trabajo de graduación.

**Instituto Emiliani Somascos**

Por haberme dado las herramientas necesarias, para poder realizar mis estudios universitarios.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. SISTEMA TRADICIONAL DE MAMPOSTERIA.....	1
1.1. Mampostería.....	1
1.2. Clasificación de la mampostería.....	1
1.2.1. Mampostería simple.....	2
1.2.2. Mampostería confinada.....	2
1.2.2.1. Columna.....	3
1.2.2.2. Mocheta.....	3
1.2.3. Mampostería reforzada.....	4
1.3. Estructura tipo cajón.....	4
1.4. Bloques de concreto.....	5
1.4.1. Dimensiones.....	6
1.4.2. Clasificación, designación y uso de bloques de concreto según Norma COGUANOR NGO NGO 41054.....	8
1.4.2.1. Clase A – uso estructural con baja absorción de humedad.....	8
1.4.2.2. Clase B – uso general con mediana absorción de humedad.....	8

	1.4.2.3.	Clase C – uso no estructural con alta absorción de humedad.....	8
1.5.		Bloques de concreto utilizados en Guatemala.....	9
	1.5.1.	Block tipo DT .....	9
	1.5.2.	Block tipo UT.....	10
	1.5.3.	Aparejo del levantado de block utilizado en Guatemala.....	11
1.6.		Tipos de muros .....	12
1.7.		Ladrillos de arcilla.....	13
	1.7.1.	Tipos de ladrillos de arcilla.....	14
1.8.		Morteros .....	16
	1.8.1.	Tipos de morteros .....	16
		1.8.1.1. Mortero de levantado.....	16
		1.8.1.2. Mortero para acabados.....	16
	1.8.2.	Morteros utilizados en Guatemala.....	17
		1.8.2.1. Morteros elaborados en situ .....	18
		1.8.2.2. Morteros premezclados .....	18
		1.8.2.3. Morteros predosificados .....	20
	1.8.3.	Tipos de morteros según ASTM C-270-10 y COGUANOR NGO 41050.....	21
1.9.		<i>Grout</i> .....	24
	1.9.1.	<i>Grout</i> fino (lechada fina) .....	24
	1.9.2.	<i>Grout</i> grueso (lechada gruesa) .....	25
1.10.		Acero de refuerzo.....	25
	1.10.1.	Clasificación.....	26
	1.10.2.	Dimensiones.....	27
		1.10.2.1. Medidas nominales.....	27
		1.10.2.2. Longitud de barras.....	28
	1.10.3.	Corrugaciones.....	28

1.11.	Ventajas del sistema tradicional de mamposteria.....	29
1.12.	Desventajas del sistema tradicional de mamposteria .....	30
2.	<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO MEGACASA 2G .....</b>	<b>33</b>
2.1.	Deficini3n del sistema.....	33
2.2.	Bloques modulares de concreto .....	35
2.2.1.	Aplicaciones de los bloques modulares.....	37
2.2.1.1.	Muros de carga.....	37
2.2.1.2.	Muros perimetrales o divisionales.....	38
2.2.1.3.	Muros de contenci3n.....	38
2.3.	Megalosa 2g .....	39
2.3.1.	Componentes de sistema megalosa 2g.....	40
2.3.1.1.	Vigueta pretensada autoportante TI .....	40
2.3.1.2.	Bovedilla.....	42
2.3.1.3.	Capa de compresi3n.....	42
2.3.2.	Aplicaciones del sistema megalosa 2g.....	43
2.3.3.	Proceso constructivo .....	44
2.4.	Acero de refuerzo (grado 70).....	45
2.5.	Ventajas del sistema constructivo megacasa 2g .....	47
3.	<b>ANÁLISIS DE COSTOS CON LOS DIFERENTES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS .....</b>	<b>49</b>
3.1.	Proceso constructivo .....	49
3.1.1.	Etapa preliminar.....	50
3.1.2.	Armaduras .....	52
3.1.3.	Fundiciones de concreto.....	52
3.1.4.	Levantamiento de block de 0,14x0,19x0,39 .....	53
3.1.5.	Acabado en paredes y cielo .....	54

3.1.6.	Pisos y azulejos.....	55
3.1.7.	Instalaciones eléctricas .....	55
3.1.8.	Instalaciones hidrosanitarias .....	56
3.2.	Costos directos .....	56
3.2.1.	Materiales.....	57
3.2.2.	Herramienta y equipo .....	57
3.2.3.	Mano de obra .....	57
3.3.	Costos indirectos .....	58
3.3.1.	Administración y administración técnica.....	59
3.3.2.	Fianzas.....	59
3.3.3.	Imprevistos .....	59
3.3.4.	Impuestos.....	59
3.3.5.	Utilidad .....	59
3.3.6.	Financiamiento .....	60
3.3.7.	Prestaciones Laborales.....	60
3.4.	Integración de costos con el sistema tradicional de mampostería.....	61
3.4.1.	Prestaciones para el sistema tradicional de mampostería .....	75
3.5.	Integración de costos con el sistema constructivo megacasa 2g.....	80
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	83
4.1.	Tiempo de ejecución con el sistema tradicional de mampostería.....	83
4.2.	Tiempo de ejecución con el sistema constructivo megacasa 2g .....	84
4.3.	Comparación entre procesos constructivos de losa tradicional y megalosa 2g .....	85



4.4.	Comparación entre el sistema de mampostería tradicional y megacasa 2g.....	86
4.5.	Análisis e interpretación de resultados.....	87
4.6.	Gráficas de resultados .....	88
	CONCLUSIONES .....	91
	RECOMENDACIONES .....	95
	BIBLIOGRAFÍA.....	97
	APÉNDICES .....	979
	ANEXOS .....	107



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Muro de adobe y piedra .....	2
2.	Función de mochetas y soleras.....	3
3.	Muros con refuerzo de concreto armado.....	4
4.	Estructura tipo cajón.....	5
5.	Partes de un bloque de concreto .....	6
6.	Medidas de un bloque de concreto .....	7
7.	Block tipo DT.....	10
8.	Block tipo UT.....	11
9.	Levantado tipo escalonado y apilado .....	12
10.	Sistemas de muro en casa de block .....	13
11.	Ladrillo macizo, perforado y tubular .....	14
12.	Mortero de levantado y acabados .....	17
13.	Aplicación de mortero tipo S .....	19
14.	Mortero utilizado en la mampostería tradicional.....	23
15.	Aplicación de <i>grout</i> en el sistema de mampostería.....	25
16.	Partes de una varilla corrugada.....	27
17.	Diagrama de tipos de corruga.....	29
18.	Sistema constructivo megacasa 2g.....	33
19.	Bloques de concreto y armaduras de acero.....	34
20.	Detalle típico de modulación de bloques de concreto .....	35
21.	Levantado de muros con bloques modulares de concreto .....	38
22.	Losa de entrepiso con sistema megalosa 2g .....	40

23.	Vigueta pretensada autoportante TI.....	41
24.	Componentes del sistema megalosa 2g .....	43
25.	Acero de refuerzo (grado 70) en sistema megacasa 2g .....	46
26.	Proceso constructivo del sistema tradicional de mampostería .....	49
27.	Proceso constructivo del sistema megacasa 2g .....	50
28.	Trabajos preliminares en el sistema de mampostería.....	51
29.	Levantado de muros con armaduras de acero .....	54
30.	Materiales, herramienta y mano de obra .....	58
31.	Administración y supervisión de proyecto.....	60
32.	Planta arquitectónica de casa el Ceibal .....	62
33.	Planta de cimiento y columnas modulación 2g .....	63
34.	Planta acotada de casa el Ceibal .....	64
35.	Diagrama de comparación de costos totales entre los dos sistemas constructivos de vivienda.....	88
36.	Diagrama de costos unitarios para los dos sistemas constructivos .....	87
37.	Diagrama de mano de obra para los dos sistemas constructivos .....	89
38.	Diagrama de tiempo de ejecución para la construcción de vivienda.....	89

## TABLAS

I.	Dimensiones y tipos de block (COGUANOR NGO 41054) .....	7
II.	Tabla de resistencia de bloques de concreto según Norma COGUANOR NGO 41054.....	9
III.	Block tipo DT según Norma COGUANOR NGO 41054 .....	10
IV.	Block tipo UT según Norma COGUANOR NGO 41054 .....	11
V.	Clasificación, designación y usos de los ladrillos de barro cocido... 15	
VI.	Dimensiones nominales de los ladrillos de barro cocido.....	15
VII.	Rendimiento de saco para mortero tipo S .....	19
VIII.	Clasificación de los morteros según resistencia a compresión a los 28 días.....	21
IX.	Guía para seleccionar morteros de mampostería .....	23
X.	Clasificación de los grados de acero de acuerdo al límite de fluencia.....	26
XI.	Dimensiones nominales de las barras de acero para concreto armado.....	28
XII.	Componentes del sistema modular 2g.....	36
XIII.	Información técnica del sistema megalosa 2g.....	39
XIV.	Información técnica de la vigueta pretensada TI.....	41
XV.	Información técnica de bovedilla.....	42
XVI.	Armaduras de refuerzo (grado 70) .....	45
XVII.	Cuantificación de materiales utilizando el sistema tradicional de mampostería .....	65
XVIII.	Resumen de costos utilizando el sistema tradicional de mampostería .....	71

XIX.	Costo de mano de obra utilizando el sistema tradicional de mampostería.....	72
XX.	Cálculo de prestaciones para el sistema tradicional de mampostería .....	76
XXI.	Resumen de mano de obra utilizando el sistema tradicional de mampostería.....	77
XXII.	Costo directo de vivienda con el sistema de mamposteria .....	78
XXIII.	Porcentajes del factor indirecto.....	78
XXIV.	Sumatoria % factor indirecto.....	79
XXV.	Precio total de vivienda utilizando el sistema tradicional de mamposteria .....	79
XXVI.	Costo de materiales utilizando el sistema constructivo megacasa 2g.....	80
XXVII.	Costo de mano de obra utilizando el sistema constructivo megacasa 2g.....	81
XXVIII.	Costo directo de vivienda con el sistema constructivo megacasa 2g .....	82
XXIX.	Precio total de vivienda utilizando el sistema constructivo megacasa 2g.....	82
XXX.	Cronograma de actividades con el sistema tradicional de mampostería.....	83
XXXI.	Cronograma de actividades con el sistema constructivo megacasa 2g.....	84
XXXII.	Comparación de procesos constructivos entre el sistema de losa tradicional y el sistema megalosa 2g.....	85
XXXIII.	Cuadro comparativo entre el sistema tradicional de mampostería y el sistema constructivo megacasa 2g.....	86
XXXIV.	Comparación de resultados entre los diferentes sistemas constructivos .....	87

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>ACI</b>	American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto)
<b>ASTM</b>	American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales)
<b><math>A_v</math></b>	Área de varilla de acero
<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica
<b>cm</b>	Centímetros
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas
<b>DT</b>	Doble tabique
<b><math>f_y</math></b>	Esfuerzo de fluencia del acero
<b>FHA</b>	Fomento de Hipotecas Aseguradas
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b><math>\text{kg/ cm}^2</math></b>	Kilogramo por centímetro cuadrado
<b><math>\text{kg/ cm}^3</math></b>	Kilogramo por centímetro cúbico
<b><math>\text{lb/ plg}^2</math></b>	Libra por pulgada cuadrada
<b>m</b>	Metro

<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>%</b>	Porcentaje
<b>A/C</b>	Relación agua-cemento
<b>Q</b>	Representación de moneda quetzal
<b>“</b>	Representación de pulgadas
<b>UT</b>	Un tabique



## GLOSARIO

<b>Acero</b>	Mezcla o unión de hierro con una cantidad de carbono, que se caracteriza por tener mayores propiedades mecánicas de resistencia.
<b>Agregados</b>	Material granular inerte, el cual puede ser arena, grava, piedra triturada o escoria, que al mezclarse con agua y cemento forman el concreto o mortero hidráulico.
<b>Andamio</b>	Estructura provisional construida de madera, metal o ambos materiales, ya sea fija o movable, que sirve para soportar a los obreros y materiales durante el proceso de la construcción.
<b>Bloque de concreto</b>	Es un material mampuesto prefabricado, compuesto de una mezcla de cemento Portland, arena, agua y otros aditivos, los bloques son utilizados en la construcción de muros y paredes.
<b>Columna</b>	Elemento arquitectónico de soporte vertical, sometido a compresión, lo bastante delgado respecto a su longitud, que puede ser de madera, piedra, ladrillo, concreto armado o hierro.

<b>Costos directos</b>	Son los costos de aquellos recursos que hacen parte de las actividades y que tienen una relación directa con la elaboración del proyecto o prestación del servicio (materiales, mano de obra, equipo y las herramientas).
<b>Costos indirectos</b>	Se refieren al costo de aquellos recursos que participan en las actividades del proyecto, más no de forma directa, entre los cuales se encuentran: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, imprevistos.
<b>Encofrado</b>	Es el sistema de moldes temporales de madera o acero y se utilizan para contener la armadura y el concreto durante el proceso de fraguado.
<b>Estribo</b>	Varilla de hierro, figurada en forma de rectángulo.
<b>Grout</b>	Mezcla de cemento, arena, grava fina y la cantidad de agua que permita una consistencia fluida, así como su colocación dentro de las celdas de los bloques de concreto.
<b>Losa</b>	Estructura plana horizontal de concreto reforzado, que separa un nivel de la edificación de otro o que puede servir de cubierta.
<b>Mampostería</b>	Sistema tradicional de construcción que consiste en levantar muros a base de bloques de concreto o

arcillas unidas con mortero, mediante la colocación manual de los elementos.

**Mano de obra** Se considera como el esfuerzo físico y mental necesario que se consume en la fabricación de un producto, por un salario o sueldo.

**Mortero** Está constituido por la unión de un aglomerante, cemento, cal, yeso y un agregado inerte, arena de río u otro, amasado con cierta cantidad de agua, produciéndose una mezcla pastosa homogénea, que sirve como material de agarre para unir los bloques de concreto.

**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 y columnas), están diseñados para soportar las losas y techos, además de su propio peso.

**Prefabricado** Elemento constructivo que ya está fabricado total o parcialmente antes de su instalación y que solo hay que montar y ajustar en un lugar determinado.

**Presupuesto** Es un aproximado de lo que se espera gastar y obtener de un proyecto determinado en un tiempo dado.

**Recursos** Son los medios empleados para realizar un proyecto.

**Rendimiento de trabajo**

Es el trabajo desarrollado por una persona en una unidad de tiempo específico.

**Utilidad**

Es la ganancia que obtendrá la empresa si se llevan desde el principio los controles necesarios para construir el proyecto en el tiempo pactado y con el costo mínimo sin sacrificar la calidad de la obra.

**Viga**

Elemento estructural proyectado para soportar y transmitir las cargas transversales a que está sometido hacia los elementos de apoyo, principalmente trabaja a flexión.

## RESUMEN

En este trabajo de graduación se obtendrá una comparación de costos en la construcción de viviendas, entre los sistemas de mampostería tradicional y sistema megacasa 2g; esta comparación permitirá conocer qué sistema es el más eficiente y económico en el proceso de construcción. Se podrá determinar cuál es la diferencia de tiempo de construcción entre un sistema y otro; también se conocerá cual es el sistema que genera más ahorro en construcción.

En el primer y segundo capítulo se detalla conceptos importantes a considerar en el desarrollo de la investigación, siendo algunos de ellos el sistema de mampostería tradicional y sus generalidades, como los diferentes tipos de mampostería, bloques de concreto y tipos de morteros, también se conocerá el sistema constructivo megacasa 2g, el cual funciona como un sistema prefabricado, ya que trabaja con losas de vigueta y bovedilla, acero de alta resistencia y también con bloques geométricos de diferentes medidas los cuales evitan el desperdicio de material, y el uso de formaleta.

En el tercer y cuarto capítulo, se detallan los costos que se invierten para la ejecución de la construcción de una vivienda con el sistema tradicional de mampostería y el sistema constructivo mega casa 2g, se realizará la integración de los renglones de trabajo, integración de costos directos e indirectos y con esto obtener el costo total de la vivienda.

Por último se realizará el análisis comparativo de resultados obtenidos de los 2 sistemas constructivos, como el porcentaje de tiempo y ahorro económico, por medio de tablas comparativas y gráficas.



# OBJETIVOS

## Generales

Realizar un análisis comparativo de costos, entre 2 sistemas de construcción de mampostería tradicional con bloques de concreto y el sistema constructivo megacasa 2g.

## Específicos

1. Describir las generalidades del sistema tradicional de mampostería y el sistema constructivo megacasa 2g.
2. Determinar la integración de costos directos e indirectos del sistema tradicional de mampostería y el sistema constructivo megacasa 2g.
3. Determinar los tiempos de ejecución de los 2 diferentes sistemas constructivos.
4. Realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos entre los 2 procesos constructivos por medio de gráficas y tablas.
5. Identificar las ventajas o desventajas que se obtienen utilizando el sistema tradicional de mampostería y el sistema constructivo megacasa 2g.





## INTRODUCCIÓN

En Guatemala uno de los materiales con mayor variedad de usos y funciones en la ingeniería civil, es el sistema tradicional de mampostería, el cual consiste en la construcción de levantado de muros con piezas de block de concreto, los cuales se colocan de una manera manual y están unidos por medio de un mortero, reforzados con barras de acero.

El sistema de mampostería, es uno de los primeros sistemas constructivos utilizados por el ser humano para hacer viviendas, ya que utilizaba materiales sencillos de encontrar donde vivía, tales como barro, adobe y piedra para edificaciones de gran tamaño.

En la construcción los elementos más importantes que se buscan, son que las estructuras sean económicas y seguras a la vez, basado en la necesidad económica que existe en el país de Guatemala de reducir gastos en las construcciones, se realiza la siguiente comparación de costos entre los sistemas de mampostería y el sistema constructivo megacasa 2g, con la finalidad de demostrar un sistema de mampostería que permita la facilidad de construcción y permita una reducción en los costos del proyecto.

Esta comparación entre sistemas de mampostería, servirá para determinar las ventajas, el porcentaje de tiempo y ahorro económico que tiene el usar el sistema constructivo megacasa 2g en las construcciones de Guatemala.



# **1. SISTEMA TRADICIONAL DE MAMPOSTERÍA**

## **1.1. Mampostería**

Es el sistema tradicional constructivo que consiste en levantar sistemas monolíticos tipo muro, mediante la colocación manual de los elementos que lo conforman, los cuales se unen utilizando un mortero. Los elementos que componen el sistema constructivo son:

- Bloques de concreto
- Ladrillos de arcilla
- Piedras, talladas de forma regular

La mampostería es uno de los primeros sistemas constructivos en utilizarse por la humanidad, ya que utilizaba materiales fáciles de encontrar en los lugares donde habitaba, tales como el barro para las construcciones de adobe o la piedra para edificaciones más grandes y duraderas.

## **1.2. Clasificación de la mampostería**

Es importante conocer los diferentes tipos de mampostería y las funciones que cumplen dentro de una construcción.

Los tipos de mampostería que se encuentran:

### **1.2.1. Mampostería simple**

Es el tipo de mampostería estructural sin refuerzo. Los esfuerzos dominantes son de compresión que deben contrarrestar los esfuerzos de tensión producidos por las fuerzas horizontales. No es admisible para zonas de alta y media incidencia sísmica. El levantado de adobe y piedra son un ejemplo de este tipo de mampostería.

Figura 1. **Muro de adobe y piedra**



Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 3.

### **1.2.2. Mampostería confinada**

La mampostería confinada, es la que se realiza a través de la conformación de un muro que luego se confina con vigas y columnas de concreto reforzado vaciadas en sitio. En el medio, la mampostería confinada es la más común y con ella se construyen la mayor parte de las viviendas de 1 y 2 niveles.

Los muros confinados estructurales están diseñados para soportar las

cargas de losas y techos, además de su propio peso, y resisten las fuerzas horizontales causadas por un sismo o el viento.

### **1.2.2.1. Columna**

Las columnas son aquellas estructuras verticales que soportan fuerzas de compresión y flexión, independientes de las paredes, encargadas de transmitir todas las cargas de la estructura a la cimentación; utilizando a las zapatas como estructuras intermediarias de apoyo.

### **1.2.2.2. Mocheta**

Las mochetas de confinamiento o amarre vertical son elementos estructurales que trabajan como parte de una pared, cuya función es amarrar los muros para que no se corran en caso de un movimiento sísmico. Estas mochetas, se colocan en los extremos de los muros estructurales o de carga, en la intersección de dos muros estructurales y en lugares intermedios

Figura 2. **Función de mochetas y soleras**



Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 1.

### 1.2.3. Mampostería reforzada

Es la forma de construcción en la cual el refuerzo actúa en conjunto con la mampostería para resistir fuerzas verticales y horizontales que llegan hasta ella. Este sistema permite que las celdas de los bloques puedan ir rellenas con *grout*, ya sea en todas o bien solo las celdas en las cuales está el acero estructural de refuerzo.

El sistema reforzado (pineado), presenta la ventaja de ahorrar en formaletas, ya que las barras de acero se colocan de forma vertical dentro de las celdas donde son fundidas con *grout* y el acero horizontal va en las juntas donde se coloca el mortero de pega.

Figura 3. Muros con refuerzo de concreto armado



Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 13.

### 1.3. Estructura tipo cajón

Según la Norma AGIES DSE 4.1, 2014, este sistema está compuesto por losas que trabajan como diafragmas en el sentido horizontal, uniendo los muros estructurales. Los muros resistirán todas las fuerzas horizontales, mientras que

las fuerzas verticales, que corresponden al área tributaria, soportarán las columnas de concreto reforzado, o bien sean pines según el tipo de construcción. Los muros de carga pueden ser de concreto reforzado o mampostería reforzada; también pueden ser ordinarios o especiales, atendiendo a las solicitudes sismorresistentes para las cuales van a ser diseñados.

Figura 4. **Estructura tipo cajón**



Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño sismorresistente simplificado*. p.14.

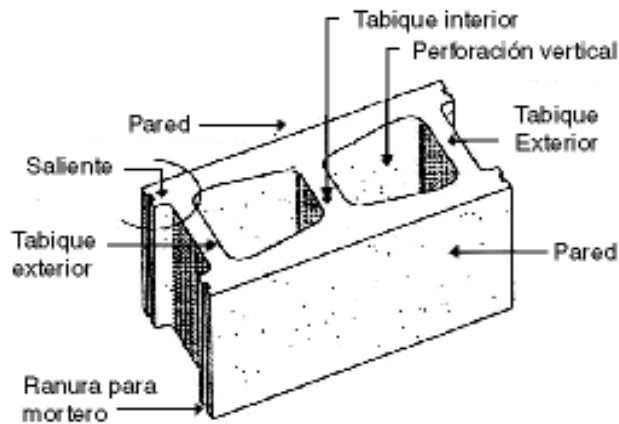
#### **1.4. Bloques de concreto**

Un bloque de concreto, es un material mampuesto prefabricado compuesto de una mezcla de cemento Portland, arena, agua y otros aditivos que es vertida sobre moldes metálicos, los bloques son utilizados en la construcción de muros y paredes.

Los bloques de concreto se fabrican en diferentes dimensiones y formas adaptadas a los distintos usos, pueden ser elementos macizos o perforados. Los bloques de concreto tienen diferentes tipos de textura, entre los cuales se encuentran:

- Liso
- Ranurados
- Rústicos

Figura 5. **Partes de un bloque de concreto**



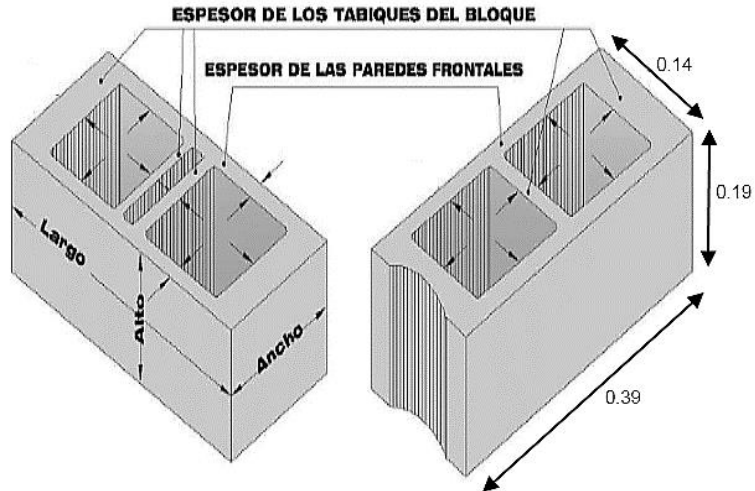
Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 15.

#### 1.4.1. Dimensiones

El tamaño en elevación de todas los tipos de block es muy similar: 14 cm de ancho, 39 cm de largo y 19 cm de alto, para que con el espesor del mortero de pega module 40 cm por 20 cm o sea 12,5 unidades de block por metro cuadrado de levantado.



Figura 6. **Medidas de un bloque de concreto**



Fuente: Norma COGUANOR NGO 41054. *Dimensiones y tipos de block.* p.10.

Tabla I. **Dimensiones y tipos de block (COGUANOR NGO 41054)**

DESCRIPCIÓN	CLASE	MEDIDAS			RENDIMIENTO
		ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LARGO (cm)	
TIPO DE BLOCK	A,B,C				mt <sup>2</sup>
Block 1	A,B,C	14	19	39	12,5
Block 2	A,B,C	19	19	39	12,5
Block mitad	A,B,C	14	19	19	25
Block mitad	A,B,C	19	19	19	25
Solera	A,B,C	14	19	39	12,5
Solera	A,B,C	19	19	39	12,5
Block H	Especial	14	19	39	12,5
Block H	Especial	19	19	39	12,5
Rustiblock	A,C	14	19	39	12,5
Rustiblock	A,C	19	19	39	12,5
Tabique	A,B,C	9	19	39	12,5

Fuente: Norma COGUANOR NGO 41054. *Dimensiones y tipos de block.* p.10.

## **1.4.2. Clasificación, designación y uso de los bloques de concreto según Norma COGUANOR NGO 41054**

La clasificación se determina por la resistencia a compresión y por el porcentaje de absorción máxima de humedad determinados como:

### **1.4.2.1. Clase A. Uso estructural con baja absorción de humedad**

Para uso en muros exteriores o interiores que soportan carga por debajo o sobre el nivel del suelo. Muros de contención, muros de cimentación, muros de división que soportarán carga. Para edificaciones con áreas mayores de 100 mt<sup>2</sup> de construcción, de uno o dos niveles, con una resistencia de 133 kg/cm<sup>2</sup>.

### **1.4.2.2. Clase B. Uso general con mediana absorción de humedad**

Muros exteriores o interiores que soportan carga sobre el nivel del suelo para edificaciones con un área máxima de 100 mt<sup>2</sup> de construcción y distribución simétrica, de uno o dos niveles, con una resistencia de 100 kg/cm<sup>2</sup>.

### **1.4.2.3. Clase C. Uso no estructural con alta absorción de humedad**

Muros exteriores o interiores sobre el nivel del suelo, que no soportan carga, o que la soportan en muros de edificaciones de un nivel, menores de 50 mt<sup>2</sup>, con una resistencia de 66 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla II. **Tabla de resistencia de bloques de concreto según Norma COGUANOR NGO 41054**

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA	
	Block	Capacidad de Carga
Clase A	Superior	133
Clase B	Alta	100
Clase C	Media	66

Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería.* p. 38.

## 1.5. Bloques de concreto utilizados en Guatemala

Hay dos tipos de block más utilizados en Guatemala para la construcción de viviendas en el país, los cuales son:

### 1.5.1. Block tipo DT

El block tipo DT, es el que tiene doble tabique al centro y una pequeña ranura al medio, al hacer el levantado todas las celdas coinciden.

El área neta de las unidades de los bloques debe ser mayor que 50 % de su área bruta. El área bruta es el largo por el ancho de un bloque; el área neta de la unidad se obtiene restándole el tamaño de las celdas al área bruta del block.

El block DT tiene el 60 % de área llena, eso es debido al doble tabique central.

Tabla III. **Block tipo DT según Norma COGUANOR NGO 41054**

DESCRIPCIÓN	CLASE	RESISTENCIA			PESO (lbs)	
		Capacidad de carga	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Protección contra la humedad	Espesor (14 cm)	Espesor (19 cm)
Block DT	Color				Área neta 53 % a 57 %	Área neta 52 % a 56 %
Clase A	Azul	Superior	133	Superior	32 a 35	37 a 41
Clase B	Rojo	Alta	100	Alta	27 a 31	33 a 36
Clase C	Verde	Media	66	Media	24 a 27	29 a 33

Fuente: AGIES DSE 4.1. Manual de diseño mampostería. p. 38.

Figura 7. **Block tipo DT**



Fuente: AGIES DSE 4.1. Manual de diseño mampostería. p. 39.

### 1.5.2. **Block tipo UT**

El block tipo UT, es el que tiene un solo tabique al centro, las celdas de las unidades quedan desalineadas. El block UT tiene un poco más de 50 % de área llena.

Tabla IV. **Block tipo UT según Norma COGUANOR NGO 41054**

DESCRIPCIÓN	CLASE	RESISTENCIA			PESO (lbs)	
		Capacidad de carga	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Protección contra la humedad	Espesor (14 cm)	Espesor (19 cm)
Block UT	Color				Área neta 53 % a 57 %	Área neta 52 % a 56 %
Clase A	Azul	Superior	133	Superior	28 a 30	34 a 37
Clase B	Rojo	Alta	100	Alta	25 a 27	30 a 33
Clase C	Verde	Media	66	Media	21 a 23	25 a 29

Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 38.

Figura 8. **Block tipo UT**



Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 39.

### 1.5.3. **Aparejo del levantado de block utilizado en Guatemala**

Hay dos tipos de aparejos básicos para la construcción de muros: aparejo escalonado y aparejo apilado. En el aparejo escalonado los blocks se desfasan media unidad en hiladas consecutivas formando una sisa vertical entre blocks que es escalonada. En el aparejo apilado los blocks se levantan sin desfase de una hilada a otra dejando una sisa vertical continua.

El aparejo escalonado permite una mejor unión entre hiladas consecutivas y es el más usado en zonas sísmicas.

Figura 9. **Levantado tipo escalonado y apilado**



Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 39.

## 1.6. Tipos de muros

Entre los diferentes tipos de muros que se pueden construir con bloques de concreto, se encuentran los que se clasifican en función de la condición estructural, que son:

- Muros: son los elementos cuya función es soportar cargas o cerrar y dividir espacios, y cuyo espesor es siempre menor que su altura y longitud.
- Muros de carga: son aquellos que poseen función estructural, soportan cargas de elementos estructurales del edificio, como arcos, vigas, viguetas y deben tener una resistencia a compresión definida en el diseño.
- Muros divisorios: son muros que no son capaces de resistir cargas grandes, nos sirven para dividir espacios interiores, en estos se puede

realizar remodelaciones debido a que ningún elemento estructural descansa sobre él, a este tipo de muros se les llama tabique.

- Muros de contención: son sistemas constructivos que cumplen la función de cerramiento, soportando por lo general los esfuerzos horizontales producidos por el empuje de tierras.

Figura 10. **Sistemas de muro en casa de block**



Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 25.

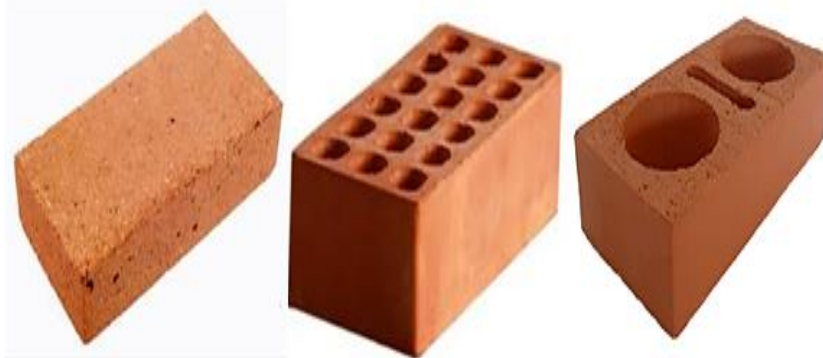
### **1.7. Ladrillos de arcilla**

El ladrillo es un bloque de arcilla que se emplea para la construcción en diversos elementos constructivos, como muros, tabiques, hornos, entre otros. Es la unidad hecha básicamente de barro o arcilla con o sin adición de otros materiales, moldeada o extruida en forma rectangular, con o sin agujeros, perforaciones y pueden secarse al sol, pero se acostumbra secarlos al horno.

### 1.7.1. Tipos de ladrillos de arcilla

- Macizos: es la forma común del ladrillo, son aquellos con menos de un 10 % de perforaciones en su estructura y por lo tanto de bastante densidad.
- Perforados: es un ladrillo con perforaciones circulares o en forma de rombos en la cara de mayor superficie, y cuya área neta en esas caras será mayor al 75 % del área bruta.
- Tubulares: es un ladrillo con perforaciones circulares en su superficie, cuya área neta en esas caras está entre 60 % y 75 % del área bruta.

Figura 11. **Ladrillo macizo, perforado y tubular**



Fuente: Norma COGUANOR NGO 41022. *Ladrillos barro cocido*. p. 10.



Tabla V. **Clasificación, designación y usos de los ladrillos de barro cocido**

TIPOS	GRADOS	CLASES	USOS
Tipo A, ladrillos hechos a máquina	1	Clase P o perforado	Paredes con carga elevada, expuestas en sus dos caras, y clima lluvioso fuerte.
	2	Clase P o perforado clase T, o tubular	Paredes con carga moderada, expuestas en una cara y clima lluvioso moderado.
	3	Clase P o perforado clase T, o tubular	Paredes con carga baja, expuestas en una cara, y clima con poca lluvia.
Tipo B, ladrillos hechos a mano	3	Clase M, o macizo	Paredes con carga baja, expuestas en una cara, y clima de poca lluvia.

Fuente: Norma COGUANOR NGO 41022. *Ladrillos barro cocido.*

Tabla VI. **Dimensiones nominales de los ladrillos de barro cocido**

TIPOS	CLASES	DIMENSIONES (cm)		
		Largo	Ancho	Espesor
Tipo A, ladrillos hechos a máquina	Clase P o perforado	23	11	6,5 *
		23	14	6,5 *
	Clase T o tubular	23	11	6,5 *
		23	14	6,5 *
		29	11	6,5 *
		29	14	6,5 *
		29	11	9
		29	14	9
		29	14	11
		23	11	11
		29	14	14
		23	23	11
		Tipo B, ladrillos hechos a mano	Clase T, o tubular	23
23	14	6,5 *		

(\*) Dimensiones más usadas, el resto se fabrica a pedido especial

Fuente: Norma COGUANOR NGO 41022. *Ladrillos barro cocido.*

## **1.8. Morteros**

El mortero es un material de construcción constituido básicamente por una mezcla de cemento, agregado fino y eventualmente otro material aglomerante cal, yeso, entre otro. Que con la combinación de agua reacciona y adquiere resistencia, también puede estar compuesto por aditivos que aumenten sus propiedades tanto en estado fresco como en estado endurecido.

Al endurecer el mortero presenta propiedades químicas, físicas y mecánicas similares a las del concreto y es ampliamente utilizado, para pegar piezas de mampostería en la construcción de muros.

### **1.8.1. Tipos de morteros**

Entre los morteros más utilizados en la mampostería se encuentran:

#### **1.8.1.1. Mortero de Levantado**

Son aquellos morteros cuya finalidad principal, es unir unidades de mampostería (ladrillos de barro cocido, bloques de concreto, piedras o adobes) y formar muros resistentes a cargas de diseño. Los morteros de levantado utilizados en Guatemala, generalmente se clasifican de acuerdo con la norma ASTM C270 (Especificación para mortero de mampostería).

#### **1.8.1.2. Mortero para acabados**

Los morteros para acabados tienen como función principal, proteger el

elemento estructural de las inclemencias del clima y la penetración del agua, además brindan textura, color y belleza arquitectónica.

Entre los morteros de acabados se encuentran:

- Mezclas para repello, especiales para recubrimiento inicial o final de paredes y cielos.
- Cernidos, para acabado final de paredes, cielos y detalles.
- Blanqueado o alisado.
- Mezclón, para relleno, base de pisos y pañuelos en terrazas, entre otros.

Figura 12. **Mortero de levantado y acabados**



Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 12.

### 1.8.2. **Morteros utilizados en Guatemala**

En Guatemala la construcción con unidades de mampostería es una de las más utilizadas; a pesar de que el mortero conforma un 15 % del volumen total de un muro, es un componente importante para determinar

la resistencia a compresión; ya que se diseñan para soportar este tipo de esfuerzos.

#### **1.8.2.1. Morteros elaborados en situ**

El mortero fabricado in situ es más propenso a variaciones en su dosificación, estas afectan la productividad del albañil y la resistencia del mortero, las proporciones más utilizadas en Guatemala varían entre 1:2 a 1:3 (cemento: arena), de acuerdo con la Norma ASTM C270 (Especificación para mortero de mampostería).

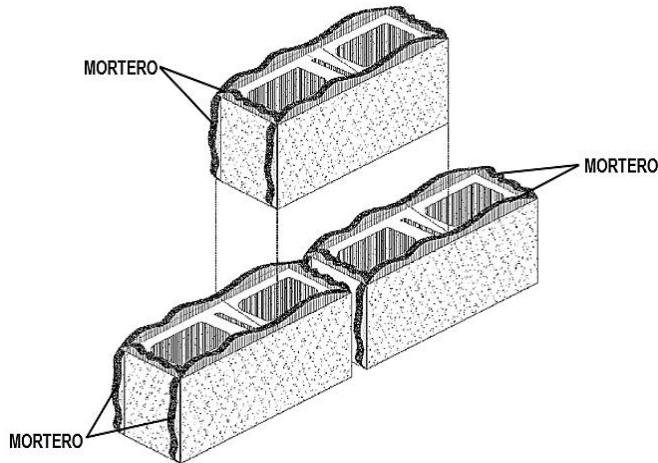
#### **1.8.2.2. Morteros premezclados**

En Guatemala este mortero es producido por algunas empresas que fabrican concreto premezclado, los requerimientos de trabajabilidad, contenido de aire, retención de agua y resistencia a la compresión se solicitan de acuerdo al tipo de mortero según la clasificación presentada en la Norma ASTM C-270.

Entre los morteros premezclados se encuentran:

- Mortero tipo S: está elaborado a base de cemento gris, agregados de granulometría controlada y cal hidratada en las proporciones que favorecen la resistencia, trabajabilidad, adherencia y la retención de agua del mortero. Las propiedades de los morteros de pega son muy importantes para obtener un levantado de excelente calidad y que cumpla con la resistencia deseada, además de agilizar la construcción de su obra en forma rápida, limpia y mejor control.

Figura 13. **Aplicación de mortero tipo S**



Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 12.

Tabla VII. **Rendimiento de saco para mortero tipo S**

BLOCK	UNIDADES A PEGAR POR SACO (SISA 1 CM)	
	DIMENSIONES (cm)	LECHO PARCIAL
9x19x39	23-24	20-21
14x19x39	19-20	16-17
19x19x39	15-16	13-14

Fuente: COGUANOR NTG 41050. *Mortero para mampostería*. p. 11.

- Especificaciones técnicas
  - Resistencia mínima a compresión a 28 días: 180 kg/cm<sup>2</sup>
  - Retención mínima de agua: 75 %

- Contenido máximo de aire: 18 % (cuando se coloca acero estructural).
  - Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta): No menor que 2,25 y no mayor que 3,5 veces la suma de los volúmenes separados de materiales cementantes.
  - Unidad de empaque: saco de 30 kg.
  - Cantidad de agua recomendada a utilizar: 1,50 galones (5,68 litros).
- Beneficios de uso
    - Calidad uniforme y controlada, ya que los agregados son extraídos del mismo sitio y la mezcla es automatizada.
    - Cálculo exacto de materiales.
    - Reducción de tiempo y mano de obra en la preparación y aplicación.
    - Menor desperdicio.
    - Fácil manejo.
    - Mejor control de costos y fácil presupuesto.
    - El material es por peso seco y no por volumen.

### **1.8.2.3. Morteros predosificados**

Este tipo de mortero viene en sacos, tienen la ventaja de ahorrar tiempo en la mezcla homogénea de los agregados y los materiales aglomerantes, en otros casos los materiales vienen en forma separada; debiendo mezclarse en seco y luego verterse el agua.

Tabla VIII. **Clasificación de los morteros según resistencia a compresión a los 28 días**

Mortero	Tipo	Resistencia a la compresión promedio mínima Mpa (lb/ pulg <sup>2</sup> )	Retención de agua mínima %	Contenido de aire máximo %	Proporción de agregado (medido en condiciones húmedo suelto)
Cemento-Cal	M	17,2 (2,500)	75	12	No menor que 2,25 y no mayor que 3,5 veces la suma de los volúmenes separados de materiales cementantes
	S	12,4 (1,800)	75	12	
	N	5,2 (750)	75	14b	
	O	2,4 (350)	75	14b	
Cemento para mortero de pega	M	17,2 (2,500)	75	12	
	S	12,4 (1,800)	75	12	
	N	5,2 (750)	75	14b	
	O	2,4 (350)	75	14b	
Cemento de mampostería	M	17,2 (2,500)	75	18	
	S	12,4 (1,800)	75	18	
	N	5,2 (750)	75	20c	
	O	2,4 (350)	75	20c	

A Únicamente para mortero preparado en laboratorio.  
 B Cuando el acero de refuerzo estructural está embebido en un mortero de cemento-cal, o en un mortero de cemento para mortero de pega, el máximo contenido de aire debe ser 12 %.  
 C Cuando el acero estructural está embebido en un mortero de cemento de mampostería, el máximo contenido de aire debe ser 18 %.

Fuente: COGUANOR NTG 41050. *Mortero para mampostería*. p. 11.

### 1.8.3. Tipos de morteros según ASTM C-270-10 y COGUANOR NGO 41050

Las letras de designación para los morteros son M, S, N, y O. Estos tipos de mortero pueden ser especificados por proporción o por propiedades, pero no por ambas cosas. Entre los diferentes morteros existen:

- Tipo M: es una mezcla de alta resistencia que ofrece más durabilidad que otros morteros, su uso es para mampostería reforzada o sin refuerzo sujeta a grandes cargas de compresión, acción severa de congelamiento, altas cargas laterales de tierra, vientos fuertes o temblores.
- Tipo S: alcanza alta resistencia de adherencia, la más alta que un mortero puede alcanzar, su uso es para estructuras sujetas a cargas compresivas normales, que a la vez requieren alta resistencia de adherencia.
- Tipo N: es un mortero de propósito general a ser utilizado en estructuras de mampostería sobre el nivel del suelo. Es bueno para enchapes de mampostería, paredes internas y divisiones, este mortero de mediana resistencia presenta la mejor combinación de resistencia, trabajabilidad y economía.
- Tipo O: es un mortero de baja resistencia y mucha cal, se usa en paredes y divisiones sin carga, y para revestimiento exterior que no se congela cuándo está húmedo.



Tabla IX. **Guía para seleccionar morteros de mampostería**

LOCALIZACIÓN	SEGMENTO CONSTRUCTIVO	CLASE DE MORTERO	
		RECOMENDADO	ALTERNATIVO
Exterior, sobre el terreno	Paredes de carga Paredes sin carga Paredes de división	N O N	S o M N o S S
Exterior, bajo el terreno	Muros de cimentación Muros de contención Pozos, descargas de aguas negras Pavimentos, aceras y patios	S	M o N
Interior	Paredes de carga Divisiones sin carga	N O	S o M N

Fuente: COGUANOR NTG 41050. *Mortero para mampostería*. p. 31.

Figura 14. **Mortero utilizado en la mampostería tradicional**



Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 16.

## **1.9. Grout**

También se le nombra lechada, es una mezcla de material cementicio (cemento), arena, grava fina y la cantidad de agua que permita una consistencia fluida, que permita su colocación dentro de las celdas de los bloques de concreto, sin que se produzca la segregación de sus ingredientes.

La clasificación que más se utiliza se basa en el tamaño del agregado, que se pueda utilizar y las condiciones de los proyectos (normales o con gran cantidad de acero de refuerzo), se clasificará como *grout* fino o *grout* grueso.

### **1.9.1. Grout fino (lechada fina)**

Este tipo de *grout* se utilizará cuando el espacio para el vaciado es pequeño, angosto o congestionado con refuerzo. Se tiene un espacio de 0,64 cm ( $\frac{1}{4}$ " ) o más entre el acero de refuerzo y la unidad de mampostería, se utiliza únicamente agregado fino. Entre sus usos principales en la construcción encontramos:

- Fundición de pines de refuerzo vertical
- Fundición de soleras
- Fundición de vigas formadas con block
- Placas base
- Es sumamente útil en el anclaje de pernos y otras fijaciones
- Como relleno de conexiones angostas en elementos de concreto normal o prefabricado.

### 1.9.2. **Grout grueso (lechada gruesa)**

Este tipo se utilizará cuando el espacio entre el acero de refuerzo y la unidad de mampostería sea de 1,3 cm ( $\frac{1}{2}$ " ) o más, utiliza agregado fino y adicionalmente agregado grueso hasta un tamaño máximo nominal de 0,99 ( $\frac{3}{8}$ "). Este tipo de *grout* se utiliza en:

- Base de equipos
- Columnas
- Elementos estructurales
- Es un excelente relleno de expansión controlada en áreas confinadas de mayor tamaño.

Figura 15. **Aplicación de *grout* en el sistema de mampostería**



Fuente: AGIES DSE 4.1. *Manual de diseño mampostería*. p. 20.

### 1.10. **Acero de refuerzo**

El acero se define como una combinación de hierro con una pequeña parte de carbono, en proporciones que van aproximadamente del 5 % al 1,6 %. Su

función es resistir esfuerzos de tensión y a veces de compresión, en la actualidad el acero es un material para la construcción de diversas obras civiles.

El acero que se utiliza en el refuerzo vertical (mochetas), soleras o varillas colocadas en el interior del muro deberá consistir en varillas corrugadas, porque mejora su adherencia con el concreto, su resistencia varía del grado 40 (40 000 PSI), hasta el grado 75 (75 000 PSI).

### **1.10.1. Clasificación**

Las barras de acero para concreto armado se clasifican de la forma siguiente:

- De acuerdo al límite de fluencia mínimo, las barras se clasificarán en los grados indicados en la siguiente tabla.

Tabla X. **Clasificación de los grados de acero de acuerdo al límite de fluencia**

<b>Clasificación según sistema de medidas</b>	
<b>Internacional, SI</b>	<b>Inglés</b>
Grado 280 (280 Mpa)	Grado 40 (40 ksi)
Grado 414 (414 Mpa)	Grado 60 (60 ksi)
Grado 517 (517 Mpa)	Grado 75 (75 ksi)

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR 36011. p. 7.

Figura 16. Partes de varilla corrugada



Fuente: Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR 36011. p. 7.

- De acuerdo al acabado, las barras se clasificarán en clases siguientes:
  - Clase 1: barra de acero lisa
  - Clase 2: barra de acero corrugada

### 1.10.2. Dimensiones

De acuerdo a sus dimensiones, las barras de acero para concreto armado se clasifican de la forma siguiente:

#### 1.10.2.1. Medidas nominales

Las medidas nominales del diámetro de la masa por metro lineal y del área de la sección transversal, se indican en la tabla 8.

Tabla XI. **Dimensiones nominales de las barras de acero para concreto armado**

No. de designación de la barra	Masa nominal (kg/m)	Diámetro (cm)	Área de la sección transversal ( cm <sup>2</sup> )	Perímetro (cm)
3	0,560	0,95	0,71	2,99
4	0,994	1,27	1,29	3,99
5	1,552	1,59	1,99	4,99
6	2,235	1,91	2,84	5,98
7	3,042	2,22	3,87	6,98
8	3,973	2,54	5,10	7,98
9	5,060	2,87	6,45	9,00
10	6,404	3,23	8,19	10,13
11	7,907	3,58	10,06	11,25
14	11,30	4,30	14,52	13,51
18	20,24	5,73	25,81	18,01

Fuente: COGUANOR 36011. Barras de acero (concreto), p. 16.

#### **1.10.2.2. Longitud de barras**

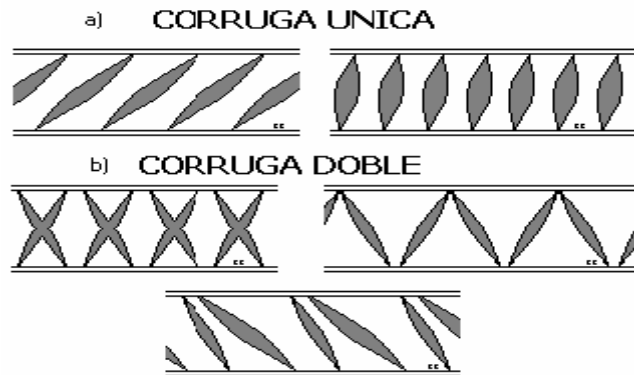
Las barras de acero para concreto armado se suministrarán en longitudes de 6 m, 9 m y 12 m.

#### **1.10.3. Corrugaciones**

Se tomará como corruga única aquella que presenta sólo un tipo de nervadura respecto al eje longitudinal de la barra y como corruga doble aquella que tenga más de un tipo de nervadura respecto al eje de la barra. Toda aquella corruga que presente características especiales o diferentes a las descritas

anteriormente, serán aceptadas de manera contractual entre comprador y vendedor.

Figura 17. Diagrama de tipos de corruga



Fuente: Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR 36011. p. 7.

### 1.11. Ventajas del sistema tradicional de mampostería

El sistema constructivo de mampostería es uno de los más conocidos y utilizados en este medio, según el manual de diseño sismoresistente simplificado AGIES DSE 4.1 algunas ventajas del sistema son:

- La mampostería tradicional se basa en un sistema tipo cajón, el cual transmite las cargas verticales al suelo a través del conjunto de paredes de mampostería que lo conforman, las cuales, además, le proporcionan la estabilidad lateral necesaria.
- El sistema es simple y los materiales empleados se obtienen localmente con facilidad.

- Permite diferentes tipos de acabados o aprovechar las texturas y colores de las unidades.
- Al emplear mano de obra capacitada y unidades modulares, se optimiza tiempo de construcción y reduce los costos.
- Excelente aislamiento térmico y acústico.
- Excelente comportamiento contra el fuego.
- Dentro de las celdas verticales de los muros elaborados con bloques, se pueden colocar las conducciones eléctricas, hidrosanitarias e instalaciones especiales.
- Permite utilizar entrepisos total o parcialmente prefabricados, lo que da mayor rendimiento al proceso constructivo y la disminución de costos por la reducción en la utilización de formaleta y obra falsa.
- Cuando se combinan las características estructurales arquitectónicas de la mampostería de concreto, se obtienen estructuras duraderas de muy bajo mantenimiento y de gran apariencia.

#### **1.12. Desventajas del sistema tradicional de mampostería**

Según el manual de diseño sismoresistente simplificado AGIES DSE 4.1 algunas desventajas del sistema de mampostería son:

- El terremoto de 1976 en Guatemala, demostró el empirismo con el que estaban construidas las viviendas, materiales como el adobe y la piedra



eran utilizados en la construcción sin ningún refuerzo vertical y horizontal, produciendo estructuras muy inestables y su colapso provoco la muerte de muchas víctimas.

- Requiere el uso de formaleta y obra falsa, por lo que se produce desperdicio de madera.
- En las estructuras de mampostería estructural las condiciones arquitectónicas son más restrictivas, se necesitan ciertas condiciones de regularidad y simetría.
- Se debe conocer muy bien las características de las unidades de mampostería, ya que son parte fundamental de la estructura.
- Las estructuras de mampostería que se ven afectadas por algún sismo, sufren un incremento de daños si los bloques de concreto son de baja calidad y no cumplen con lineamientos de construcción.
- Muchos de los bloques de concreto son de manufactura artesanal, para los cuales no están definidas los índices de resistencias.



## 2. SISTEMA CONSTRUCTIVO MEGACASA 2G

### 2.1. Definición del sistema

Es un sistema constructivo de mampostería reforzada modular hasta para 3 niveles, formado por muros de bloques de concreto y acero de refuerzo; complementado con una losa prefabricada formada por viguetas pretensadas autoportantes y bovedillas, que industrializa la construcción de vivienda de mampostería reforzada (Certificado por FHA y Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC, ver anexos del 1 al 4).

Utiliza bloques de concreto con formas básicas que permiten una modulación que evita el corte de piezas y que las armaduras de acero de refuerzo (grado 70) queden dentro de las celdas de los bloques. Las fundiciones de concreto se realizan con una reducción considerable de formaleta y parales, lo que genera un sistema amigable con el medio ambiente, mejora los tiempos de trabajo y permite una superficie final lista para el aplicado de acabados sin necesidad de resanar. El espesor de muros resultante para casas es de 0,14 metros y para edificios de más de tres pisos, el espesor es de 0,19 metros.

Figura 18. **Sistema constructivo megacasa 2g**



Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/content/casa-2g>.

Consulta: febrero de 2017.

Este tipo de vivienda está diseñada para garantizar la seguridad de la estructura, ya que todos sus componentes son elaborados en una planta de producción automatizada, garantizando la calidad y resistencia del producto mediante pruebas de laboratorio en su producción.

El sistema constructivo 2g facilita el control de inventarios, permite rapidez de instalación por la geometría de los bloques, no requiere de equipo especializado, disminuye el desperdicio de materiales, no necesita formaletas y reduce casi en su totalidad el uso de parales, lo que lo convierte en un sistema muy económico y práctico.

El ahorro al utilizar el sistema 2g, se encuentra en la reducción considerable de formaleta y parales, se reduce el tiempo de construcción tomando en cuenta que las armaduras ya llegan lista a obras solo para cortar e instalar según las necesidades, existe una reducción en el tiempo de ejecución de obra de 20 % o 30 % dependiendo de la capacidad de los albañiles.

Figura 19. **Bloques de concreto y armaduras de acero**



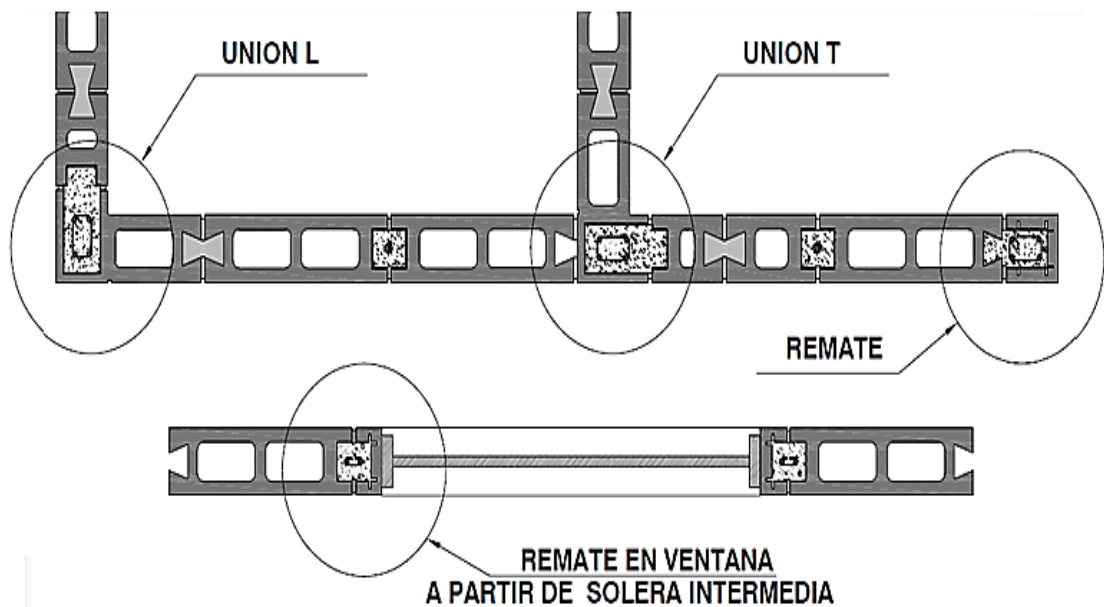
Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/content/asesoría-técnica>. Consulta: febrero de 2017.

## 2.2. Bloques modulares de concreto

El bloque de concreto es una unidad prismática prefabricada de concreto, utilizada para construir muros de mampostería, dichas piezas están unidas por medio de capas de mortero, que complementan el sistema junto con el refuerzo de acero definido según la utilidad del muro. La resistencia a compresión, absorción y calidad está regida bajo los parámetros de la Norma NTG 41054 COGUANOR.

Dentro de las celdas verticales de los muros elaborados con bloques, se pueden colocar las conducciones eléctricas, hidrosanitarias y de telecomunicaciones.

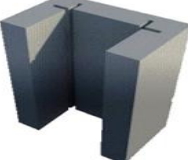
Figura 20. **Detalle típico de modulación de bloques de concreto**



Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/sites/default/files>.

Consulta: febrero de 2017.

Tabla XII. **Componentes del sistema modular 2G**

BLOQUE DE CONCRETO	NOMBRE	DIMENSIONES			RESISTENCIA
		Ancho (cm)	Alto (cm)	Largo (cm)	
	Construblock 2G	14	19	49	66, 100, 133
	Block esquina L	14	19	39	66, 100, 133
	Mitad 2G	14	19	24	66, 100, 133
	Conector 2G	14	19	19	66, 100, 133
	Dadoblock 2G	14	19	14	100, 133
	Dadoblock 2G "C-14"	14	19	14	100, 133
	Dadoblock 2G "C-9"	14	19	9	100, 133

Continuación de la tabla XXII.

	Dadoblock 2G "C-7"	14	19	7	100, 133
	Solera 2G	14	19	49	66, 100, 133
	Lock 2G	7	20	10	50
	Block intersección "T"	14	19	29	66, 100, 133
	Conector Recto 2G	14	19	24	66, 100, 133

Fuente: Constructora Megaproductos. <http://www.megaproductos.com/content/casa-2g>

Consulta: febrero de 2017.

### 2.2.1. Aplicaciones de los bloques modulares

Entre las aplicaciones de los bloques modulares se encuentran:

#### 2.2.1.1. Muros de carga

El diseño debe considerar el ancho de bloque y resistencia, el tipo de mortero, el refuerzo de acero y el tipo de concreto para soleras y pines o

columnas. Los muros de carga deben construirse de acuerdo a un diseño estructural en función de las cargas a que será sometida la estructura.

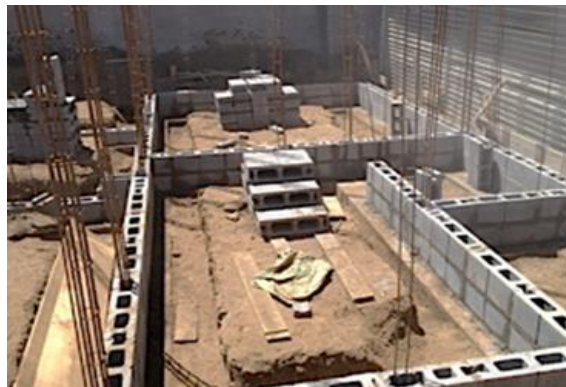
### **2.2.1.2. Muros perimetrales o divisionales**

Son aquellos que al separar los espacios no soportan cargas estructurales y son generalmente ligeros. La función básica de este tipo de muros es la de aislar o separar, debiendo tener además, características tales como, acústicas y térmicas.

### **2.2.1.3. Muros de contención**

Los muros de contención deben obedecer a un diseño estructural, un estudio de suelos y de drenaje para evitar fallas en la cimentación, el talud o el muro.

Figura 21. **Levantado de muros con bloques modulares de concreto**



Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/content/asesoría-técnica>. Consulta: febrero de 2017.



### 2.3. Megalosa 2g

Es un sistema para losa de entrepiso y techo final, económico, rápido, eficiente, simple compuesto por elementos prefabricados destinado a garantizar la seguridad de las estructuras de acuerdo a las condiciones de diseño previamente establecidas y también a optimizar los rendimientos de trabajo y reducir los costos de construcción, debido a su capacidad autoportante con la que para luces menores de 3,00 m prácticamente no necesita el uso de parales.

El sistema está conformado por componentes portantes prefabricados llamados viguetas pretensadas, aligerantes llamados bovedillas complementados con estructomalla y una capa de compresión de concreto. El sistema de vigueta y bovedilla es el más eficiente en la construcción de losas de entrepisos y cubiertas, ya que son más livianas que las losas tradicionales.

Tabla XIII. Información técnica del sistema megalosa 2g

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	DIMENSIONALES
Carga viva (cv)	200	kg/m <sup>2</sup>
Carga muerta (cm)	250	kg/m <sup>2</sup>
Carga de acabados (ca)	100	kg/m <sup>2</sup>
Distancia a ejes de viguetas	60	cm
Distancia entre caras de viguetas	48	cm
Peralte terminado mínimo	15	cm
Separación máxima de obra falsa (parales)	2,80 – 3,00	m
Resistencia a la compresión del concreto (Losa)	210	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo por temperatura	Estructomalla 6 x 6 9/9	

Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/default/VIGUETA-20TI202015.pdf> Consulta: febrero de 2017.

Figura 22. **Losa de entrepiso con sistema megalosa 2g**



Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/default/VIGUETA-20TI202015.pdf> Consulta: febrero de 2017.

### **2.3.1. Componentes del sistema megalosa 2G**

Entre los componentes que forman el sistema megalosa 2G se encuentran:

#### **2.3.1.1. Vigüeta preesforzada autoportante TI**

Componente portante resistente del sistema, formada por cables de preesfuerzo y concreto de alta resistencia (6 000 psi), y es el elemento estructural responsable de la resistencia de la losa.

La sección de la vigüeta preesforzada actúa eficazmente en la zona de tensión de la losa, anulando de esta forma la posibilidad de fisuración, la altura de la sección (0,10m) permite a la vigüeta tener mayor capacidad de autoaporte que la vigüeta preesforzada convencional (0,05m), con lo cual el espaciamento de los paralelos aumenta.

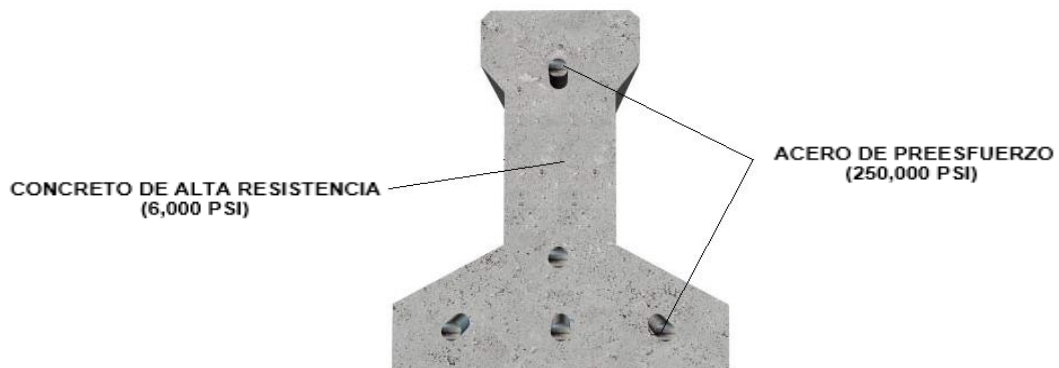
Cuando la longitud de la vigueta sea mayor de 2,00 m. Es necesario colocar un rigidizante o diafragma en el centro de las mismas, se debe de utilizar bovedillas que tengan un extremo tapado que funciona como formaleta del rigidizante y al mismo nivel de la vigueta ti, se coloca una pieza de concreto de denominada pieza de rigidizante. La armadura del rigidizante se compone de 2, hierros longitudinales  $\varnothing$  6,2 mm con eslabones de  $\varnothing$  4,5 mm a cada 0,20 m (G.70).

Tabla XIV. **Información técnica de la vigueta pretensada TI**

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONALES
Resistencia concreto	422,00 kg/cm <sup>2</sup> (6,000 psi)
Resistencia del acero de preesfuerzo	17,500 kg/cm <sup>2</sup> (250,000 psi)
Dimensiones	0,12x0,05 (Pastilla)-0,05x0,05m (Nervio)
Sección de la vigueta	85,00 cm <sup>2</sup>
Peso por metro lineal	20,00 kg (44,00 lb)

Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.youblisher.com/p/462044-Catalogo-de-Megaproductos>. Consulta: febrero de 2017.

Figura 23. **Vigueta pretensada autoportante TI**



Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/default/VIGUETA-20TI202015.pdf> Consulta: febrero de 2017.

### 2.3.1.2. Bovedilla

Elemento aligerante de relleno del sistema, y pueden ser fabricados de cemento, lo cual aligera el peso propio de la losa. Las bovedillas se apoyan directamente sobre las viguetas y su función es eliminar la formaleta de contacto, la bovedilla no tiene ninguna función estructural de la losa.

Tabla XV. Información técnica de bovedilla

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONALES
Resistencia concreto	25,00 kg/cm <sup>2</sup> (Área bruta)
Dimensiones	0,20x0,52 (0,48 libras)x0,10 m
Peso	9,40 kg (20,70 lb)

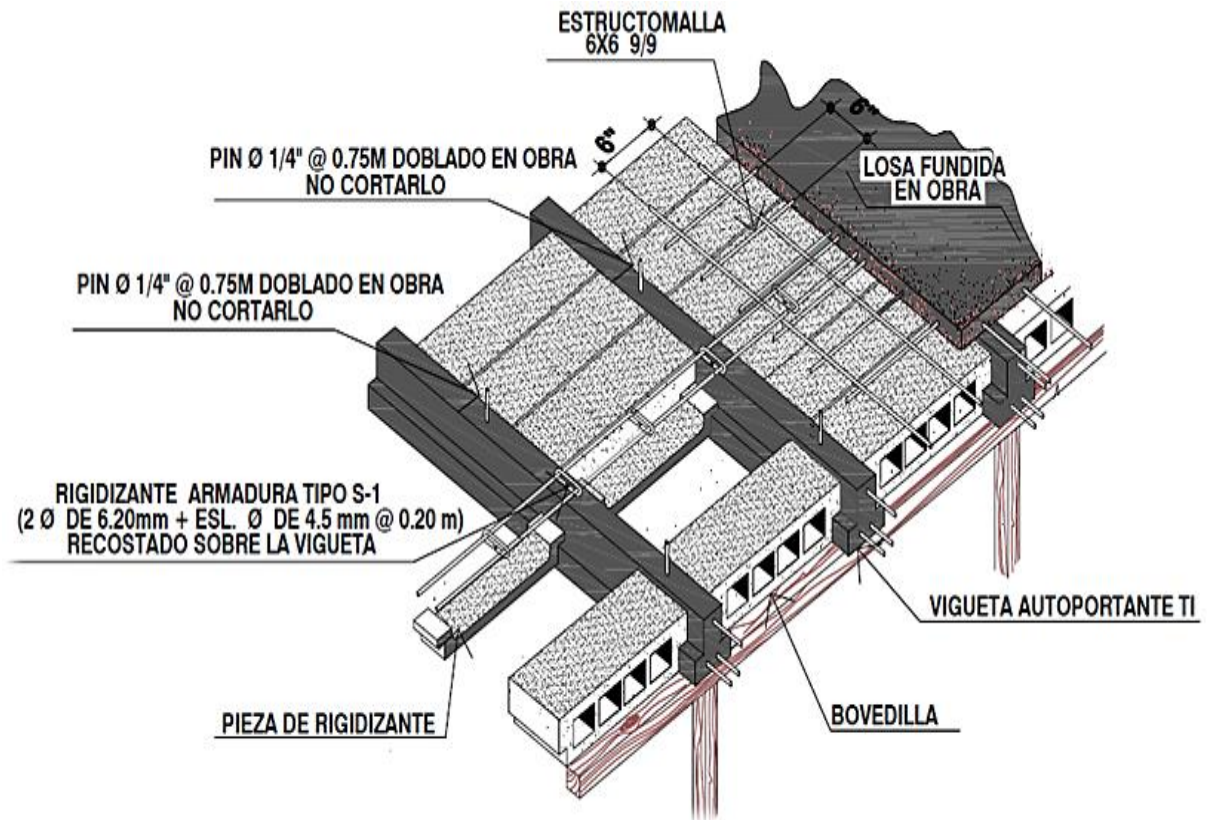
Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.youblisher.com/p/462044-Catalogo-de-Megaproductos>. Consulta: febrero de 2017.

### 2.3.1.3. Capa de compresión

Capa de concreto que se funde en obra, sobre las viguetas, bovedillas y acero de refuerzo integrando estructuralmente todos los elementos, la capa de concreto tiene por función transmitir las cargas verticales hacia la vigueta y absorber los esfuerzos de compresión a los que estará sometida la losa.

El concreto debe tener como mínimo de 5 cm de espesor, una resistencia mínima a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> (3 000 psi) a los 28 días de fraguado, y estar reforzado con malla electrosoldada.

Figura 24. **Componentes del sistema megalosa 2g**



Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/default/VIGUETA-20TI202015.pdf> Consulta: febrero de 2017

### 2.3.2. Aplicaciones del sistema megalosa 2G

- Techos de viviendas, techos de oficinas, bodegas, fábricas, comercios, garitas.
- Techos inclinados.
- Ideal para residencias prefabricadas.
- Proyectos de viviendas en serie.
- Entrepisos de edificios

### **2.3.3. Proceso constructivo**

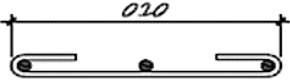
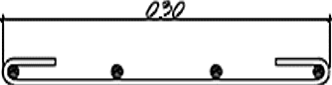
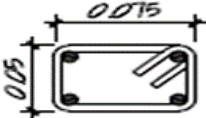
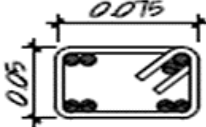
- Recepción de materiales en obra y apilamiento ordenado para evitar su deterioro.
- Colocación de puntales y tendales en la colindancia de los muros para asegurar la horizontalidad de las viguetas.
- Montaje de las viguetas de forma manual, se coloca una bovedilla en cada extremo como escantillón para garantizar la separación adecuada, se debe verificar que los extremos de las viguetas tengan un apoyo de 2,5 cm como mínimo dentro de la viga o solera, amarrando los hierros extremos de la vigueta con los hierros de dichas vigas o soleras para el debido traslape si la vigueta tiene una longitud mayor de 2,80 m. Es necesario colocar un puntal provisional al centro de la luz.
- Se coloca el resto de las bovedillas, respetando los detalles de colación que indica el plano.
- Se colocan todas las mangueras y tuberías de instalaciones hidráulicas y eléctricas a través de los agujeros de las bovedillas.
- Se coloca y amarra la malla electrosoldada (estructomalla), se recomienda que los traslapes tengan como mínimo un cuadro.
- Se funde la capa de compresión de 5,00 cm de espesor con un concreto cuya resistencia mínima a compresión debe ser de 210 kg/cm<sup>2</sup> (3 000 psi).

## 2.4. Acero de refuerzo (grado 70)

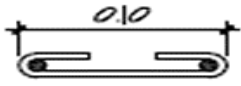
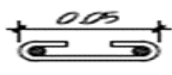
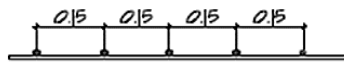
Por sus características el hierro grado 70, es equivalente en resistencia a la varilla tradicional y puede ser utilizada para sistemas constructivos de mampostería reforzada y confinada para viviendas hasta de 2 niveles.

El refuerzo que se utiliza son armaduras de acero grado 70, lo que facilita la instalación de la misma; desde el cimiento corrido, tanto como el refuerzo vertical, solera de humedad, soleras intermedias y solera corona. El tipo de refuerzo dependerá si la vivienda es para uno o dos niveles.

Tabla XVI. Armaduras de refuerzo (grado 70)

TIPO (ARMADURA)	SECCIÓN ARMADURA	DESCRIPCIÓN
Cimiento 1 nivel (cc-1)		3 varillas corridas de 5,5 mm + esl. de 5,5 mm @ 0,15 m
Cimiento 2 nivel (cc-2)		4 varillas corridas de 6,2 mm + esl. de 5,5 mm @ 0,15 m
Columna 1 nivel tipo "A" y/o Solera de corona (c-1 M)		4 varillas corridas de 6,2 mm + est. de 4,5 mm @ 0,20 m
Columna 2 nivel tipo "AA" (c-2M)		8 varillas corridas de 6,2 mm + est. de 4,5 mm @ 0,20 m

Continuación de la tabla XVI.

Solera humedad vivienda 1 nivel solera intermedia (s-2)		2 varillas corridas de 6,2 mm + esl. de 4,5 mm @ 0,20 mm
Solera humedad vivienda 2 nivel mocheta y/o rigidizante (s-1)		2 varillas corridas de 6,2 mm + est. de 4,5 mm @ 0,20 mm
Acero por temperatura Estructomalla 6x6 9/9		Ø 3,80 mm @ 0,15 m ambos sentidos

Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.youblisher.com/p/462044-Catalogo-de-Megaproductos>. Consulta: febrero de 2017.

Figura 25. **Acero de refuerzo (grado 70) en sistema megacasa 2g**



Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/sites/default/files>. Consulta: febrero de 2017.



## **2.5. Ventajas del sistema constructivo megacasa 2g**

Entre las ventajas del sistema constructivo megacasa 2g, se encuentran las siguientes:

- El sistema constructivo 2G es sumamente versátil para la construcción de cualquier vivienda o apartamento.
- Reduce drásticamente el uso de formaleta y parales, siendo amigable con el medio ambiente.
- Aumenta la productividad de la mano de obra por la fácil instalación.
- Facilita el control efectivo del inventario de materiales y productos.
- Aplicación práctica para la construcción de una vivienda individual o en serie de forma simultánea sin necesidad de equipo especial.
- Al emplear mano de obra capacitada y unidades modulares, se tiene una gran velocidad de construcción y reduce los costos.
- Mejora los tiempos de construcción tomando en cuenta que las armaduras ya llegan lista a obras solo para cortar e instalar según las necesidades y permite una superficie final lista para el aplicado de acabados sin necesidad de resanar.
- Excelente aislamiento térmico y acústico.
- Excelente comportamiento contra el fuego.



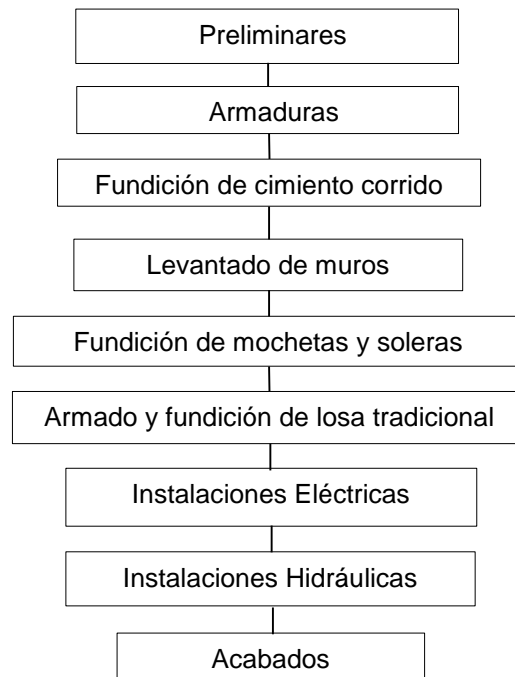
### 3. ANÁLISIS DE COSTOS CON LOS DIFERENTES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

#### 3.1. Proceso constructivo

Antes de realizar cualquier proyecto, es importante conocer las diferentes etapas de su construcción, por lo que se describen a continuación los renglones básicos usados en la construcción de una vivienda.

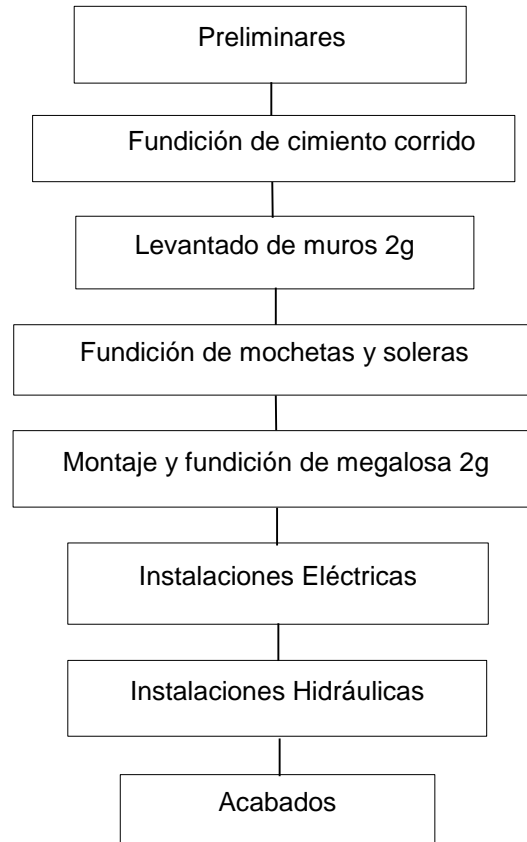
En las figuras 25 y 26 se detallan gráficamente los diferentes procesos constructivos del sistema tradicional de mampostería y el sistema megacasa 2g.

Figura 26. **Proceso constructivo del sistema tradicional de mampostería**



Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Proceso constructivo del sistema megacasa 2g**



Fuente: elaboración propia.

### 3.1.1. **Etapla preliminar**

Se incluyen todas las actividades necesarias para lograr las condiciones necesarias en el lugar de la obra, a la etapa preliminar se le considera como la etapa inicial de cualquier proyecto constructivo, limpieza, trazado, nivelación del terreno. Entre las actividades de la etapa preliminar se encuentran:

- **Limpieza:** en esta actividad se incluyen los trabajos necesarios para retirar materiales, desperdicios y la vegetación que se encuentran en la superficie del terreno.

- Nivelación del terreno: consiste en trabajos que se realizan para conocer los diferentes niveles de altura de uno o varios puntos con respecto a un punto conocido, y de este punto depende la exactitud del trabajo.
- Trazo y estaqueado: se incluyen todos los trabajos necesarios para localizar, alinear, ubicar y trazar en el terreno los ejes principales, paralelos y perpendiculares y los linderos del mismo, de acuerdo a lo establecido en los planos del proyecto.
- Excavaciones: son todas las actividades necesarias para realizar las diferentes excavaciones en el terreno del proyecto, de acuerdo con lo establecido en los planos, se pueden realizar a mano, a máquina o ambas.

**Figura 28. Trabajos preliminares en el sistema de mampostería**



Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.arquitectosyconstructores.com/rvaliente/fase1.html>. Consulta: junio de 2017.

### **3.1.2. Armaduras**

En este renglón encontramos las actividades para la elaboración de los armados (elementos de refuerzo), que se utilizan para resistir los esfuerzos provocados por cargas y cambios de temperatura en las estructuras, el acero de refuerzo se doblará en frío y se colocará en la posición exacta y deberá asegurarse firmemente para impedir su desplazamiento (para esto se utilizará alambre y en casos especiales soldadura), de acuerdo con lo indicado en los planos técnicos, entre las armaduras más importantes a elaborar se encuentra:

- Armado de cimiento corrido
- Armado de soleras
- Armado de columnas
- Colocación y nivelación de cimiento corrido
- Colocación y centrado de columnas
- Armado de vigas
- Armados de losas tradicionales y prefabricadas

### **3.1.3. Fundiciones de concreto**

En este renglón se incluye el recurso humano y materiales necesarios para la realización de fundiciones de concreto (armado o no), entre las diferentes etapas de las fundiciones de concreto encontramos:

- Dosificación y elaboración de mezclas
- Manejo y colocación de concreto fresco

- Resane de superficies
- Curado

Entre los elementos constructivos a fundir se encuentran:

- Cimiento corrido
- Soleras
- Columnas
- Vigas
- Losas
- Banquetas
- Pisos

#### **3.1.4. Levantado de block de 0,14x0,19x0,39**

Se incluyen todos los trabajos necesarios para la elaboración de muros o divisiones, según lo indicado en los planos técnicos, entre las actividades más importantes en el levantamiento muros se encuentran:

- Preparación de materiales
- Dosificación y elaboración de mezclas
- Levantado de muros
- Resane de muros

### 3.1.5. Acabado en paredes y cielo

En este renglón se incluyen el recurso humano y materiales necesarios para la realización de acabados en superficies de muros y cielos, tienen diferentes aplicaciones según las características del proceso constructivo y materiales utilizados, entre las diferentes actividades para la colocación de acabados se encuentran:

- Preparación de materiales
- Limpieza de superficie
- Dosificación y elaboración de mezclas
- Aplicación de acabado
- Aplicación de pintura en acabados

Figura 29. Levantado de muros con armaduras de acero



Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.arquitectosyconstructores.com/rvaliente-fase1.html>. Consulta: junio de 2017.



### **3.1.6. Pisos y azulejos**

Se incluyen todas las actividades necesarias para la colocación de pisos y azulejos, según lo indican los planos técnicos, entre las actividades para la colocación de pisos y azulejos encontramos:

- Preparación de materiales:
- Dosificación y elaboración de mezclas
- Colocación de piso
- Limpieza final

### **3.1.7. Instalaciones eléctricas**

En este renglón se incluyen todas las actividades necesarias para hacer llegar electricidad a todos los aparatos eléctricos de una vivienda, según lo especificado en planos, entre las actividades más importantes para la instalación eléctrica se encuentran:

- Preparación de materiales
- Ubicar lugar para instalación de materiales eléctricos
- Instalación de materiales eléctricos
- Pruebas de la instalación eléctrica

### **3.1.8. Instalaciones hidrosanitarias**

Se incluyen todas las actividades necesarias para hacer llegar agua potable a todos los artefactos que lo requieran en la vivienda y también todas las actividades que hacen que el agua pluvial y residual evacue la vivienda, según lo especificado en planos, entre las actividades más importantes para la instalación hidrosanitaria se encuentran:

- Preparación de artefactos hidrosanitarios
- Ubicar lugar para instalación de artefactos hidrosanitarios
- Instalación de artefactos hidrosanitarios
- Pruebas de artefactos de instalación hidrosanitaria

El costo de un proyecto está integrado por dos grupos de costos conocidos como; costos directos e indirectos que se definen como:

### **3.2. Costos directos**

Son los costos conformados por la mano de obra directa, o sea, el personal que ejecuta directamente la obra, los materiales que están siendo utilizados, la maquinaria, equipo y herramientas empleadas. Los costos directos afectan el precio del producto y pueden definirse también como todos los costos que están ligados a elaboración de un producto o a la prestación de algún servicio.

Los costos directos se integran de la siguiente forma:

### **3.2.1. Materiales**

Es el costo que corresponde a los gastos que la empresa realiza, para adquirir los materiales necesarios para la ejecución de la obra. Los materiales utilizados en la obra pueden ser permanentes y no permanentes, los primeros son los que pasan a ser parte integrante de la obra (cemento, hierro, arena, pedrín) y los segundos son los que se consumen en varios usos (madera).

### **3.2.2. Herramientas y equipo**

Su adquisición representa una inversión de importancia para la empresa y su costo se determina mediante un coeficiente de costo prefijado que está basado en su uso y la experiencia de campo. En el equipo se debe considerar el costo de operación, que determina la cantidad de dinero que se utilizará para adquirir la maquinaria, hacerla funcionar y conservarla.

### **3.2.3. Mano de obra**

Son los gastos que realiza la empresa por el pago de salarios al personal que interviene en la ejecución de la obra; no incluyendo en este rubro los sueldos del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos. En los proyectos de construcción hay dos formas de pago para los albañiles y son:

- Por trato: se cuantifica y se hace un reporte de trabajo realizado por la persona en un periodo de tiempo. A este personal se le pago por lo que hizo regularmente en el transcurso de una quincena.

- Por día: se le asignan tareas al personal en un periodo de tiempo definido por el supervisor. A este personal se le paga los días trabajados pero se tiene que tener mucho control con este personal ya que pierde tiempo en tareas no importantes.

Figura 30. **Materiales, herramienta y mano de obra**



Fuente: Constructora Megaproductos. [https:// www.megaproductos.com/sites/default/files](https://www.megaproductos.com/sites/default/files). Consulta: octubre de 2017.

Los costos indirectos se integran de la siguiente forma:

### **3.3. Costos indirectos**

Son un factor que se suma al costo total real de la obra en sí, para estos costos serán tomados en cuenta los montos administrativos en los cuales deben integrarse gastos de papelería, personal administrativo, subcontratos, viáticos, señalización de obra, investigación, capacitación de personal, entre otros.

### **3.3.1. Administración y administración técnica**

Estos gastos se cargan a la obra si la empresa posee más proyectos y están constituidos por los pagos del personal de la oficina central, supervisor del proyecto, maestro de obra, guardián y planillero. También pago de licencias de construcción, pago de electricidad y agua de la obra, papelería, combustibles, transporte de materiales y equipos, entre otros.

### **3.3.2. Fianzas**

Porcentaje tomado en cuenta para adquirir documentos de garantía para el dueño del proyecto y para el ejecutor del mismo.

### **3.3.3. Imprevistos**

Este costo absorbe parte de materiales que no se cuantificaron bien, personal no tomado en cuenta y otros problemas relacionados con el avance de la obra, por lo general se considera un 5 % del costo total de la obra.

### **3.3.4. Impuestos**

Se incluye el impuesto al valor agregado (IVA), el impuesto sobre la renta (ISR) y el timbre de ingeniería.

### **3.3.5. Utilidad**

Es el margen que obtendrá la empresa si se llevan desde el principio los controles necesarios para construir el proyecto en el tiempo pactado y con el costo mínimo sin sacrificar la calidad de la obra.

### **3.3.6. Financiamiento**

Porcentaje estimado para la generación de intereses de algún financiamiento obtenido para realizar el proyecto u obra.

Figura 31. **Administración y supervisión del proyecto**



Fuente: Albiz, México. <http://www.arquitectosyconstructores.com/rvaliente/fase1.html>. Consulta: octubre de 2017.

### **3.3.7. Prestaciones laborales**

Son los costos que representan las recompensas monetarias presentes o futuras para un empleado, que no se deducen de su sueldo ni las paga el interesado, sino el patrono es el obligado a pagarlas. En Guatemala son consideradas como prestaciones las siguientes:

- Bono 14
- Aguinaldo
- Indemnización
- Vacaciones

### **3.4. Integración de costos con el sistema tradicional de mampostería**

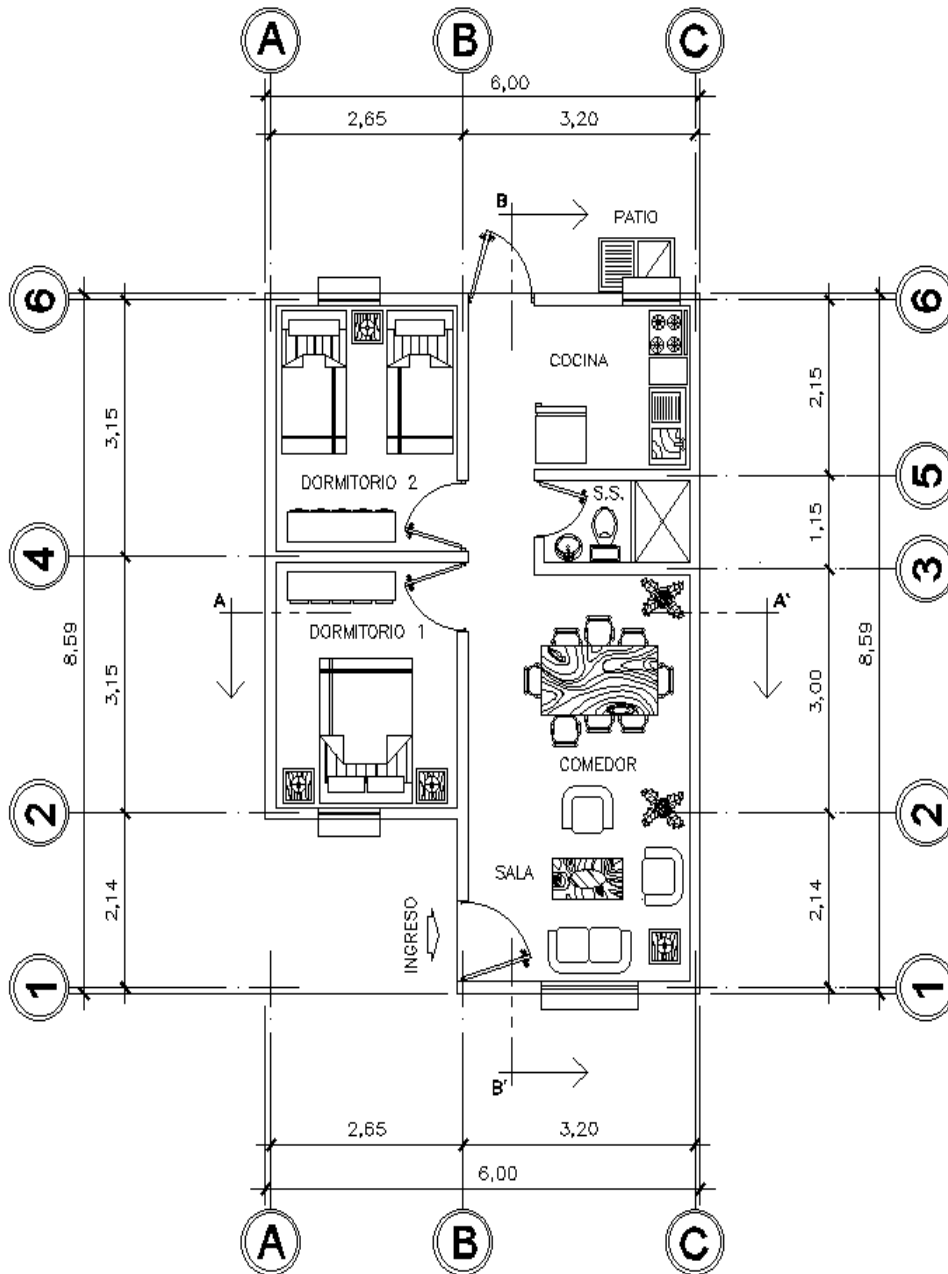
Antes de realizar la integración de costos de la vivienda, es importante conocer el proyecto desde su inicio hasta que este finaliza. Entre los diferentes pasos para realizar una integración de costos se encuentran:

- Cuantificar en planos las cantidades de trabajo.
- Clasificar las diferentes cantidades de trabajo necesarias para realizar una cuantificación de materiales y mano de obra.
- Calcular el pago de mano de obra a utilizar.
- Cotizar los diferentes materiales para integrarlos al presupuesto.
- Determinar los costos indirectos, estos costos son la mano de obra calificada que supervisará las construcciones, así como el mobiliario y equipo que se utiliza.
- Realizar un esquema de tiempo, para el desarrollo del proyecto.
- Se inicia la construcción de la vivienda.

Para la construcción de una vivienda con el sistema de mampostería, se deben ejecutar diferentes actividades o trabajos durante su elaboración; zanjeo del terreno, armado de estructuras (cimiento corrido, columnas, soleras, losa), fundición con concreto, levantado de muros, armado de formaletas con madera, colocación e instalaciones (drenajes, plomería, electricidad), resane de obra gris, cernido en losa, colocación de puertas y ventanas, repello en muros, texturizado en muros. Para observar de forma más clara un análisis financiero del sistema tradicional de mampostería y el sistema constructivo megacasa 2g, es necesario realizarlo de un solo proyecto, en este caso una vivienda con los dos sistemas mencionados. A continuación se presenta la planta arquitectónica y acotada, de la cual se obtiene dicho análisis de acuerdo a los costos que conlleva dicha

vivienda tanto en mano de obra y materiales. El área a construir es de 46,00 metros cuadrados.

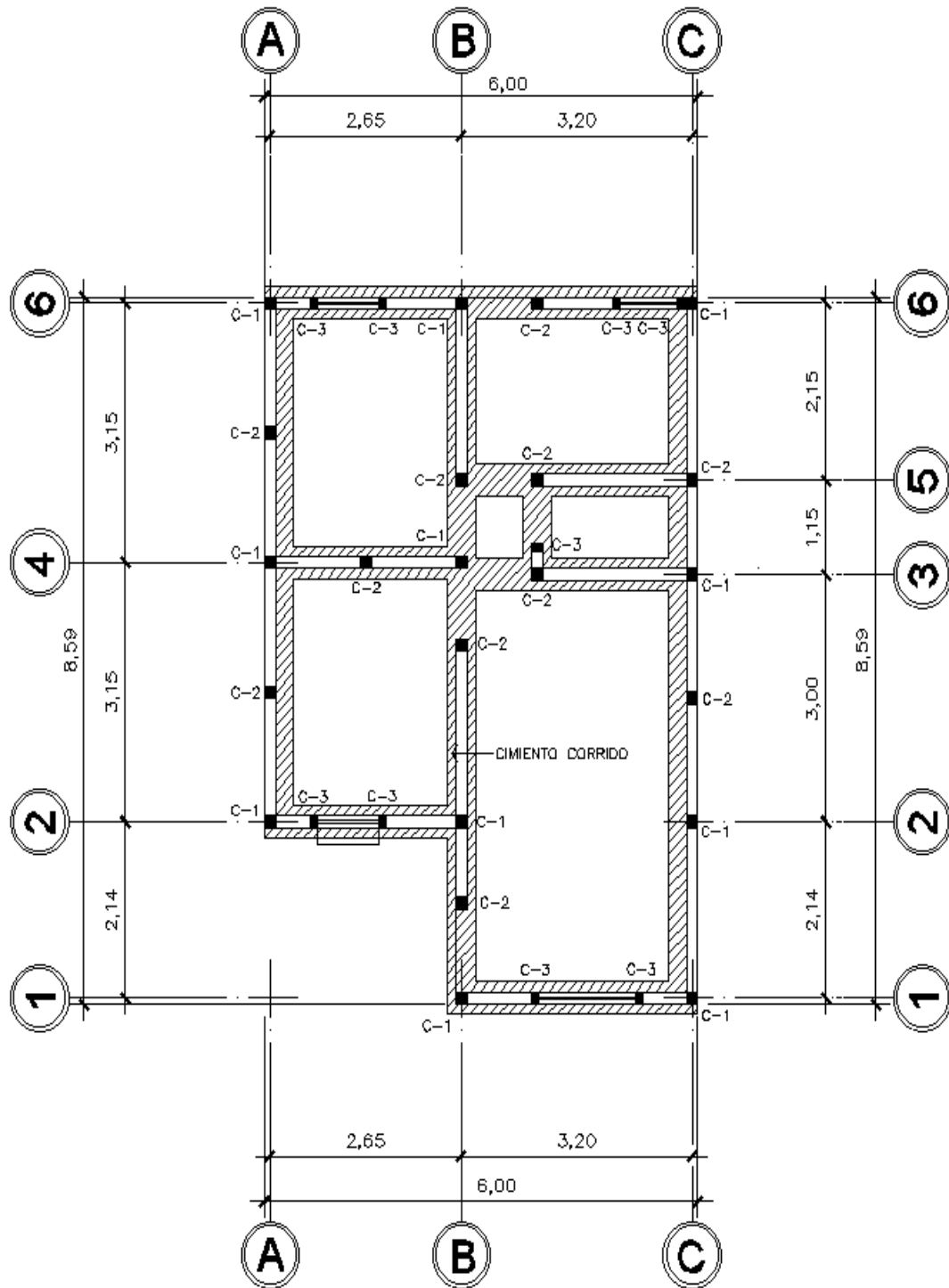
Figura 32. **Planta arquitectónica de casa el Ceibal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

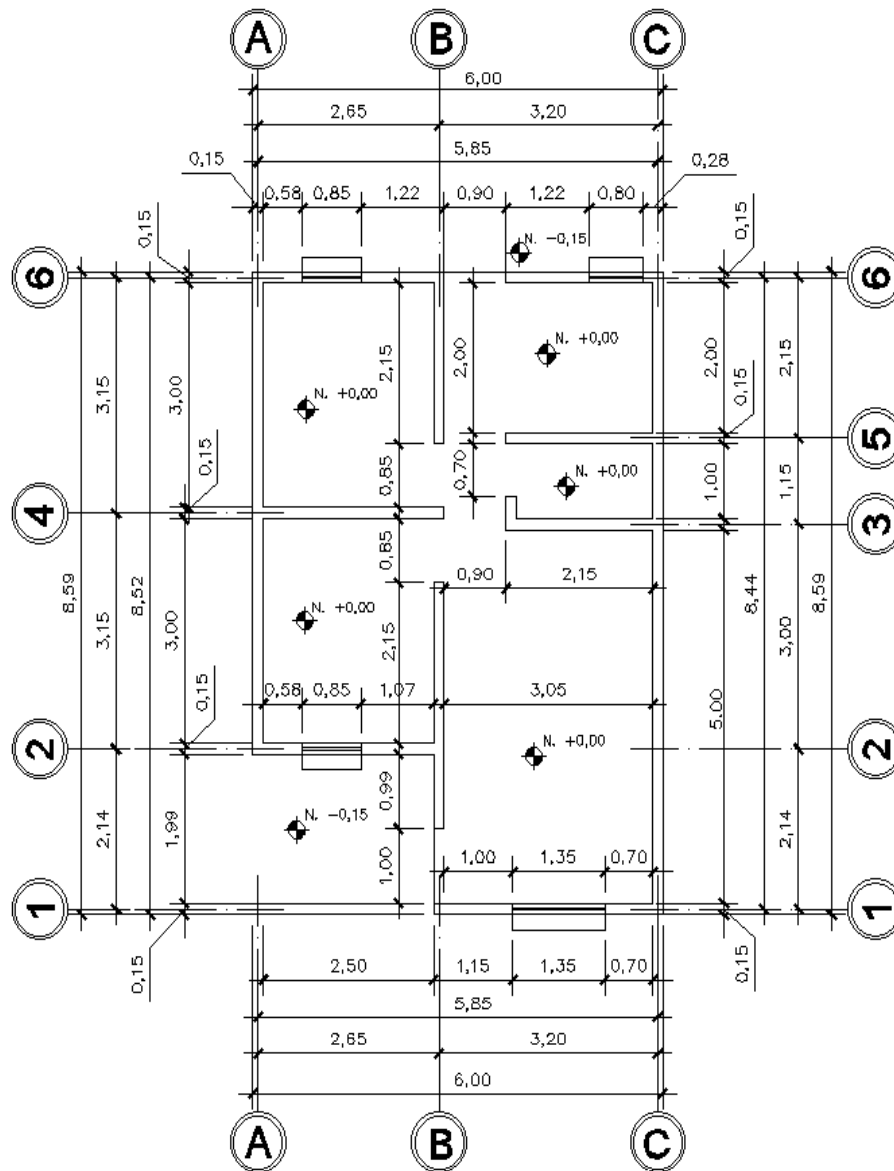


Figura 33. Planta de cimiento y columnas modulación 2g



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 34. Planta acotada de casa el Ceibal



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

En la tabla XVII se muestra la cuantificación de los materiales necesarios para la construcción de la vivienda con el sistema tradicional de mampostería, cada renglón contiene un detalle de los materiales que se utilizan, estos vienen junto con su precio que se encuentra en el mercado actual del ámbito de la construcción, (septiembre 2018).

Tabla XVII. **Cuantificación de materiales utilizando el sistema tradicional de mampostería**

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>	ml	50,00		Q. 1 197,00
<b>1.1</b>	<b>Trazo y puenteadado</b>	ml	50,00		Q. 1 197,00
	Reglas 2"x2"x18´	u	8	Q. 57,00	Q. 456,00
	Reglas 2"x3"x18´	u	9	Q. 76,00	Q. 684,00
	Hilo plástico	rollo	1	Q. 35,00	Q. 35,00
	Clavos de 3"	lb	4	Q. 5,50	Q. 22,00
<b>2</b>	<b>Estructuras</b>				Q. 40 930,00
<b>2.1</b>	<b>Cimiento corrido 0,20x0,40- 3 núm. 3 + esl. núm. 2 @ 0,15</b>	ml	50,00		Q. 4455,00
	Cemento	saco	39	Q. 74,00	Q. 2 886,00
	Arena de río	m3	2,50	Q. 115,00	Q. 287,50
	Piedrín	m3	2,50	Q. 225,00	Q. 562,50
	Varilla núm. 2 - eslabones-	u	28	Q. 7,50	Q. 210,00
	Varilla núm. 3	u	28	Q. 15,50	Q. 434,00
	Alambre de amarre	lb	15	Q. 5,00	Q. 75,00
<b>2.2</b>	<b>Soleras</b>	ml	140,00		Q. 7 118,50
<b>2.21</b>	<b>Solera hidrófuga -0,15x0,20- 4 núm. 3 + est. núm. 2 @0,15</b>	ml	50,00		Q. 2 482,50
	Cemento	saco	16	Q. 74,00	Q. 1 184,00
	Arena de río	m3	1	Q. 115,00	Q. 115,00
	Piedrín	m3	1	Q. 225,00	Q. 225,00
	Varilla núm. 2 - estribos-	u	38	Q. 7,50	Q. 285,00
	Varilla núm. 3	u	37	Q. 15,50	Q. 573,50
	Alambre de amarre	lb	20	Q. 5,00	Q. 100,00
<b>2.22</b>	<b>Solera intermedia -0,15x0,20- 4 núm. 3 + est. núm. 2 @ 0,15</b>	ml	40,00		Q. 2 153,50
	Cemento	saco	14	Q. 74,00	Q. 1 036,00
	Arena de río	m3	1	Q. 115,00	Q. 115,00
	Piedrín	m3	1	Q. 225,00	Q. 225,00
	Varilla núm. 2 - estribos-	u	31	Q. 7,50	Q. 232,50
	Varilla núm. 3	u	30	Q. 15,50	Q. 465,00
	Alambre de amarre	lb	16	Q. 5,00	Q. 80,00

Continuación de la tabla XVII.

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>2.23</b>	<b>Solera corona -0,15x0,20- 4 núm. 3 + est. núm. 2 @ 0,15</b>	ml	50,00		Q. 2 482,50
	Cemento	saco	16	Q. 74,00	Q. 1 184,00
	Arena de río	m3	1	Q. 115,00	Q. 115,00
	Piedrín	m3	1	Q. 225,00	Q. 225,00
	Varilla núm. 2 - estribos-	u	38	Q. 7,50	Q. 285,00
	Varilla núm. 3	u	37	Q. 15,50	Q. 573,50
	Alambre de amarre	lb	20	Q. 5,00	Q. 100,00
<b>2.3</b>	<b>Sillares y dinteles</b>	ml	13,50		Q. 1 245,50
<b>2.31</b>	<b>Sillares y dinteles de ventanas</b>	ml	9,00		Q. 693,00
	Cemento	saco	5	Q. 74,00	Q. 370,00
	Arena de río	m3	0,50	Q. 115,00	Q. 57,50
	Piedrín	m3	0,50	Q. 225,00	Q. 112,50
	Varilla núm. 2 - estribos-	u	6	Q. 7,50	Q. 45,00
	Varilla núm. 3	u	6	Q. 15,50	Q. 93,00
	Alambre de amarre	lb	3	Q. 5,00	Q. 15,00
<b>2.32</b>	<b>Dinteles de puertas</b>	ml	4,50		Q. 552,50
	Cemento	saco	4	Q. 74,00	Q. 296,00
	Arena de río	m3	0,50	Q. 115,00	Q. 57,50
	Piedrín	m3	0,50	Q. 225,00	Q. 112,50
	Varilla núm. 2 - estribos-	u	4	Q. 7,50	Q. 30,00
	Varilla núm. 3	u	3	Q. 15,50	Q. 46,50
	Alambre de amarre	lb	2	Q. 5,00	Q. 10,00
<b>2.4</b>	<b>Levantado de muros</b>	m2	126,00		Q. 7 919,50
<b>2.41</b>	<b>Muro de cimentación block 14x19x39</b>	m2	20,00		Q. 1 279,50
	Block 14x19x39	u	250	Q. 4,00	Q. 1 000,00
	Cemento	saco	3	Q. 74,00	Q. 222,00
	Arena de río	m3	0,50	Q. 115,00	Q. 57,50
<b>2.42</b>	<b>Muro de block 14x19x39</b>	m2	106,00		Q. 6 640,00
	Block 14x19x39	u	1 325	Q. 4,00	Q. 5 300,00
	Cemento	saco	15	Q. 74,00	Q. 1 110,00
	Arena de río	m3	2	Q. 115,00	Q. 230,00

Continuación de la tabla XVII.

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>2.5</b>	<b>Columnas</b>	ml	120,00		Q. 6 191,50
<b>2.51</b>	<b>Columna C1 -0,15x0,15- 4 núm. 4 + est. núm. 2 @ 0,15</b>	ml	44,00		Q. 2 735,00
	Cemento	saco	14	Q. 74,00	Q. 1 036,00
	Arena de río	m3	1	Q. 115,00	Q. 115,00
	Piedrín	m3	1	Q. 225,00	Q. 225,00
	Varilla núm. 2 - estribos-	u	28	Q. 7,50	Q. 210,00
	Varilla núm. 4	u	32	Q. 32,00	Q. 1 024,00
	Alambre de amarre	lb	25	Q. 5,00	Q. 125,00
<b>2.52</b>	<b>Columna C2 -0,15x0,15- 4 núm. 3 + est. núm. 2 @ 0,15</b>	ml	44,00		Q. 2 167,00
	Cemento	saco	14	Q. 74,00	Q. 1 036,00
	Arena de río	m3	1	Q. 115,00	Q. 115,00
	Piedrín	m3	1	Q. 225,00	Q. 225,00
	Varilla núm. 2 - estribos-	u	28	Q. 7,50	Q. 210,00
	Varilla núm. 3	u	32	Q. 15,50	Q. 496,00
	Alambre de amarre	lb	17	Q. 5,00	Q. 85,00
<b>2.53</b>	<b>Columna C3 -0,10x0,15- 2 núm. 3 + est. núm. 2 @ 0,15</b>	ml	32,00		Q. 1 289,50
	Cemento	saco	9	Q. 74,00	Q. 666,00
	Arena de río	m3	1	Q. 115,00	Q. 115,00
	Piedrín	m3	1	Q. 225,00	Q. 225,00
	Varilla núm. 2 - eslabón-	u	7	Q. 7,50	Q. 52,50
	Varilla núm. 3	u	12	Q. 15,50	Q. 186,00
	Alambre de amarre	lb	9	Q. 5,00	Q. 45,00
<b>2.6</b>	<b>Techo</b>	m2	53,00		Q. 14 000,00
<b>2.61</b>	<b>Losa armada de concreto alisado t=0,12 mt con refuerzo</b>				Q. 14 000,00
	Cemento	saco	61	Q. 74,00	Q. 4 514,00
	Arena de río	m3	4	Q. 115,00	Q. 460,00
	Piedrín	m3	4	Q. 225,00	Q. 900,00
	Varilla núm. 3	u	96	Q. 15,50	Q. 1 488,00
	Alambre de amarre	lb	36	Q. 5,00	Q. 180,00

Continuación de la tabla XVII.

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
	Tablas 1"x12"x19´	u	30	Q. 90,00	Q. 2 700,00
	Tendales 3"x2"x19´	u	8	Q. 76,00	Q. 608,00
	Parales 3"x4"x19´	u	25	Q. 126,00	Q. 3 150,00
<b>3</b>	<b>Instalaciones</b>	global	1		Q. 11 035,90
<b>3.1</b>	<b>Instalación hidráulica</b>	global	1		Q. 2 049,60
	Tubo PVC de Ø ½"	u	5	Q. 20,00	Q. 100,00
	Codo PVC de Ø ½"	u	12	Q. 2,00	Q. 24,00
	Tee PVC de ½"	u	6	Q. 2,00	Q. 12,00
	Tapón liso hembra PVC ½"	u	2	Q. 1,80	Q. 3,60
	Contador	u	1	Q. 360,00	Q. 360,00
	Llave de compuerta	u	1	Q. 45,00	Q. 45,00
	Llave de cheque	u	1	Q. 50,00	Q. 50,00
	Inodoro ecoline	u	1	Q. 500,00	Q. 500,00
	Lavamanos en pared ecoline	u	1	Q. 400,00	Q. 400,00
	Ducha ecoline	u	1	Q. 300,00	Q. 300,00
	Pegamento tangit	¼ gal	1	Q. 115,00	Q. 115,00
	Rollos de teflón	u	10	Q. 3,50	Q. 35,00
	Lija núm. 100	u	3	Q. 5,00	Q. 15,00
	Chorro	u	2	Q. 45,00	Q. 90,00
<b>3.2</b>	<b>Instalaciones sanitarias</b>	global	1		Q. 3 132,20
	Tubo PVC de Ø 3"	u	4	Q. 256,00	Q. 1 024,00
	Tubo PVC de Ø 2"	u	1	Q. 115,00	Q. 115,00
	Codo 90° PVC de Ø 3"	u	5	Q. 60,00	Q. 300,00
	Codo 45° PVC de Ø 3"	u	4	Q. 60,25	Q. 241,00
	Codo 90° PVC de Ø 2"	u	1	Q. 12,00	Q. 12,00
	Tee PVC de Ø 3"	u	3	Q. 68,50	Q. 205,50
	Yee PVC de Ø 3"	u	2	Q. 113,60	Q. 227,20
	Sifón Ø 2"	u	1	Q. 62,50	Q. 62,50
	Reductor de Ø 3" a Ø 2"	u	1	Q. 10,00	Q. 10,00
	Caja de registro	u	1	Q. 310,00	Q. 310,00
	Trampa de grasa	u	1	Q. 625,00	Q. 625,00

Continuación de la tabla XVII.

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>3.3</b>	<b>Instalaciones pluviales</b>	global	1		Q. 2 330,50
	Tubo PVC de Ø 3"	u	5	Q. 256,00	Q. 1 280,00
	Codo 90° PVC de Ø 3"	u	7	Q. 60,00	Q. 420,00
	Tee PVC de Ø 3"	u	3	Q. 68,50	Q. 205,50
	Pegamento tangit	¼ gal	1	Q. 115,00	Q. 115,00
	Caja de registro	u	1	Q. 310,00	Q. 310,00
<b>3.4</b>	<b>Instalación eléctrica</b>	global	1		Q. 2 512,40
	Ducto eléctrico Ø ¾"	tubo 3m	14	Q. 17,40	Q. 243,60
	Alambre núm. 12 AWG negro	ml	35	Q. 4,00	Q. 140,00
	Alambre núm. 12 AWG rojo	ml	35	Q. 4,00	Q. 140,00
	Plafonera	u	7	Q. 7,00	Q. 49,00
	Foco 75 watts	u	7	Q. 4,00	Q. 28,00
	Caja octogonal	u	7	Q. 6,40	Q. 44,80
	Lámpara en pared	u	2	Q. 200,00	Q. 400,00
	Switch sencillo	u	5	Q. 10,00	Q. 50,00
	Switch doble	u	2	Q. 16,00	Q. 32,00
	Tablero de 2 flipones	u	1	Q. 85,00	Q. 85,00
	Contador eléctrico	u	1	Q. 1 300,00	Q. 1 300,00
<b>3.5</b>	<b>Instalación fuerza</b>	global	1		Q. 1 011,20
	Ducto eléctrico ¾"	tubo 3m	13	Q. 17,40	Q. 226,20
	Alambre núm. 12 AWG negro	ml	35	Q. 4,00	Q. 140,00
	Alambre núm. 12 AWG rojo	ml	35	Q. 4,00	Q. 140,00
	Tomacorriente 110 v	u	8	Q. 15,00	Q. 120,00
	Tomacorriente 220 v	u	1	Q. 40,00	Q. 40,00
	Caja rectangular	u	9	Q. 5,00	Q. 45,00
	Accesorio entrada acometida (calavera)	u	1	Q. 300,00	Q. 300,00
<b>4</b>	<b>Acabados</b>	m2	360,00		Q. 17 150,00
<b>4.1</b>	<b>Alisado monocapa - paredes y cielo -</b>	m2	255,00		Q. 2 065,00
	Monocapa blanco (40 kg)	saco	35	Q. 59,00	Q. 2 065,00

Continuación de la tabla XVII.

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>4.2</b>	<b>Piso de concreto alisado t=0,12 mt sin refuerzo</b>	m2	46,00		Q. 4 720,00
	Cemento	saco	50	Q. 74,00	Q. 3 700,00
	Arena de río	m3	3	Q. 115,00	Q. 345,00
	Piedrín	m3	3	Q. 225,00	Q. 675,00
<b>4.3</b>	<b>Piso cerámico y azulejo</b>	m2	59		Q. 4 415,00
	Piso cerámico	m2	46	Q. 70,00	Q. 3 220,00
	Azulejo	m2	13	Q. 55,00	Q. 715,00
	Mezclón de pega	bolsa	16	Q. 30,00	Q. 480,00
<b>4.4</b>	<b>Ventanería</b>	global	1		Q. 1 450,00
	Ventana de aluminio mil finish y vidrio claro (0,85x1,10)	u	2	Q. 300,00	Q. 600,00
	Ventana de aluminio mil finish y vidrio claro (1,22x1,10)	u	1	Q. 400,00	Q. 400,00
	Ventana de aluminio mil finish y vidrio claro (1,35x1,10)	u	1	Q. 450,00	Q. 450,00
<b>4.5</b>	<b>Puertas</b>	global	1		Q. 4 500,00
	Puerta de MDF dormitorios (0,85x2,10)	u	2	Q. 550,00	Q. 1 100,00
	Puerta de MDF baño (0,70x2,10)	u	1	Q. 500,00	Q. 500,00
	Puerta metálica ingreso (1,00x2,10)	u	1	Q. 1 500,00	Q. 1 500,00
	Puerta metálica patio (0,90x2,10)	u	1	Q. 1 400,00	Q. 1 400,00
			<b>Total</b>		<b>Q. 70 312,90</b>

Fuente: elaboración propia.

Total de materiales de construcción = Q. 70 312,90

Los precios utilizados para la integración de costo de materiales son tomados de la cámara de la construcción (septiembre 2018).



Tabla XVIII. **Resumen de costos utilizando el sistema tradicional de mampostería**

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL	TOTAL SIN IVA
1	Preliminares	ml	50,00	Q. 1 197,00	Q. 1 068,75
2	Cimiento corrido	ml	50,00	Q. 4 455,00	Q. 3 977,68
3	Soleras	ml	140,00	Q. 7 118,50	Q. 6 355,80
4	Sillares y dinteles	ml	13,50	Q. 1 245,50	Q. 1 112,05
5	Levantado de muros	m2	126,00	Q. 7 919,50	Q. 7 070,98
6	Columnas	ml	120,00	Q. 6 191,50	Q. 5 528,13
7	Losa armada con refuerzo	m2	53,00	Q. 14 000,00	Q. 12 500,00
8	Instalación hidráulica	global	1	Q. 2 049,60	Q. 1 830,00
9	Instalaciones sanitarias	global	1	Q. 3 132,20	Q. 2 796,61
10	Instalaciones pluviales	global	1	Q. 2 330,50	Q. 2 080,80
11	Instalación eléctrica	global	1	Q. 2 512,40	Q. 2 243,21
12	Instalación fuerza	global	1	Q. 1 011,20	Q. 902,86
13	Acabados	m2	360,00	Q. 17 150,00	Q. 15 312,50
<b>Total</b>				<b>Q. 70 312,90</b>	<b>Q. 62 779,38</b>

Fuente: elaboración propia.

Los precios utilizados para la integración de costo de materiales son tomados de la cámara de la construcción (septiembre 2018).

Para lo que se refiere al costo de mano de obra para dicha vivienda, se hace un resumen el cual se redondea la cantidad por aquello de imprevistos que ocurren en toda obra civil.

A continuación en la tabla XIX se muestra el costo de mano de obra de la vivienda utilizando el sistema de mampostería, cada renglón contiene un detalle del trabajo que se va a realizar, estos vienen con su precio actual en el mercado del ámbito de la construcción, (septiembre 2018).

Tabla XIX. **Costo de mano de obra utilizando el sistema tradicional de mampostería**

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>				Q. 1 485,00
	Limpieza y chapeo	m2	46	Q. 12,00	Q. 552,00
	Nivelación	m2	46	Q. 10,50	Q. 483,00
	Trazo y punteado	ml	50	Q. 9,00	Q. 450,00
<b>2</b>	<b>Excavaciones y relleno</b>				Q. 1 279,74
	Excavación en terreno	m3	24	Q. 36,00	Q. 864,00
	Relleno apisonado con capas	m3	10	Q. 41,00	Q. 415,74
<b>3</b>	<b>Cimiento corrido</b>				Q. 1 397,80
	Armado	ml	50	Q. 21,00	Q. 1 050,00
	Eslabones núm. 2	u	335	Q. 0,15	Q. 50,30
	Mezcla y colocación de concreto	m3	4,25	Q. 70,00	Q. 297,50
<b>4</b>	<b>Soleras</b>				Q. 2 462,77
<b>4.1</b>	<b>Solera hidrófuga</b>				Q. 814,87
	Estribos núm. 2	u	335	Q. 0,35	Q. 117,37
	Armadura	ml	50	Q. 7,00	Q. 350,00
	Mezcla y colocación de concreto	m3	2	Q. 70,00	Q. 122,50
	Encofrado	ml	50	Q. 4,50	Q. 225,00
<b>4.2</b>	<b>Solera intermedia</b>				Q. 808,03
	Estribos núm. 2	u	269	Q. 0,35	Q. 94,03
	Armadura	ml	40	Q. 10,00	Q. 400,00
	Mezcla y colocación de concreto	m3	2	Q. 76,00	Q. 114,00
	Encofrado	ml	40	Q. 5,00	Q. 200,00
<b>4.3</b>	<b>Solera corona</b>				Q. 839,87
	Estribos núm. 2	u	335	Q. 0,35	Q. 117,37
	Armadura	ml	50	Q. 7,00	Q. 350,00
	Mezcla y colocación de concreto	m3	2	Q. 70,00	Q. 122,50
	Encofrado	ml	50	Q. 5,00	Q. 250,00

Continuación de la tabla XIX.

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>5</b>	<b>Sillares y dinteles</b>				Q. 264,90
<b>5.1</b>	<b>Sillares y dinteles de ventanas</b>				Q. 164,70
	Estribos núm. 2	u	62	Q. 0,35	Q. 21,70
	Armadura	ml	9	Q. 7,00	Q. 63,00
	Mezcla y colocación de concreto	m3	0,50	Q. 70,00	Q. 35,00
	Encofrado	ml	9	Q. 5,00	Q. 45,00
<b>5.2</b>	<b>Dintel de puertas</b>				Q. 100,20
	Estribos núm. 2	u	32	Q. 0,35	Q. 11,20
	Armadura	ml	5	Q. 7,00	Q. 31,50
	Mezcla y colocación de concreto	m3	0,50	Q. 70,00	Q. 35,00
	Encofrado	ml	5	Q. 5,00	Q. 22,50
<b>6</b>	<b>Levantado de muros</b>				Q. 6 375,00
	Levantado de muros	m2	126	Q. 50,00	Q. 6 300,00
	Mezcla y colocación de mortero	m3	1,50	Q. 50,00	Q. 75,00
<b>7</b>	<b>Columnas</b>				Q. 2 079,03
<b>7.1</b>	<b>Columnas C1</b>				Q. 780,37
	Estribos núm. 2	u	295	Q. 0,35	Q. 103,37
	Armadura	ml	44	Q. 8,00	Q. 352,00
	Mezcla y colocación de concreto	m3	1,50	Q. 70,00	Q. 105,00
	Encofrado	ml	44	Q. 5,00	Q. 220,00
<b>7.2</b>	<b>Columnas C2</b>				Q. 780,37
	Estribos núm. 2	u	295	Q. 0,35	Q. 103,37
	Armadura	ml	44	Q. 8,00	Q. 352,00
	Mezcla y colocación de concreto	m3	1,50	Q. 70,00	Q. 105,00
	Encofrado	ml	44	Q. 5,00	Q. 220,00
<b>7.3</b>	<b>Columnas C3</b>				Q. 518,30
	Eslabones núm. 2	u	215	Q. 0,15	Q. 32,30
	Armadura	ml	32	Q. 8,00	Q. 256,00
	Mezcla y colocación de concreto	m3	1	Q. 70,00	Q. 70,00
	Encofrado	ml	32	Q. 5,00	Q. 160,00

Continuación de la tabla XIX.

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>8</b>	<b>Losa armada con refuerzo</b>				Q. 4 351,25
	Armado	m2	53	Q. 45,00	Q. 2 385,00
	Entarimado y colocación de parales	m2	53	Q. 25,00	Q. 1 325,00
	Mezcla y colocación de concreto	m3	7	Q. 95,00	Q. 641,25
<b>9</b>	<b>Instalación hidráulica</b>				Q. 1 290,00
	Colocación tubería de Ø ½"	ml	30	Q. 7,00	Q. 210,00
	Instalación de accesorios de Ø ½"	u	20	Q. 4,00	Q. 80,00
	Colocación acometida	u	1	Q. 550,00	Q. 550,00
	Colocación de inodoro con accesorios	u	1	Q. 125,00	Q. 125,00
	Colocación de lavamanos con accesorios	u	1	Q. 125,00	Q. 125,00
	Instalación de ducha completa	u	1	Q. 150,00	Q. 150,00
	Colocación de chorros	u	2	Q. 25,00	Q. 50,00
<b>10</b>	<b>Instalación sanitaria</b>				Q. 890,00
	Colocación de tubería	u	5	Q. 65,00	Q. 325,00
	Instalación de accesorios	u	17	Q. 20,00	Q. 340,00
	Colocación caja de registro	u	1	Q. 100,00	Q. 100,00
	Colocación trampa de grasa	u	1	Q. 125,00	Q. 125,00
<b>11</b>	<b>Instalación pluvial</b>				Q. 575,00
	Colocación de tubería	u	5	Q. 65,00	Q. 325,00
	Instalación de accesorios	u	10	Q. 15,00	Q. 150,00
	Colocación caja de registro	u	1	Q. 100,00	Q. 100,00
<b>12</b>	<b>Instalación eléctrica</b>				Q. 725,00
	Colocación de tablero a flipones	u	1	Q. 200,00	Q. 200,00
	Colocación de plafonera más accesorios	u	7	Q. 75,00	Q. 525,00
<b>13</b>	<b>Instalación fuerza</b>				Q. 675,00
	Colocación de tomacorrientes más accesorios	u	9	Q. 75,00	Q. 675,00

Continuación de la tabla XIX.

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>14</b>	<b>Acabados</b>				Q. 8 852,50
<b>14.1</b>	<b>Acabados en paredes y cielo</b>				Q. 6 375,00
	Colocación alisado monocapa	m2	255	Q. 25.00	Q. 6 375,00
<b>14.2</b>	<b>Acabado en pisos</b>				Q. 2 477,50
	Mezcla y colocación piso de concreto	m3	6	Q. 75.00	Q. 412,50
	Instalación de piso cerámico	m2	46	Q. 35.00	Q. 1 610,00
	Instalación de azulejo	m2	13	Q. 35.00	Q. 455,00
			<b>Total</b>		<b>Q. 32 702,99</b>
*Observaciones: las instalaciones de puertas y ventanas se encuentran incluidas en el costo de las mismas.					

Fuente: elaboración propia.

Total de mano de obra = Q. 32 702,99

Los precios utilizados para la integración de mano de obra son tomados de la cámara de la construcción (septiembre 2018).

### **3.4.1. Prestaciones para el sistema tradicional de mampostería**

Se debe tomar en cuenta que todos los trabajadores, independientemente del trato que se realice con ellos, tienen derecho a las prestaciones del promedio del salario que este percibió durante el año.

A continuación se describen las relaciones porcentuales en base a lo que se estipula en la Ley en el Código de Trabajo, lo cual le corresponde a todo trabajador en Guatemala:

Para las prestaciones se debe de tomar en cuenta

Año 2018 = 365 días

Jornada ordinaria, 8 h/día

Tabla XX. **Cálculo de prestaciones para el sistema tradicional de mampostería**

<b>ASUETOS</b>	
01-ene	1
Semana Santa	2,5
01-may	1
30-jun	1
15-sep	1
20-oct	1
01-nov	1
24-dic	0,5
25-dic	1
31-dic	0,5
<b>Total</b>	<b>10,5</b>

<b>DÍAS NO TRABAJADOS</b>	
Feriado	1
Sábados medio día	26
Domingos	52
Vacaciones	15
<b>Total</b>	<b>94</b>

<b>CÁLCULO % DE PRESTACIONES</b>			
<b>Núm.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Relación de días</b>	<b>Porcentaje</b>
1	Días no trabajados	105/365	28,77 %
2	Indemnización	30/365	8,22 %
3	Aguinaldo	30/365	8,22 %
4	Bono 14	30/365	8,22 %
5	IGSS	de ley	10,67 %
6	Intecap	de ley	1,00 %
7	Irtra	de ley	1,00 %
Total % anual			66,09 %
Total % mensual			5,51 %
Total % diario			0,18 %

Fuente: elaboración propia.

La construcción de la vivienda con el sistema tradicional de mampostería está planificada para tres meses. Se usará una regla de tres para tener el factor real de prestaciones que se utilizará.

$$\% Prestaciones = \frac{66,09 \% \times 3 \text{ meses}}{12 \text{ meses}} = 16,52 \%$$

Este porcentaje de prestaciones será multiplicado por la mano de obra.

Tabla XXI. **Resumen de mano de obra utilizando el sistema tradicional de mampostería**

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL	PRECIO CON FACTOR
1	Preliminares	ml	50,00	Q. 1 485,00	Q. 1 722,60
2	Excavación y relleno	ml	50,00	Q. 1 279,74	Q. 1 484,50
3	Cimiento corrido	ml	50,00	Q. 1 397,80	Q. 1 621,45
4	Soleras	ml	140,00	Q. 2 462,77	Q. 2 856,81
5	Sillares y dinteles	ml	13,50	Q. 264,90	Q. 307,28
6	Levantado de muros	m2	126,00	Q. 6 375,00	Q. 7 395,00
7	Columnas	ml	120,00	Q. 2 079,03	Q. 2 411,68
8	Losa armada con refuerzo	m2	53,00	Q. 4 351,25	Q. 5 047,45
9	Instalación hidráulica	global	1	Q. 1 290,00	Q. 1 496,40
10	Instalaciones sanitarias	global	1	Q. 890,00	Q. 1 032,40
11	Instalaciones pluviales	global	1	Q. 575,00	Q. 667,00
12	Instalación eléctrica	global	1	Q. 725,00	Q. 841,00
13	Instalación fuerza	global	1	Q. 675,00	Q. 783,00
14	Acabados	m2	360,00	Q. 8 852,50	Q. 10 268,90
				<b>Q. 32 702,99</b>	<b>Q. 37 935,47</b>

Fuente: elaboración propia.

Los precios utilizados para la integración de mano de obra son tomados de la cámara de la construcción (septiembre 2018).

Con la cuantificación de materiales y el costo de mano de obra, se procede a obtener el costo directo de la vivienda de 45,85 metros cuadrados, sumando el costo de materiales y mano de obra.

Tabla XXII. **Costo directo de vivienda con el sistema de mampostería**

Núm.	Descripción	Costo directo
1	Materiales sin IVA	Q. 62 779,38
2	Mano de obra	Q. 37 935,47
	<b>Total</b>	Q. 100 714,84

Fuente: elaboración propia.

A continuación se multiplica el factor indirecto por el valor del costo directo del proyecto, para conocer el precio de la vivienda.

Tabla XXIII. **Porcentajes del factor indirecto**

Núm.	Descripción	Porcentaje
1	Administrativos	5 % - 10 %
2	Oficina en obra	2 % - 3 %
3	Imprevistos	3 % - 5 %
4	Financiamiento	2 % - 3 %
5	Fianza y seguro	2 % - 5 %
6	Utilidad	10 % - 20 %
7	IVA	12 %
8	ISR	7 %

Fuente: elaboración propia.



Observaciones: como se trata de una construcción de una vivienda pequeña, solo se tomaron en cuenta los factores indirectos de ley y los necesarios en la ejecución del proyecto.

Tabla XXIV. **Sumatoria % factor indirecto**

Núm.	Descripción	Porcentaje
1	Imprevistos	5 %
2	Utilidad	12 %
3	IVA	12 %
4	ISR	7 %
	<b>Total</b>	<b>36,00 %</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Precio total de vivienda utilizando el sistema tradicional de mampostería**

Núm.	Descripción	Costos
1	Costo directo	Q. 100 714,84
2	Costo indirecto	Q. 36 257,34
	<b>Precio total</b>	<b>Q. 136 972,19</b>

Fuente: elaboración propia.

El precio total de la vivienda utilizando para su construcción el sistema tradicional de mampostería es de: Q. 136 972,19

Los precios utilizados para la integración de costo de materiales son tomados de la cámara de la construcción (septiembre 2018).

### 3.5. Integración de costos con el sistema constructivo megacasa 2g

En la siguiente tabla se puede observar el costo actual de los materiales necesarios para la construcción de la vivienda con el sistema constructivo megacasa 2g, (septiembre 2018).

Tabla XXVI. **Costo de materiales utilizando el sistema constructivo megacasa 2g**

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL	TOTAL SIN IVA
1	Preliminares	ml	50,00	Q. 1 197,00	Q. 1 068,75
2	Cimentación	ml	50,00	Q. 9 150,00	Q. 8 169,64
3	Construmuro 2g, columnas y soleras	m2	130,00	Q. 17 796,00	Q. 15 889,29
4	Megalosa 2g	m2	53,00	Q. 8 707,00	Q. 7 774,11
5	Instalación hidráulica	global	1	Q. 2 049,60	Q. 1 830,00
6	Instalaciones sanitarias	global	1	Q. 3 132,20	Q. 2 796,61
7	Instalaciones pluviales	global	1	Q. 2 330,50	Q. 2 080,80
8	Instalación eléctrica	global	1	Q. 2 512,40	Q. 2 243,21
9	Instalación fuerza	global	1	Q. 1 011,20	Q. 902,86
10	Acabados	m2	360,00	Q. 17 150,00	Q. 15 312,50
<b>Total</b>				<b>Q. 65 035,90</b>	<b>Q. 58 067,77</b>

Fuente: elaboración propia. Software de computación. Excel 2013.

Total de materiales de construcción = Q. 65 035,90

Los precios utilizados para la integración de costo de materiales son tomados de la cámara de la construcción (septiembre 2018).

A continuación en la tabla XXVII se muestra el costo de mano de obra de la vivienda utilizando el sistema constructivo megacasa 2g.

Tabla XXVII. **Costo de mano de obra utilizando el sistema constructivo megacasa 2g**

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL	PRECIO CON FACTOR
1	Preliminares	ml	50,00	Q. 1 485,00	Q. 1 648,35
2	Excavación y relleno	ml	50,00	Q. 1 279,74	Q. 1 420,51
3	Cimentación	ml	50,00	Q. 1 125,00	Q. 1 248,75
4	Construmuro 2g, columnas y soleras	m2	130,00	Q. 8 975,00	Q. 9 962,25
5	Megalosa 2g	m2	53,00	Q. 3 505,00	Q. 3 890,55
6	Instalación hidráulica	global	1	Q. 1 290,00	Q. 1 431,90
7	Instalaciones sanitarias	global	1	Q. 890,00	Q. 987,90
8	Instalaciones pluviales	global	1	Q. 575,00	Q. 638,25
9	Instalación eléctrica	global	1	Q. 725,00	Q. 804,75
10	Instalación fuerza	global	1	Q. 675,00	Q. 749,25
11	Acabados	m2	360,00	Q. 8 852,50	Q. 9 826,28
				<b>Q. 29 377,24</b>	<b>Q. 32 608,74</b>

Fuente: elaboración propia.

Total de mano de obra = Q. 32 608,74

Los precios utilizados para la integración de mano de obra son tomados de la cámara de la construcción (septiembre 2018).

Tabla XXVIII. **Costo directo de vivienda con el sistema constructivo megacasa 2g**

Núm.	Descripción	Costo directo
1	Materiales sin iva	Q. 58 067,77
2	Mano de obra	Q. 32 608,74
	<b>Total</b>	<b>Q. 90 676,50</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Precio total de vivienda utilizando el sistema constructivo megacasa 2g**

Núm.	Descripción	Costos
1	Costo directo	Q. 90 676,50
2	Costo indirecto	Q. 32 643,33
	<b>Precio total</b>	<b>Q. 123 320,05</b>

Fuente: elaboración propia.

El precio total de la vivienda utilizando para su construcción el sistema constructivo megacasa 2g es de: Q. 123 320,05

Los precios utilizados para la integración de mano de obra y materiales son tomados de la cámara de la construcción (septiembre 2018).

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1. Tiempo de ejecución con el sistema tradicional de mampostería

Para la construcción de la vivienda con el sistema de mampostería se hizo una programación de 3 meses de ejecución, trabajando 5 días y medio a la semana.

Tabla XXX. **Cronograma de actividades con el sistema tradicional de mampostería**

Núm.	DESCRIPCIÓN	MES 1				MES 2				MES 3			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Zanjeo de cimiento corrido, drenajes, electricidad y plomería	■											
2	Armado de cimiento corrido, columnas y mochetas		■										
3	Fundición de cimiento corrido		■										
4	Levantado de block sobre cimiento corrido			■									
5	Armado y fundición de solera hidrófuga			■									
6	Levantado de block sobre solera hidrófuga				■								
7	Armado y fundición de solera intermedia y troncos de columna				■								
8	Levantado de block sobre solera intermedia					■							
9	Formaleta y fundición de columnas					■							
10	Armado y fundición de dinteles y sillares						■						
11	Entarimado y armado de losa tradicional y solera final						■						
12	Fundición de losa y solera final							■					
13	Colocación de drenaje pluvial								■				
14	Colocación de drenaje sanitario									■			
15	Instalaciones plomería circuito pvc										■		
16	Instalaciones eléctricas en obra gris											■	
17	Fundición de piso (mezclón)												■
18	Armado de baños y otros artefactos												
19	Cernido circular de losa												
20	Instalación de piso cerámico y azulejo												
21	Colocación de puertas y ventanas												
22	Cernido circular/alisado/texturizado/pintura												
23	Trabajos finales												■

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Tiempo de ejecución con el sistema constructivo megacasa 2g

Para la construcción de la vivienda con el sistema megacasa 2g se hizo una programación de 2 meses de ejecución, trabajando 5 días y medio a la semana.

Tabla XXXI. **Cronograma de actividades con el sistema constructivo megacasa 2g**

Núm.	DESCRIPCIÓN	MES 1				MES 2			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Limpieza, nivelación, trazo, zanqueo de cimiento corrido, drenajes, electricidad y plomería	■							
2	Armado, centrado y nivelación de columnas, pines y fundición de cimiento corrido	■							
3	Levantado de block sobre cimiento corrido, colocación y fundición de solera hidrófuga 2g		■						
4	Levantado de block hasta solera intermedia		■						
5	Armado y fundición de solera intermedia y troncos de columna y pines		■						
6	Levantado de block hasta solera superior y fundición de troncos y columnas			■					
7	Armado y fundición de dinteles y sillares			■					
8	Montaje de losa prefabricada y armado de solera superior				■				
9	Fundición de capa de compresión de losa y solera superior				■				
10	Instalaciones eléctricas (iluminación y fuerza)					■			
11	Instalaciones hidráulicas (drenajes y agua potable)					■			
12	Fundición de piso (mezclón)						■		
13	Resanes						■		
14	Instalación de piso cerámico y azulejo						■		
15	Colocación de puertas y ventanas						■		
16	Colocación de artefactos sanitarios							■	
17	Revestimiento plástico							■	
18	Limpieza y entrega								■

Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Comparación entre procesos constructivos de losa tradicional y megalosa 2g

Se enumera la comparación del proceso entre las ventajas y desventajas de la losa tradicional y el sistema de megalosa 2g.

Tabla XXXII. **Comparación de procesos constructivos entre el sistema de losa tradicional y el sistema megalosa 2g**

<b>LOSA TRADICIONAL</b>	<b>MEGALOSA 2G</b>
Se requiere de más mano de obra, debido a que el sistema de losa tradicional está compuesto por formaleta, puntales, armadura de acero y fundición.	Se reduce la mano de obra, tiempo de ejecución y la colocación es simple, no requiere mano de obra especializada.
Requiere de una gran cantidad de formaleta y apuntalamiento que se incrementa notablemente cuando las alturas de los entresijos son mayores a las tradicionales.	La utilización de formaleta y obra falsa se disminuye en gran porcentaje debido a los elementos que forman el sistema constructivo.
El sistema presenta mayor dificultad para construirse, ya que la estructura se arma en obra.	Las estructuras son regulares y repetitivas, lo que las hace económicas.
Requiere controles de calidad, debido a que es un sistema constructivo formado por varios elementos y que se construye en obra.	El control de calidad en la fabricación de los elementos que forman el sistema constructivo (vigueta y bovedilla), nos dan como resultado una construcción rápida, segura y con calidad.
La instalación de las tuberías de electricidad presentan mayor dificultad para ser colocadas, debido a la gran cantidad de acero que forma la losa tradicional.	Las instalaciones eléctricas se colocan entre los huecos de las bovedillas, para que no afecten la capa de comprensión.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Comparación entre el sistema de mampostería tradicional y megacasa 2g

Se enumera la comparación entre procesos constructivos con el sistema tradicional de mampostería y el sistema constructivo megacasa 2g.

Tabla XXXIII. **Cuadro comparativo entre el sistema tradicional de mampostería y el sistema constructivo megacasa 2g**

MAMPOSTERÍA TRADICIONAL	MEGACASA 2G
El desperdicio de materiales es mayor o en algunos casos puede necesitarse más material.	Es fácil cuantificar por lo tanto el desperdicio debe ser menor y con esto se logra un mejor control de material en obra.
El sistema necesita una gran cantidad de formaleta y obra falsa, afectando directamente el costo de la vivienda, debido a que el alquiler de la madera es elevado.	Reduce drásticamente el uso de formaleta y parales, siendo amigable con el medio ambiente.
El tiempo de ejecución de la vivienda es más largo, debido a que las armaduras de las mochetas, soleras y losa se arman en obra.	Aumenta la productividad de la mano de obra, debido a que el sistema está compuesto de bloques modulares, las armaduras y los elementos que conforman la losa llegan listas para ser instaladas en obra.
La mampostería tradicional es un sistema constructivo simple y con aceptación universal, debido a la disponibilidad de los materiales que lo componen.	El sistema constructivo megacasa 2g, no es tan conocido en todas las áreas del país, reduciendo su aceptación en el mercado guatemalteco.
El sistema de losa tradicional requiere de mayor cantidad de mano de obra, debido a que el sistema requiere de formaleta, puntales, armadura de acero y fundición.	El sistema de megalosa 2g, reduce la cantidad de mano de obra, uso de formaleta, tiempo de ejecución y la colocación es simple ya que los elementos que forman la losa llegan listas para ser instaladas en obra y no requiere mano de obra especializada.
En proyectos en serie el uso del sistema de mampostería tradicional no es tan recomendable, debido a que se necesitaría demasiada madera para la formaleta y obra falsa, y además las armaduras y la losa deben ser armadas en obra.	El sistema es muy recomendable para ser utilizado en construcciones de viviendas en serie, debido a la rapidez con la que se construyen las viviendas.

Fuente: elaboración propia.



#### 4.5. Análisis e interpretación de resultados

Se realizó un análisis comparativo de costos utilizando la misma vivienda, la cual tiene un área de construcción de 46 metros cuadrados, utilizando el sistema tradicional mampostería y el sistema constructivo megacasa 2g, se puede observar en base a los resultados obtenidos una diferencia de costos entre un sistema constructivo y otro.

Tabla XXXIV. **Comparación de resultados entre los diferentes sistemas constructivos**

Descripción	Mampostería tradicional	Megacasa 2g
Costo total de vivienda	Q. 136 972,19	Q. 123 320,05
Costo unitario de vivienda	Q. 2 977,66	Q. 2 680,87
Mano de obra	Q. 37 935,47	Q. 32 608,74
Tiempo de ejecución (meses)	3	2

Fuente: elaboración propia.

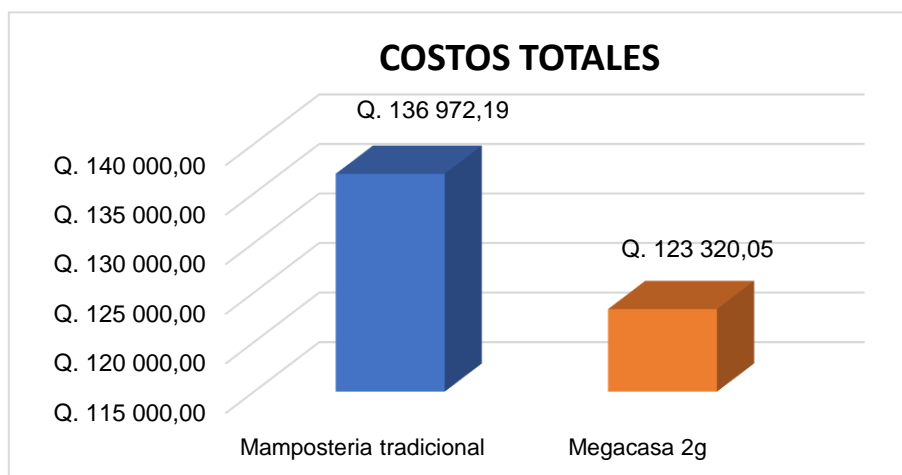
Utilizando el sistema de mampostería se puede observar el uso de más material y actividades generando un aumento en los costos y en el tiempo de ejecución del proyecto, entre las ventajas principales que se pudieron dar a conocer del sistema megacasa 2g, se puede mencionar el uso mínimo de formaletas, su sistema de losa prefabricada, el acero de refuerzo, los bloques modulares, reducción de tiempo, mano de obra y lo práctico de su construcción.

En la tabla XXXIV se presenta una comparación de los resultados obtenidos entre el sistema tradicional de mampostería y el sistema constructivo megacasa 2g, el análisis de costos realizado demuestra los beneficios del sistema constructivo megacasa 2g sobre el sistema tradicional de mampostería.

#### 4.6. Gráficas de resultados

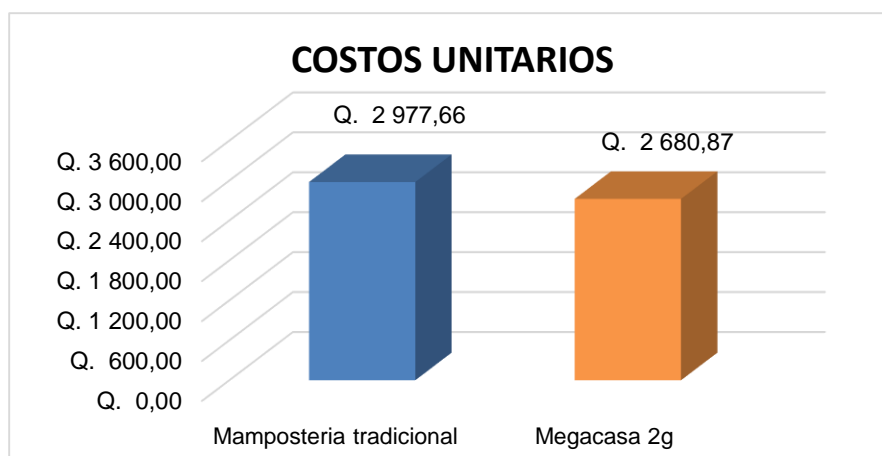
Para una mejor interpretación y análisis, es necesario presentar de forma gráfica los resultados obtenidos.

Figura 35. **Diagrama de comparación de costos totales entre los dos sistemas constructivos de vivienda**



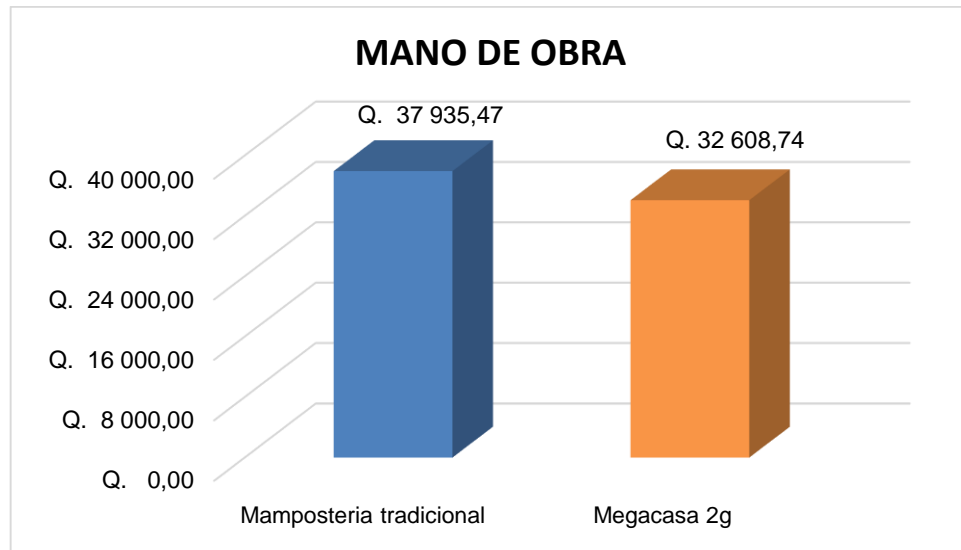
Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Diagrama de costos unitarios para los dos sistemas constructivos**



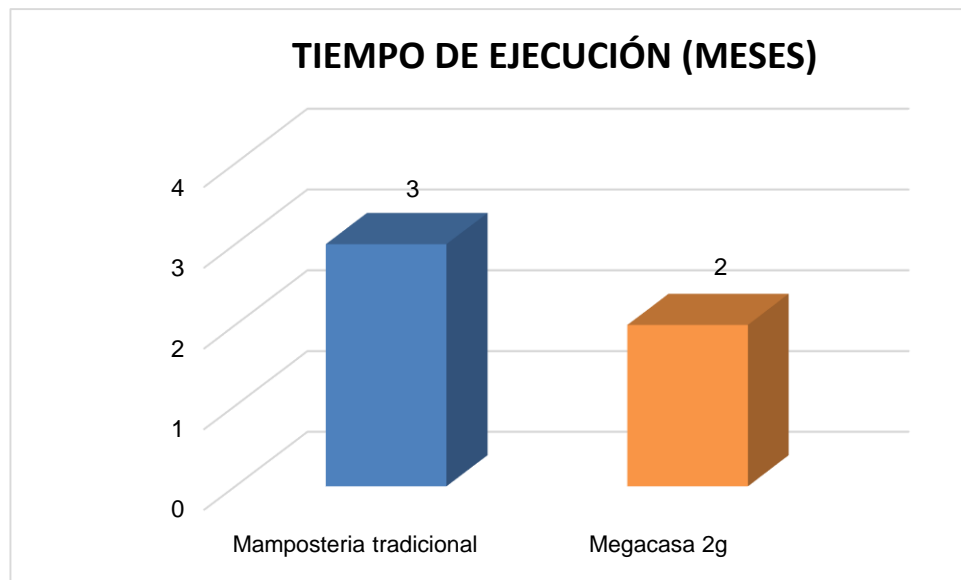
Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Diagrama de mano de obra para los dos sistemas constructivos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Diagrama de tiempo de ejecución para la construcción de vivienda**



Fuente: elaboración propia.

En las figuras 37 y 38 presentadas se puede observar una comparación de los resultados obtenidos entre los dos sistemas constructivos, según la comparación realizada el sistema constructivo megacasa 2g presenta mejores beneficios que el sistema tradicional de mampostería, entre sus ventajas importantes se puede ver en el cronograma de actividades que el tiempo de construcción es de 2 meses.

El uso del sistema megacasa 2g genera un ahorro del 9 % del costo de la vivienda, reducción en la mano de obra ya que la estructura metálica llega preparada solo para ser montada en obra, uso de formaleta mínimo ya que los bloques de concreto son modulares y la losa maneja un sistema prefabricado de vigueta y bovedilla, por lo que el sistema megacasa 2g es un sistema innovador y rentable para el mercado guatemalteco.

## CONCLUSIONES

1. Se demostró que los costos de construcción para una vivienda de 46 m<sup>2</sup> con el sistema de mampostería fue de Q. 136 972,19 y para el sistema constructivo megacasa 2g un costo de Q. 123 320,05. El sistema constructivo megacasa 2g muestra un ahorro de Q. 13 652,00 con respecto al sistema de mampostería esto es un 9 % del costo total de la vivienda, este ahorro se debe al uso mínimo de formaleta, armaduras de acero listas para ser instaladas en obra y a su sistema de losa prefabricada de vigueta y bovedilla.
2. Se logró concretar un marco teórico para comprender las condiciones propuestas para cada sistema constructivo, con el sistema de mampostería, se puede observar el uso de más material y actividades generando un aumento en los costos y en el tiempo de ejecución del proyecto, entre las ventajas principales que se pudieron dar a conocer del sistema megacasa 2g, podemos mencionar el uso mínimo de formaletas, su sistema de losa prefabricada, el acero de refuerzo, los bloques modulares, reducción de tiempo, mano de obra y lo práctico de su construcción.
3. Se determinó el costo del metro cuadrado con el sistema tradicional de mampostería es de Q. 2 977,66 y con el sistema constructivo megacasa 2g es de Q. 2 680,87, por lo que el uso del sistema 2g nos genera un ahorro de Q. 296,79 por metro cuadrado de construcción de la vivienda.

4. Se logró determinar el costo de mano de obra utilizando el sistema tradicional de mampostería es de Q. 37 935,47 y con el sistema constructivo megacasa 2g es de Q. 32 608,74, generando un ahorro de Q. 5 326,73 en la construcción de la vivienda, esto se debe a que se reduce el tiempo de ejecución del proyecto.
5. Se demostró según el cronograma de actividades, que utilizando el sistema de mampostería el tiempo de construcción es de 3 meses de ejecución y para el sistema constructivo megacasa 2g es de 2 meses de ejecución. El sistema constructivo megacasa 2g reduce el tiempo en un mes de construcción, esto disminuye el costo de mano de obra del proyecto.
6. En cuestión de calidad, ambos métodos son buenos y cumplen con sus funciones. En costo puede diferir, ya que el sistema constructivo megacasa 2g es más barato debido a que el uso de madera es mínimo y que varios componentes son elaborados en plantas de producción, lo que reduce el tiempo de ejecución de la obra. La durabilidad de ambos métodos dependerá del tipo de mantenimiento que se le dé posterior a la construcción.
7. Se determinó que uno de los factores determinantes en el sistema tradicional de mampostería, es la disponibilidad de madera, ya que se puede observar que es uno de los elementos que más interfieren en el costo. El sistema de megalosa 2g, reduce la cantidad de mano de obra, uso de formaleta, tiempo de ejecución y la colocación es simple ya que los elementos que forman la losa llegan listas para ser instaladas en obra y no requiere mano de obra especializada, ambos métodos responden muy bien en los aspectos de resistencia, durabilidad, calidad y costo.

8. El método de mampostería es mayormente utilizado en proyectos pequeños de vivienda unifamiliar, y el sistema constructivo megacasa 2g es más utilizado en proyectos de casas en serie, por la rapidez con la que se realiza, de esta manera los costos bajan.
  
9. Se determinó que el sistema constructivo megacasa 2g reduce drásticamente el uso de formaleta, parales y obra falsa, mejora los tiempos de construcción tomando en cuenta que las armaduras ya llegan lista a obras solo para cortar e instalar según las necesidades y permite una superficie final lista para el aplicado de acabados sin necesidad de resanar.





## RECOMENDACIONES

1. Que la persona encargada del proyecto tenga un control adecuado en la dosificación de los materiales al momento de realizar las mezclas, ya que en su mayoría se preparan en obra.
2. Quien desarrolle un proyecto constructivo debe conocer las características de los diferentes elementos que se utilizan en cada sistema constructivo es muy importante, ya que cada sistema tiene que ser utilizado adecuadamente y siguiendo las normas y parámetros que rigen la construcción en Guatemala.
3. Debe ser de mucha importancia conocer los diferentes sistemas constructivos, las innovaciones y sus aplicaciones en el mercado de la construcción ya que con esto se puede maximizar la ejecución, tiempo, mano de obra en cualquier proyecto.
4. Quien desarrolle un proyecto debe planificar, programar y coordinar las distintas actividades para mantener en ocupación continúa a los trabajadores y equipos.
5. Que el encargado del proyecto debe conocer que ventajas estructurales tiene cada sistema también es importante a la hora de la construcción, ya que estas características pueden influir a la hora de la decisión sobre cual sistema es el más adecuado.

6. Que la persona que administra el proyecto debe mantener los materiales y el equipo que se utilizará en el proyecto, esto reducirá la pérdida de tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

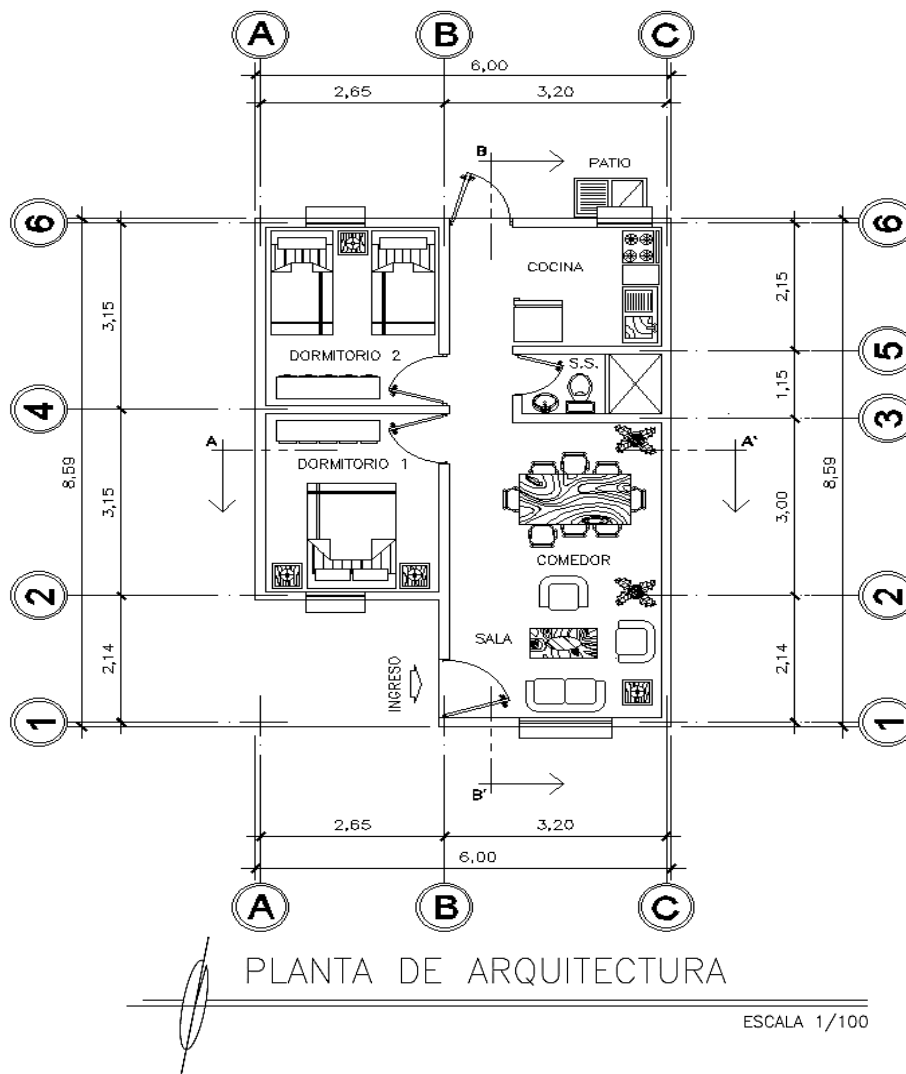
1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado mampostería de block de concreto*. Guatemala: AGIES NSE, 2015. 13 p.
2. BOTERO BOTERO, Luis Fernando. *Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción*. Revista Universidad EAFIT. Medellín, Colombia: Red AL y C, 2002. 30 p.
3. Comisión Guatemalteca de Normas. Norma NTG 36011. *Barras de acero de refuerzo para concreto*. Guatemala: COGUANOR, 2005. 16 p.
4. Comisión Guatemalteca de Normas. Norma NTG 41054. *Bloques huecos de concreto para muros*. Guatemala: COGUANOR, 2011. 4 p.
5. GONZÁLEZ, Alberto. *Administración de obras*. 2ª ed. Guatemala: Vile S.A, 2004.70 p.
6. HERRERA, Angélica María; MADRID Guillermo. *Manual de construcción de mampostería de concreto*. Instituto Colombiano de productores de concreto. Colombia: Red AL y C, 1991. 75 p.

7. MELGAR ALEU, Jorge Pablo. *Comparación de costos en la construcción de viviendas en serie con los sistemas de mampostería reforzada tradicional versus concreto reforzado que utiliza formaleta de aluminio, en el condominio Valle de los Sauces del municipio de San José Pínula del departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015. 50 p.
8. RIVERA GARCÍA, William Noé. *Propuesta de vivienda de bajo costo para construirse en terrenos cuyo frente mide 6 metros*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 1999. 105 p.
9. SUÁREZ SALAZAR, Carlos. *Costos y tiempo en edificaciones*. México, D.F: Limusa, S.A. de C.V, 2001. 40 p.
10. VÁSQUEZ RODRÍGUEZ, Otto Danilo. *Guía de construcción de viviendas en serie con sistemas estructurales prefabricados y fabricados in situ*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 50 p.
11. VILLATORO MORALES, Diego Juan Carlos. *Comparación de calidad entre una construcción de mampostería versus concreto reforzado en vivienda unifamiliares*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014. 24 p.

## APÉNDICES

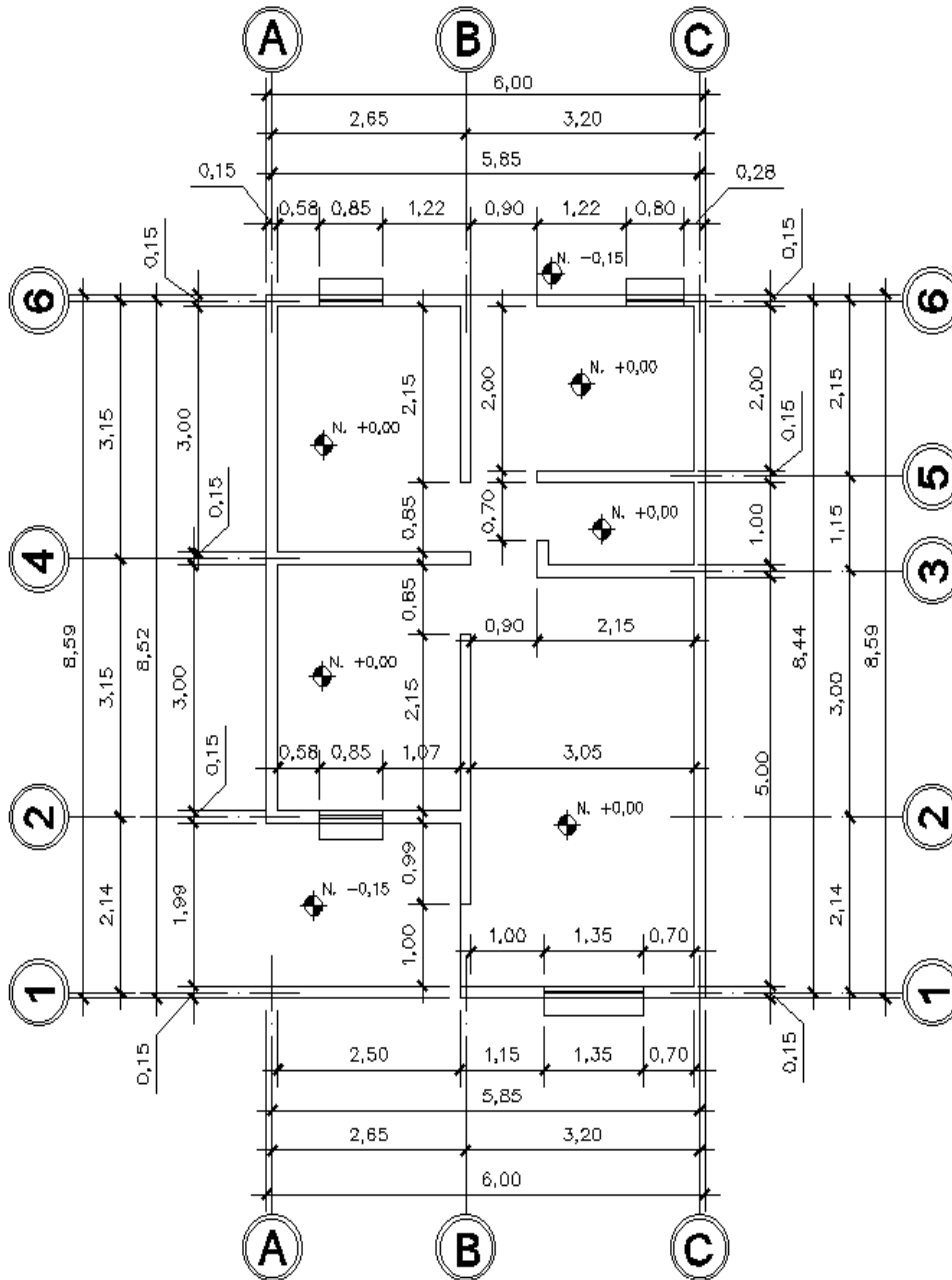
Planos de vivienda el Ceibal, utilizados para realizar el análisis comparativo de costos entre el sistema tradicional de mampostería y el sistema constructivo megacasa 2g.

Apéndice 1. **Planta arquitectónica de casa el Ceibal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Apéndice 2. **Planta acotada**

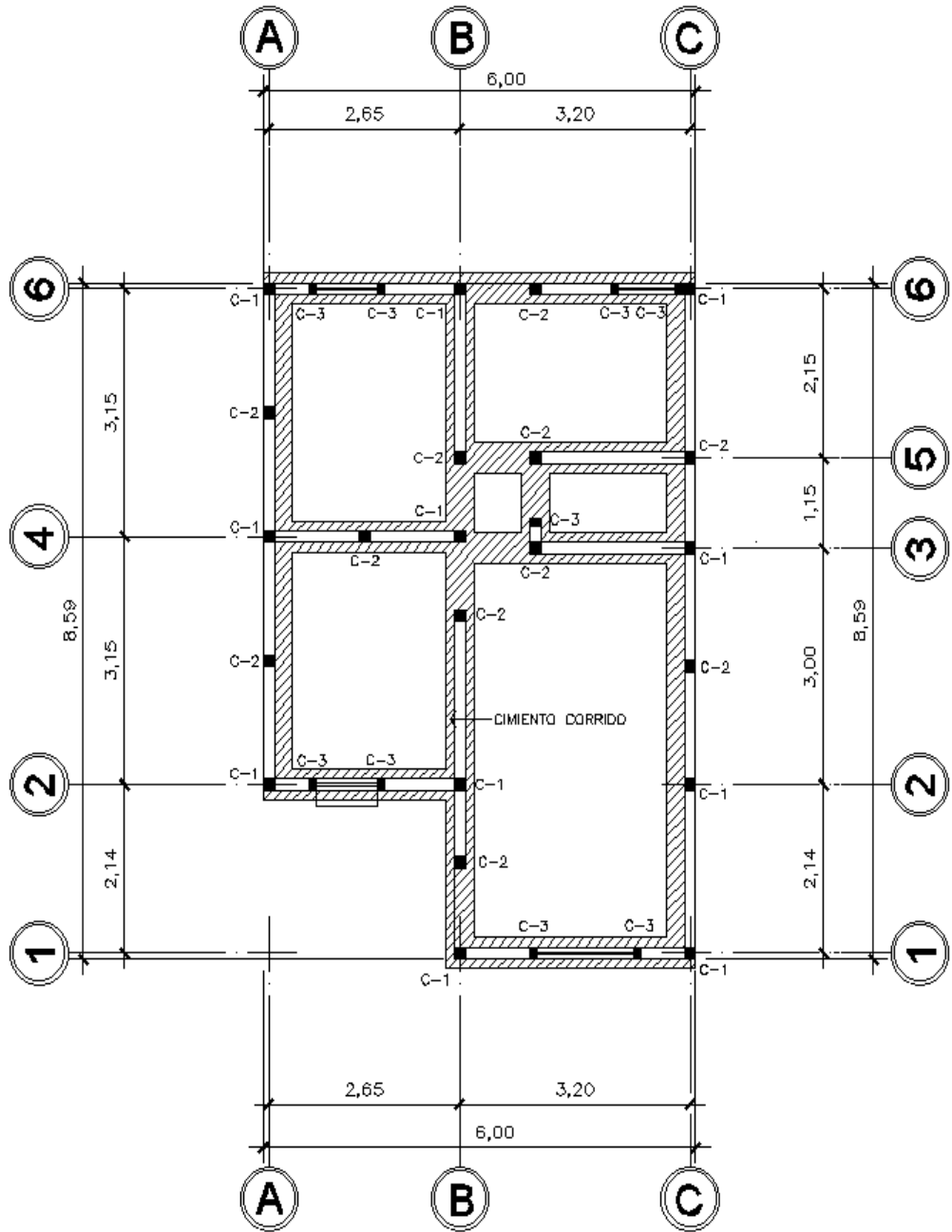


PLANTA ACOTADA

ESCALA 1/100

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Apéndice 3. **Planta de cimiento y columnas modulación 2g**

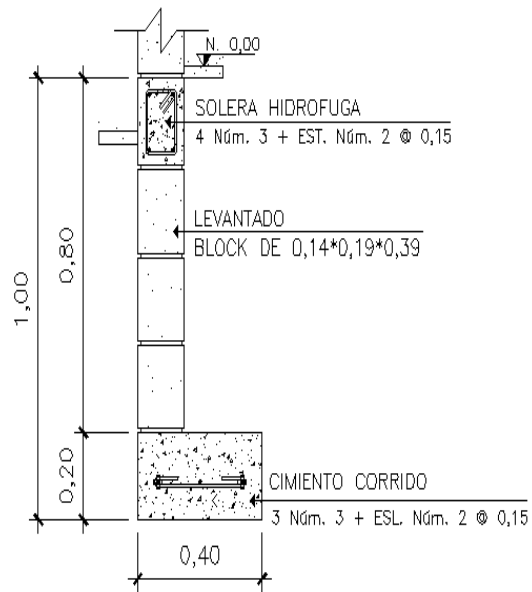
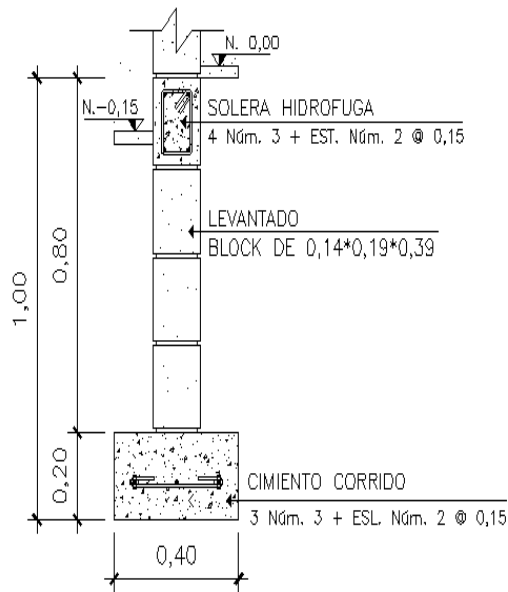
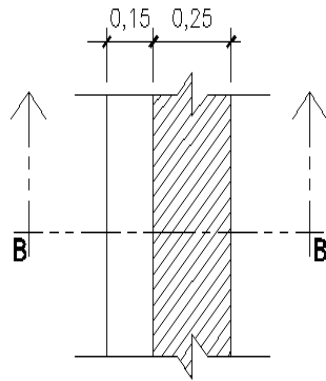
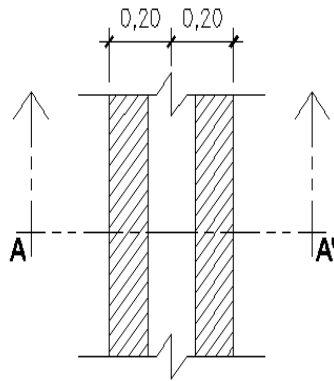


PLANTA DE COLUMNAS

ESCALA 1/100

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

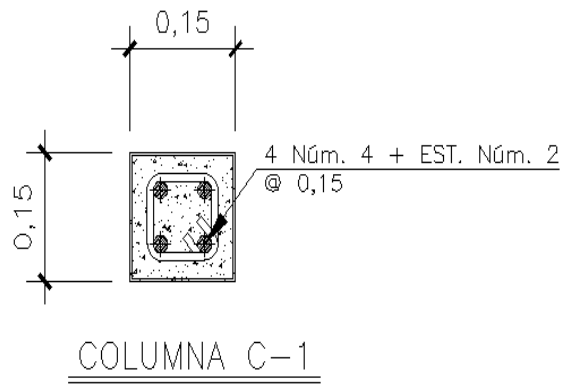
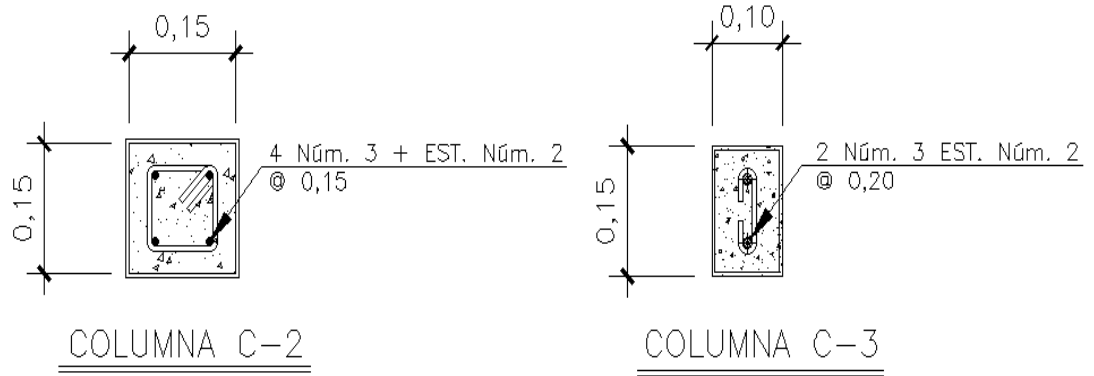
## Apéndice 4. Detalle estructural de cimiento corrido



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

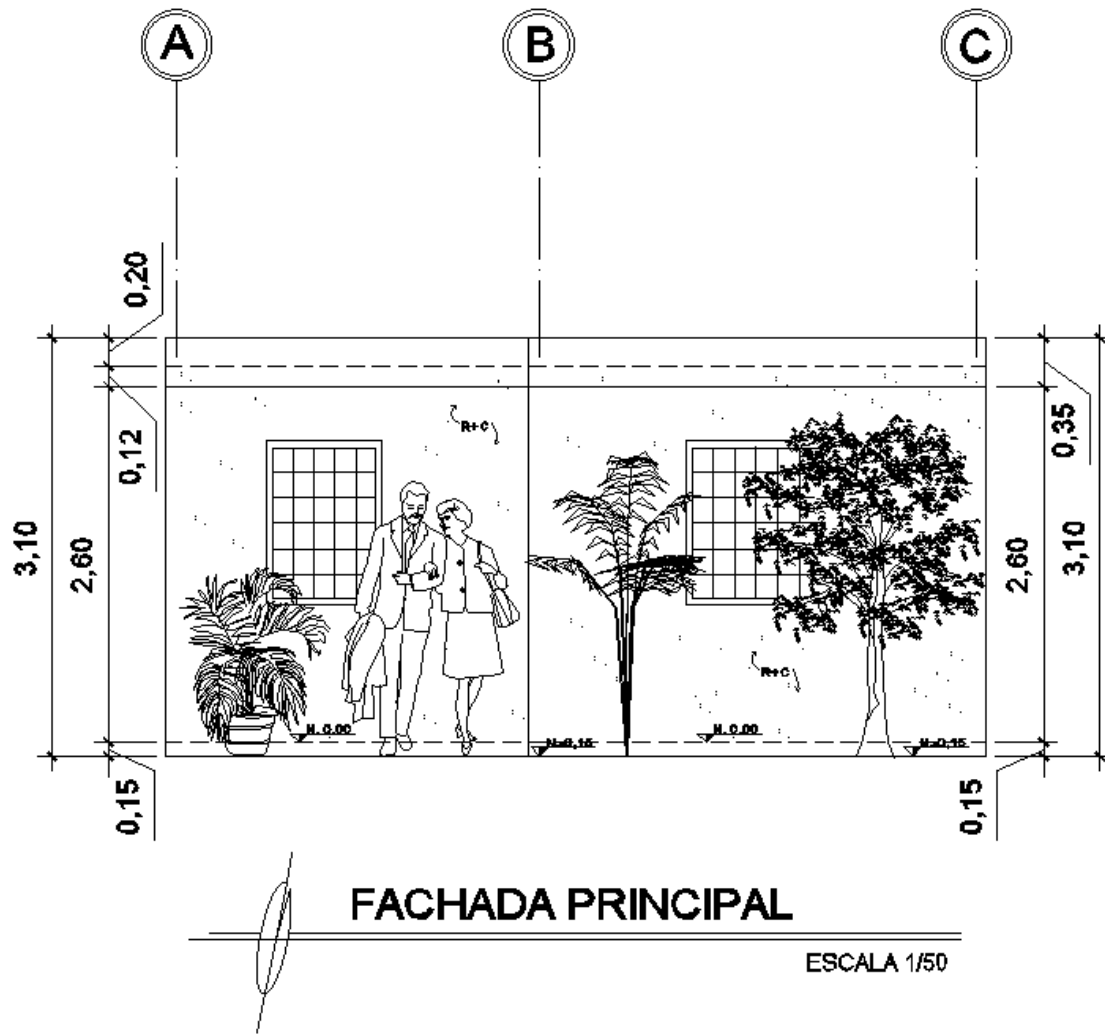


Apéndice 5. **Detalle estructural tipos de columnas**



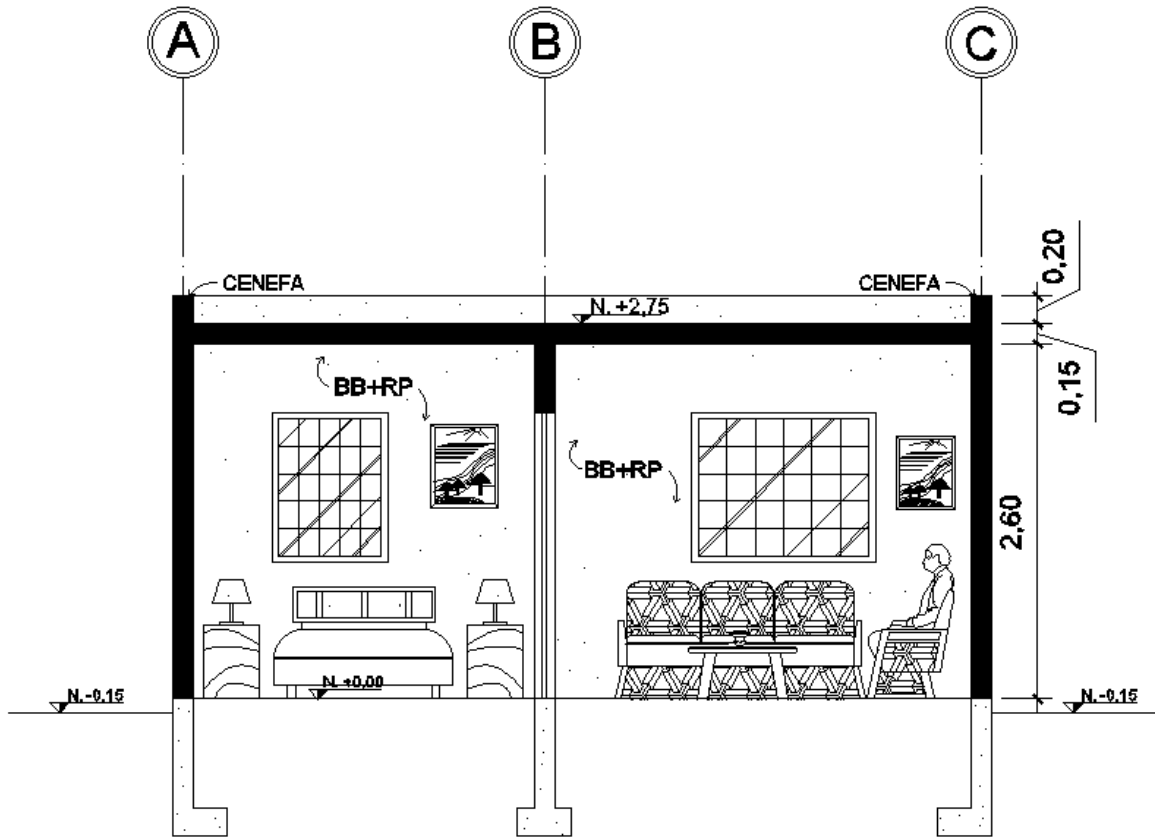
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

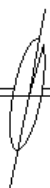
Apéndice 6. Fachada principal



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

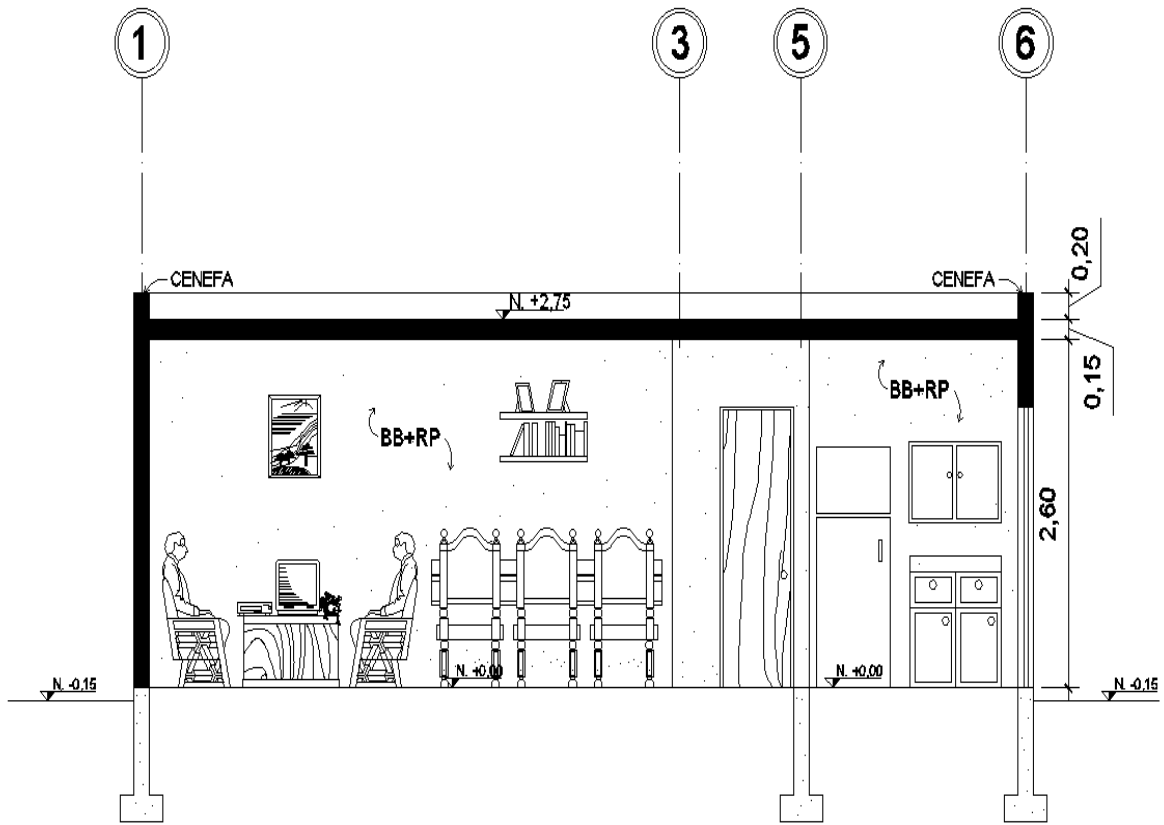
Apéndice 7. Sección A-A'




 **SECCION A-A'**  
ESCALA 1/50

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Apéndice 8. Sección B-B'



 **SECCION B-B'**  
ESCALA 1/50

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

## ANEXOS

### Anexo 1. **Certificación FHA para el sistema constructivo megacasa 2g**



SUBGERENCIA DE PROYECTOS Y VIVIENDAS

REF: SGPV-253-2010

Guatemala, Junio 15, de 2010

Ingeniero  
Oscar Sequeira García  
**GERENTE GENERAL**  
**MEGAPRODUCTOS, S.A.**  
Calle Roosevelt 6ª avenida "A" 0-25, Colonia El Tesoro, zona 2  
Mixco

Ingeniero Sequeira:

En atención a su solicitud presentada para que se acepte el **SISTEMA CONSTRUCTIVO 2G LOCK**, a base de muros de mampostería reforzada tradicional y losas de concreto prefabricadas formadas por viguetas autoportantes tipo T invertida denominada MEGALOSA TI, bovedilla de concreto liviano y una capa de compresión con su malla electrosoldada, para ser utilizado en la construcción de viviendas de uno o dos niveles; al respecto, le comunicamos lo siguiente:

En base a la Resolución de Junta Directiva del FHA No.78-05 de fecha 28 de abril del 2005, a la revisión del informe técnico No. Losa 1 Marzo 2010, del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Certificación de Aptitud Técnica No. C2-04-2014, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala; se procedió al análisis y revisión de la documentación presentada, por lo que esta Subgerencia **RESUELVE ACEPTAR**:

**EL "SISTEMA CONSTRUCTIVO 2G LOCK", de la empresa MEGAPRODUCTOS, S.A.**

El Sistema esta compuesto por muros de mampostería reforzada tradicional y losa de concreto prefabricada formada por viguetas autoportantes tipo T invertida denominada MEGALOSA TI, bovedilla de concreto liviano y una capa de compresión con su malla electrosoldada, para ser utilizado en viviendas de uno y dos niveles que se construyan con el Sistema FHA, con las condiciones siguientes:

1. La cimentación, muros y losas utilizan acero de alta resistencia grado 70, o su equivalente en grado 40; los muros se construirán con mampostería tradicional formados por bloques de concreto modulares (bloques modulares de 14x20x49 cm. y resistencia a compresión de 50 Kg/cm<sup>2</sup>, piezas denominadas Lock de 7x20x10 cm. y un aditamento llamado Dadoblock de 14x20x14cm) y reforzados con columnas y soleras. Los elementos que conforman la estructura deberán cumplir con lo especificado en las Normas de Planificación y Construcción del FHA.
2. La empresa **"MEGAPRODUCTOS, S.A."**, es la única responsable de la calidad estructural del sistema, por consiguiente, se deberá cumplir con la calidad requerida de los materiales que utiliza en la elaboración de los bloques, las viguetas, bovedillas y demás elementos. El sistema también deberá satisfacer las condiciones y especificaciones señaladas en el informe técnico No. Losa 1 marzo 2010 y la Certificación de Aptitud Técnica No. C2-04-2014 del CII de la USAC.
3. El sistema de losas MEGALOSA TI, se acepta para entrepisos o techos cuya carga viva sea igual o menor a 200 Kg/cm<sup>2</sup> más una carga de acabados o sobrecarga de 100 Kg/cm<sup>2</sup> en viviendas de uno y dos niveles, con los detalles apropiados de acuerdo a un diseño y calculo previo. La luz máxima de las losas no será mayor de 4.20 m.

Avenida Reforma 7-62 Zona 9, Edificio Aristos Reforma 2do. Nivel, Oficina 207  
PBX. 2323-5656 · FAX 2362-9491

Avenida Las Américas 7-62 Zona 3, Torre Pradera Xela, 9 Nivel, Oficina 910. Quetzaltenango.  
PBX. 7930-4364 · FAX 7930-4365

[www.fha.gh.et](http://www.fha.gh.et)

Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/content/asesoría-técnica>. Consulta: septiembre de 2017.

## Anexo 2. **Certificación FHA para el sistema constructivo megacasa 2g**

4. El sistema propuesto se podrá emplear en la construcción de viviendas, siempre y cuando los planos sean revisados y aprobados por la Subgerencia de Proyectos y Viviendas del FHA.
5. En cada juego de planos de vivienda que se presente al FHA se deberán dibujar los detalles y especificaciones propias del sistema, firmados y sellados por el Profesional responsable, para su debida revisión y aprobación por parte de la Subgerencia de Proyectos y Viviendas. Los detalles de anclajes del refuerzo de los elementos deberán estar acotados de acuerdo al diámetro del acero de refuerzo.
6. El acero de refuerzo de alta resistencia o tradicional estructural, deben cumplir con las Normas ASTM y del FHA correspondientes; las electromallas deberán estar libres de oxido excesivo, aceite o material vegetal dañino. La resistencia a tensión máxima para aceros de alta resistencia será de 5284 Kg/cm<sup>2</sup> (grado 75) y para acero tradicional el Fy no menor de grado 33 ni mayor de grado 60.
7. El concreto que se usará para la fundición de la capa de compresión tendrá una resistencia especificada mínima de 210 Kg/cm<sup>2</sup> (3,000 psi) y el de las viguetas construidas en la planta no menor de 422 Kg/cm<sup>2</sup> (6,000 psi).
8. Si se efectúan modificaciones que puedan afectar el sistema constructivo, se deberán presentar previamente al Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos y al FHA para su análisis y aceptación.
9. Los empalmes, anclajes o traslapes del acero de refuerzo, deberán cumplir con lo especificado en las Normas de planificación y Construcción del FHA.
10. La separación máxima del rigidizante será de 2.00 m, con una fundición de concreto de 0.10 x0.10 reforzado con dos varillas de 6.2 mm de diámetro y eslabones de 4.5 mm a cada 20 cm., grado 70, a lo largo del rigidizante.
11. No se requirió la Certificación de aptitud Técnica sobre ensayos de muros por que éstos serán de mampostería tradicional, debiendo cumplir con los requisitos establecidos en las Normas de Planificación y Construcción del FHA.



Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de Usted, como su atento servidor,

  
Arq. Héctor Daniel López Cordón  
**SUBGERENTE DE PROYECTOS Y VIVIENDAS**



Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/content/asesoría-técnica>. Consulta: septiembre de 2017.

Anexo 3. **Certificación por Centro de Investigaciones de Ingeniería,  
USAC para el sistema constructivo megacasa 2**

	<b>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	 <b>Nº 002037</b>
---	--	---

---

**CERTIFICACIÓN DE APTITUD TÉCNICA**  
NUMERO C – 03 – 2008 O. T. No. 24269

**DE LA REGLAMENTACIÓN DEL F.H.A.**

De acuerdo con lo establecido en el documento del F.H.A. revisión y ampliación del año 1994, titulada "Normas de Planificación y construcción para casos proyectados" Capítulo 5 "Requisitos Estructurales", el sistema de MEGAPRODUCTOS, cumple con los requisitos de resistencia para carga viva, muerta y sísmica para la vivienda. Si se realiza una variación al mismo, deberá ser calculado para verificar la calidad y confiabilidad de la variación, especialmente en lo referente a: longitud del módulo, concreto y refuerzo.

**CONCLUSION**

Por lo anteriormente expuesto, el sistema de muro presentado para viviendas, es apto para su construcción, siempre y cuando cumpla con las especificaciones técnicas descritas en el informe técnico del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

**CONSIDERANDO**

El Director del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, considerando que:

- La solicitud de la empresa MEGAPRODUCTOS, para que se le conceda CERTIFICACIÓN DE APTITUD TÉCNICA para el uso del sistema de muro 2G, para viviendas.
- El análisis estructural del sistema de muro.
- La confrontación con las Normas de Construcción del Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas.

**DECIDE**

Conceder la CERTIFICACIÓN DE APTITUD TÉCNICA No. C-03-2008, para el uso del sistema constructivo de muro 2G, en viviendas.

**VALIDEZ**

La validez de la CERTIFICACIÓN DE APTITUD TÉCNICA No. C-03-

---

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 2476-3592. Planta 2443-9508 Ext. 1502. FAX: 2476-3593  
Página web: <http://it.usac.edu.gt>

Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/content/asesoria-tecnica>. Consulta: septiembre de 2017.

Anexo 4. **Certificación por Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC para el sistema constructivo megacasa 2**



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



Nº 002038

**CERTIFICACIÓN DE APTITUD TÉCNICA**

NUMERO C - 03 - 2008

O. T. No. 24269

2008, esta sujeta al cumplimiento de las especificaciones técnicas descritas en el informe, del Centro de Investigaciones de Ingeniería. Esta condicionante, tiene la finalidad de garantizar la calidad del sistema, a si mismo, MEGAPRODUCTOS, deberá llevar registro del control de calidad, donde entre otras, se incluirá ensayos verificables de los elementos constitutivos del sistema; así mismo queda sujeto a presentar los resultados de los ensayos y registros de control de calidad a requerimiento del Centro de Investigaciones de Ingeniería, por el usuario o por autoridad legal competente.

**CONDICIONES DE EMPLEO**

Las condiciones de empleo de la Certificación C-03-2008 son:

- MEGAPRODUCTOS deberá llevar un control sistemático de calidad de los materiales que utiliza en la elaboración de los muros para viviendas.
- Para cualquier modificación o variación al sistema de muro 2G, en viviendas presentado, se deberán realizar cálculos pertinentes para verificar la calidad, seguridad y confiabilidad.
- En el proceso constructivo, deberá lograr que el sistema satisfaga las condiciones y especificaciones señaladas en el informe técnico del Centro de Investigaciones de Ingeniería y del consultor del Diseño Estructural.

Documento revisado y aprobado por:

Vo.Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar  
DIRECTOR CII USAC

Ing. Mario Rodolfo Corzo  
SECCION DE ESTRUCTURAS

Nota: Adjunto informe de ensayo (6 páginas)

FACULTAD DE INGENIERIA-USAC  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 2476-8952. Planta 2443-9500 Fax. 1502. FAX: 2476-3993  
Página web: <http://ciiancc.esci.gt>

Fuente: Constructora Megaproductos. <https://www.megaproductos.com/content/asesoría-técnica>. Consulta: septiembre de 2017.