

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Comparación del costo entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada en un proyecto de vivienda en serie

Trabajo de investigación presentado por Francisco Gilberto Sosa Fajardo para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala

2008

Comparación del costo entre el muro de
concreto reforzado y el muro de mampostería
reforzada en un proyecto de vivienda en serie

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Comparación del costo entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada en un proyecto de vivienda en serie

Trabajo de investigación presentado por Francisco Gilberto Sosa Fajardo para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala

2008

Vo. Bo. :

(f) _____

Ing. Rafael Figueroa

Tribunal Examinador:

(f) _____

Ing. Elsa Cabrera

(f) _____

Ing. Rubén Girón

(f) _____

Ing. Rafael Figueroa

Fecha de aprobación: Guatemala 12 de febrero 2008.

PREFACIO

El proyecto de tesis, con el nombre COMPARACIÓN DEL COSTO ENTRE EL MURO DE CONCRETO REFORZADO Y EL MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA EN UN PROYECTO DE VIVIENDA EN SERIE, surgió de la idea de efectuar un análisis sobre comparación de costos directos de diferentes sistemas de muros, dado que anteriormente sólo se utilizaba el sistema de mampostería reforzada para proyectos de vivienda en serie; años atrás el sistema de formaleta de metal ha tenido un desenvolvimiento para fundir las viviendas en serie con concreto. Por este motivo he decidido efectuar un análisis del comportamiento de los costos directos de ambos sistemas para determinar cuál de los dos es más beneficioso para las empresas dependiendo de su producción.

Este trabajo lo dedico:

- A DIOS: Por darme la vida, salud y sabiduría para lograr mis metas.
- A MIS PADRES, GILBERTO Y BEATRIZ: Por su cariño, consejos, motivación, tiempo y apoyo incondicional en todo momento.
- A MI FAMILIA: Por siempre estar junto a mí y brindarme su apoyo y su cariño.
- A MI NOVIA, CRISTINA: Por siempre alentarme a seguir luchando por mis metas, por su apoyo, motivación y su amor.
- A MI ASESOR: Por su tiempo, dedicación y apoyo.
- A MIS AMIGOS Y AMIGAS: Por su apoyo y motivación.
- A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO: Por su tiempo, motivación y apoyo.

CONTENIDO

PREFACIO	VI
RESUMEN	XVI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
A. GENERALES:	2
B. ESPECÍFICOS:	2
III. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS MUROS POR EL MÉTODO SIMPLIFICADO PLANO	3
A. MÉTODO SIMPLIFICADO PLANO	3
B. DETERMINACIÓN DE CARGAS	4
C. CARGA DE SISMO	7
1. CORTANTE BASAL PARA MAMPOSTERÍA:	10
2. CORTANTE BASAL PARA CONCRETO:	12
D. ANÁLISIS ESTRUCTURAL	13
1. COORDENADAS DE MUROS:	13
2. COORDENADAS DE LOSAS:	14
E. MURO DE CONCRETO REFORZADO	15
F. MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA	15
IV. DISEÑO DEL REFUERZO PARA AMBOS SISTEMAS	16
A. MURO DE CONCRETO REFORZADO	16
B. MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA	17
V. CUANTIFICACIÓN DE LOS COSTOS DE MATERIALES Y EQUIPO	18
A. MURO DE CONCRETO REFORZADO	18

B.	MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA	19
VI.	ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA	21
A.	MURO DE CONCRETO REFORZADO.....	21
B.	MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA	21
VII.	DESCRIPCIÓN Y DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DIRECTOS.....	22
A.	MURO DE CONCRETO REFORZADO.....	22
B.	MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA	24
VIII.	DESCRIPCIÓN DE LOS COSTOS INDIRECTOS.....	26
IX.	RESULTADOS.....	28
A.	PARA MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA.....	28
B.	PARA MURO DE CONCRETO REFORZADO	29
1.	GRÁFICAS DE COSTO DIRECTO DE ACUERDO A PRODUCCIÓN EN EL TIEMPO PARA VIVIENDA EN SERIE.....	29
a.	PRODUCCIÓN DE UNA CASA SEMANAL.....	29
b.	PRODUCCIÓN DE DOS CASAS SEMANALES.....	34
c.	PRODUCCIÓN DE CUATRO CASAS SEMANALES	39
d.	PRODUCCIÓN DE CINCO CASAS SEMANALES	44
X.	CONCLUSIONES	50
XI.	RECOMENDACIONES	51
XII.	LITERATURA CITADA	52
XIII.	ANEXOS	53
	ANEXO # 1: ANÁLISIS ESTRUCTURAL MUROS DE CONCRETO.....	54
	ANEXO # 2: ANÁLISIS ESTRUCTURAL MUROS DE MAMPOSTERÍA	59
	ANEXO # 3: CUADROS UTILIZADOS PARA DETERMINAR LOS FACTORES Y COEFICIENTES PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO (UBC 1997).....	64
	ANEXO # 4: ANÁLISIS RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA PARA MUROS DE CONCRETO.....	70

ANEXO # 5: ANÁLISIS RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA PARA MUROS DE MAMPOSTERÍA	71
ANEXO # 6: PLANTA DE VIVIENDA DE 51.51 MTS ²	72

LISTA DE CUADROS

Cuadro # 1: Carga muerta para losa de concreto.	5
Cuadro # 2: Peso de muros de mampostería.	5
Cuadro # 3: Área de muros y de losa.	5
Cuadro # 4: Peso de la estructura con muros de mampostería.	6
Cuadro # 5: Carga muerta de losa de concreto.	6
Cuadro # 6: Peso de muros de concreto.	6
Cuadro # 7: Área de muros y de losa.	7
Cuadro # 8: Peso total de la estructura con muros de concreto.	7
Cuadro # 9: Valores para determinar el coeficiente numérico para encontrar el período de la estructura.	8
Cuadro # 10: Cuadro de parámetros para el programa del método simplificado plano para muros.	14
Cuadro # 11: Cuadro de parámetros para el programa del método simplificado plano, en la sección de losa.	14
Cuadro # 12: Cuadro resumen de áreas y volúmenes para muro de concreto.	18
Cuadro # 13: Cuadro de resumen de áreas y volúmenes para muro de mampostería.	19
Cuadro # 14: Dimensiones de la mampostería.	19
Cuadro # 15: Cantidad de sisa para la mampostería.	19
Cuadro # 16: Área total del agujero de la mampostería donde se coloca el pin y grout.	20
Cuadro # 17: Cantidad de grout para los pines en el muro de mampostería.	20
Cuadro # 18: Resumen de la cantidad de pines en la vivienda.	20
Cuadro # 19: Integración costo de materiales muro de concreto reforzado.	23
Cuadro # 20: Integración costo de mano de obra muro de concreto reforzado y costo directo total del muro.	23
Cuadro # 21: Costo formaleta aluminio para muros de concreto reforzado.	24

Cuadro # 22: Integración costo de muro de mampostería reforzada.	25
Cuadro # 23: Costo de equipo para muros de mampostería reforzada.	25
Cuadro # 24: Integración costo de mano de obra para muro de mampostería reforzada y costo directo total para muro de mampostería reforzada.	25
Cuadro # 25: Costo directo para el muro de mampostería para una vivienda.	28
Cuadro # 26: Valores para determinar la tendencia del muro de mampostería reforzada, costo directo (Q) vrs tiempo (meses).	28
Cuadro # 27: Costo directo de los muros de concreto reforzado sin costo de formaleta y costo de formaleta de aluminio para muros de una casa.	29
Cuadro # 28: Costo de formaleta de aluminio por una producción de una casa semanal en muros de concreto reforzado.	30
Cuadro # 29: Valores para determinar la tendencia del muro de concreto reforzado, costo directo (Q) más (costo de formaleta /producción) vrs tiempo (meses).	31
Cuadro # 30: Valores de X para determinar la pendiente del muro de concreto.	33
Cuadro # 31: Valores de Y para determinar la pendiente del muro de concreto.	33
Cuadro # 32: Valores de la pendiente y de b para determinar el tiempo donde se interceptan los dos sistemas de muros.	33
Cuadro # 33: Tiempo en el que se produce el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros.	33
Cuadro # 34: Tiempo y producción de viviendas donde se encuentra el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros (concreto reforzado y mampostería reforzada).	34
Cuadro # 35: Costo directo de los muros de concreto reforzado sin costo de formaleta y costo de formaleta de aluminio para muros con una producción de dos casas semanales.	34
Cuadro # 36: Costo de formaleta de aluminio por una producción de dos casas semanales en muros de concreto reforzado.	35
Cuadro # 37: Valores para determinar la tendencia del muro de concreto reforzado, costo directo (Q) más (costo de formaleta /producción) vrs tiempo (meses).	36
Cuadro # 38: Valores de X para determinar la pendiente del muro de concreto.	38

Cuadro # 39: Valores de Y para determinar la pendiente del muro de concreto.	38
Cuadro # 40: Valores de la pendiente y de b para determinar el tiempo donde se interceptan los dos sistemas de muros	38
Cuadro # 41: Tiempo en el que se produce el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros.	38
Cuadro # 42: Tiempo y producción de viviendas donde se encuentra el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros (concreto reforzado y mampostería reforzada).	39
Cuadro # 43: Costo directo de los muros de concreto reforzado sin costo de formaleta y costo de formaleta de aluminio para muros con una producción de cuatro casas semanales.	39
Cuadro # 44: Costo de formaleta de aluminio por una producción de cuatro casas semanales en muros de concreto reforzado.....	40
Cuadro # 45: Valores para determinar la tendencia del muro de concreto reforzado, costo directo (Q) más (costo de formaleta /producción) vrs tiempo (meses).	41
Cuadro # 46: Valores de X para determinar la pendiente del muro de concreto.	43
Cuadro # 47: Valores de Y para determinar la pendiente del muro de concreto.	43
Cuadro # 48: Valores de la pendiente y de b para determinar el tiempo donde se interceptan los dos sistemas de muros.	43
Cuadro # 49: Tiempo en el que se produce el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros.	43
Cuadro # 50: Tiempo y producción de viviendas donde se encuentra el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros (concreto reforzado y mampostería reforzada).	44
Cuadro # 51: Costo directo de los muros de concreto reforzado sin costo de formaleta y costo de formaleta de aluminio para muros con una producción de cinco casas semanales.....	44
Cuadro # 52: Costo de formaleta de aluminio por una producción de cinco casas semanales en muros de concreto reforzado.	45
Cuadro # 53: Valores para determinar la tendencia del muro de concreto reforzado, costo directo (Q) más (costo de formaleta /producción) vrs tiempo (meses).	46
Cuadro # 54: Valores de X para determinar la pendiente del muro de concreto.	48

Cuadro # 55: Valores de Y para determinar la pendiente del muro de concreto.	48
Cuadro # 56: Valores de la pendiente y de b para determinar el tiempo donde se interceptan los dos sistemas de muros.	48
Cuadro # 57: Tiempo en el que se produce el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros.	48
Cuadro # 58: Tiempo y producción de viviendas donde se encuentra el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros (concreto reforzado y mampostería reforzada).	49
Cuadro # 59: Cálculo de la rigidez en cada muro de concreto.....	54
Cuadro # 60: Cálculo del centro de masa y centro de corte de los muros de concreto.	55
Cuadro # 61: Cálculo de las excentricidades de la carga lateral y momentos torsionantes del muro de concreto.....	55
Cuadro # 62: Cálculo centro de masas de las losas para muros de concreto.	56
Cuadro # 63: Distribución de la carga lateral en los muros de concreto.....	56
Cuadro # 64: Distribución de los momentos de volteo para los muros de concreto.	57
Cuadro # 65: Resultados de la fuerza a flexión de los muros de concreto.....	57
Cuadro # 66: Resultado del área de acero necesaria para cada muro de concreto.	58
Cuadro # 67: Cálculo de la rigidez en cada muro de mampostería.....	59
Cuadro # 68: Cálculo del centro de masa y centro de corte de los muros de mampostería.	60
Cuadro # 69: Cálculo de las excentricidades de la carga lateral y momentos torsionantes del muro de mampostería.....	60
Cuadro # 70: Cálculo centro de masas de las losas para muros de mampostería.	61
Cuadro # 71: Distribución de la carga lateral en los muros de mampostería.....	61
Cuadro # 72: Distribución de los momentos de volteo para los muros de mampostería.	62
Cuadro # 73: Resultados de la fuerza a flexión de los muros de mampostería.....	62
Cuadro # 74: Resultado del área de acero necesaria para cada muro de mampostería.	63
Cuadro # 75: Análisis de rendimiento de mano de obra para muros de concreto reforzado.....	70
Cuadro # 76: Análisis de rendimiento de mano de obra para muros de mampostería reforzada. ..	71

LISTA DE TABLAS

Tabla # 1: Factor de zona sísmica Z .	64
Tabla # 2: Tipo de suelos.	64
Tabla # 3: Categoría de ocupación.	65
Tabla # 4: Sistema estructural.	66
Tabla # 5: Coeficiente sísmico, C_a .	67
Tabla # 6: Coeficiente sísmico, C_v .	67
Tabla # 7: Factor de origen cercano, N_a .	68
Tabla # 8: Factor de origen cercano, N_v .	68
Tabla # 9: Tipo de fuente sísmica.	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica # 1: Gráfica comparativa entre muro de concreto reforzado y muro de mampostería reforzada para una producción de una casa semanal.	32
Gráfica # 2: Gráfica comparativa entre muro de concreto reforzado y muro de mampostería reforzada para una producción de dos casas semanales.	37
Gráfica # 3: Gráfica comparativa entre muro de concreto reforzado y muro de mampostería reforzada para una producción de cuatro casas semanales.	42
Gráfica # 4: Gráfica comparativa entre muro de concreto reforzado y muro de mampostería reforzada para una producción de cinco casas semanales.	47

RESUMEN

El proyecto de tesis se basa en la comparación del costo entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada para un proyecto de vivienda en serie; esto para determinar cuál de los dos tipos de muros tiene un menor costo y mayor eficiencia. Primero se realizará el análisis estructural por el método simplificado plano y posteriormente se determinará el tipo de refuerzo a utilizar y la cantidad necesaria que utilizarán ambos muros. Al terminar el diseño de los muros se hará la cuantificación de materiales, equipo y un análisis de rendimiento de mano de obra, para que con esto, se pueda llevar a cabo el presupuesto y determinar el costo directo. Para finalizar con el proyecto de tesis, se realizarán gráficas de costo de acuerdo a la producción de la vivienda en serie en el tiempo para determinar qué costo es el más beneficioso para el proyecto y el punto de equilibrio entre ambos sistemas de muros. Los códigos y normas utilizados para la determinación de cargas son los siguientes:

- NORMAS AGIES
- UBC 1997 (UNIFORM BUILDING CODE)
- MÉTODO SIMPLIFICADO PLANO (ANÁLISIS DE CARGA LATERAL)

I. INTRODUCCIÓN

Para este trabajo de tesis se ha considerado elaborar la comparación del costo entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada para un proyecto de vivienda en serie con el fin de determinar cuál de los dos tipos de muros es más económico y efectivo dependiendo de la producción de vivienda que se desee.

El proyecto de vivienda en serie cuenta con 200 casas de un nivel con un área de construcción de 51.51 mts.² y una altura de piso a cielo de $h = 2.60$ mts.; la vivienda incluye dos dormitorios, un baño, cocina y sala-comedor integrado. La producción para el proyecto es de 4 casas semanales y con un tiempo de ejecución de 10 semanas; con estos datos el tiempo total del proyecto será de 15 meses (1 año y 3 meses).

Para determinar los costos entre muro de concreto reforzado y muro de mampostería reforzada se realizará la determinación de cargas que se aplican en los muros de una vivienda en serie, las cargas a tomar en cuenta son gravitacionales como cargas muertas, cargas vivas y cargas laterales (sismo). Esto con el fin de asegurar que cualquier tipo de carga que pueda estar aplicada sobre los muros sea tomada en cuenta. Al determinar las cargas se procederá a combinarlas utilizando el método de cargas factoradas y con esto obtener la carga última.

Al tener la carga última sobre los muros se utilizará el método simplificado plano para su análisis estructural y posteriormente se efectuará el diseño del refuerzo para ambos sistemas, y así obtener el tipo y la cantidad de acero de refuerzo necesaria para cada uno. Cuando se tenga el diseño de ambos muros se empezará con la cuantificación de materiales y equipo, también se realizará un análisis de rendimiento de mano de obra para cada sistema y un análisis de la formaleta a emplear en el caso de los muros de concreto reforzado, y de esta forma obtener el costo directo para cada uno. Se realizará una descripción de costos indirectos para efectos finales de la comparación. Por último se obtendrán gráficas de costo de acuerdo a la producción de la vivienda en serie en el tiempo y con esto determinar que tenga un menor costo para el proyecto y encontrar el punto de equilibrio entre ambos sistemas de muros para una producción de 1, 2, 4 y 5 casas semanales.

II. OBJETIVOS

A. GENERALES:

- Determinar cuál de los dos tipos de sistemas de muros (concreto reforzado o mampostería reforzada) es de menor costo dependiendo de la producción de vivienda en serie.
- Analizar el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros dependiendo del costo directo de los muros y de la producción de la vivienda en serie en el tiempo.

B. ESPECÍFICOS:

- Analizar el rendimiento de mano de obra para cada uno de los muros y con esto poder determinar el monto a pagar al personal.
- Estudiar los costos de materiales que intervendrán en el costo directo de los muros.
- Estudiar la formaleta que influye en el costo de los muros de concreto.
- Determinar el costo directo de la mampostería reforzada utilizando ladrillo de barro cocido.
- Determinar el costo directo del muro de concreto reforzado.
- Analizar cuál es el costo más conveniente para un proyecto de vivienda en serie de 200 casas.

III. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LOS MUROS POR EL MÉTODO SIMPLIFICADO PLANO

A. MÉTODO SIMPLIFICADO PLANO

El método simplificado plano para cargas laterales se basa en la distribución de las fuerzas sísmicas en forma proporcional a la rigidez de los muros. Este determina el centro de masa de la estructura donde se encuentra concentrada toda la masa de la estructura, este centro de masa cambia si algún muro se modifica en espesor, largo y sentido. También determina el centro de rigidez de la estructura, donde se encuentran concentradas todas las rigideces de los muros; es el eje donde el centro de masas y la fuerza lateral hacen rotar la estructura.

Cuando se utilizan muros de corte que proporcionan una resistencia vertical a deflexión o rotación de los muros, los muros de corte se deben asumir en voladizo desde la base. También se considera la excentricidad de los muros

Mediante las rigideces se determina la fuerza lateral, torsional, cortante y de flexión y con esto los momentos actuantes sobre los muros. Por medio del resultado de los momentos y de la fuerza cortante se obtiene el valor de los esfuerzos de flexión y corte. Como resultado se obtiene el área de acero requerida para cada muro de la estructura.

La rigidez en los muros mencionada anteriormente, se calcula por medio de las siguientes fórmulas:

La deformación por cortante:

$$\Delta_c = \Delta_m + \Delta_v = \frac{P * h^3}{3 * E_m * I} + \frac{1.2 * P * h}{A * E_v}$$

$\Delta_m = D$

$\Delta_v =$ Deformación a causa del corte.

P = Fuerza lateral.

h = Altura.

A = Área en planta.

I = Inercia.

Em = Módulo de elasticidad a compresión.

Ev = G = Módulo de elasticidad a corte.

Si se asume que Em y Ev son constantes y $E_v = 0.4 * E_m$ y también que $E_m = 1,000,000$ psi, el espesor del muro es 1" y $P = 100,000$ lbs, tenemos:

$$\Delta_c = 0.4 \left(\frac{h}{d} \right)^3 + 0.3 \left(\frac{h}{d} \right)$$

La rigidez del muro a corte se determina como:

$$R_c = \frac{1}{\Delta_c}$$

B. DETERMINACIÓN DE CARGAS

Se utilizó el análisis de corte basal del código UBC 1997 (UNIFORM BUILDING CODE) sección 1630 y el código ACI 318-77 (BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR REINFORCED CONCRETE) para determinar las cargas que estarán actuando sobre los muros de concreto y mampostería, con esto, obtener el valor del cortante basal al que se someterán los tipos de sistemas.

Para la determinación de las cargas sólo se utilizó el peso de la estructura, el cual se determinó por medio de valores encontrados en los códigos y normas mencionados anteriormente; también se utilizaron parámetros dados por proveedores para estimar el peso de impermeabilizantes y acabados, ya que estos forman parte del peso propio de la estructura.

En las tablas a continuación se especifican las cargas utilizadas:

PARA MAMPOSTERÍA: Para determinar el peso de losa se utilizó: el concreto, impermeabilizante y acabados que se tengan en la losa de techo.

Cuadro # 1: Carga muerta para losa de concreto.

	kg/m ³	PERALTE	TOTAL kg/m ²
Concreto	2400.00	0.10	240.00
Mezclón, impermeabilizante			100.00
Acabados			30.00
			370.00

Para el peso del muro de mampostería se utilizó: mampostería, grout.

Cuadro # 2: Peso de muros de mampostería.

Muros	TOTAL kg/m ²
	225.00

Al obtener los valores de los pesos en kg/m² se estimó el área de losa y de muros para determinar cuál era el peso total de la estructura en toneladas.

Cuadro # 3: Área de muros y de losa.

ÁREA DE MUROS	108.78 m ²
ÁREA DE LOSA	51.51 m ²

Cuadro # 4: Peso de la estructura con muros de mampostería.

PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA EN MAMPOSTERÍA	43,534.20 kg
	43.53 Ton

PARA CONCRETO: Para determinar el peso de losa se utilizó: el concreto, impermeabilizante y acabados que se tengan en la losa de techo.

Cuadro # 5: Carga muerta de losa de concreto.

	kg/m ³	PERALTE	TOTAL kg/m ²
Concreto	2400.00	0.10	240.00
Mezclón, impermeabilizante			100.00
Acabados			30.00
			370.00

Para el peso del muro de concreto se utilizó:

Cuadro # 6: Peso de muros de concreto.

	kg/m ³	ESPESOR	TOTAL kg/m ²
Concreto	2400	0.10	240.00
			240.00

Al efectuar el mismo procedimiento utilizado en la mampostería, se determinó el peso total de la estructura de concreto en toneladas.

Cuadro # 7: Área de muros y de losa.

ÁREA DE MUROS	108.78 m ²
ÁREA DE LOSA	51.51 m ²

Cuadro # 8: Peso total de la estructura con muros de concreto.

PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA EN CONCRETO	45,165.90 kg
	45.17 Ton

C. CARGA DE SISMO

La carga de sismo se determinó por medio del código UBC 1997 (UNIFORM BUILDING CODE) DISEÑO SÍSMICO división 4 en la sección 1630, donde se obtuvo el valor del corte basal para la estructura. Se determinaron dos tipos de carga de sismo, uno para el sistema de concreto reforzado y otro para el sistema de mampostería reforzada. Los parámetros para determinar el cortante basal en cada sistema se determinó por medio de las tablas del anexo # 3: Cuadros utilizados para determinar factores y coeficientes para el análisis sísmico, las cuales se encuentran dentro del código UBC 1997.

A continuación se describe el procedimiento para encontrar el cortante basal:

Primero se determinó el coeficiente numérico (Ct) para encontrar el período de la estructura, el tipo de estructura a utilizar fue estructuras de concreto o mampostería que estén actuando como muros de corte. Para determinar el valor Ct de acuerdo al tipo de estructura, se utilizó la sección 1630 del código UBC 1997 para estructuras de concreto o mampostería que trabajen como muros de corte, en donde:

$$C_t = \frac{0.0743}{\sqrt{A_c}}$$

El valor de A_c se establece con la siguiente fórmula:

$$A_c = \sum A_e \left[0.2 + (D_e/h_n)^2 \right]$$

El valor D_e/h_n no debe exceder de 0.9.

Donde,

A_e = La menor área de una sección transversal en cualquier plano horizontal del primer nivel en metros cuadrados.

D_e = La longitud más crítica de un muro de corte en el primer piso con dirección paralela a la fuerza aplicada en metros.

h_n = Altura de piso al próximo nivel en metros.

Cuadro # 9: Valores para determinar el coeficiente numérico para encontrar el período de la estructura.

A_e	5.86 m ²
D_e	8.39 m
H_n	2.60 m

Determinación del área A_c para encontrar el valor de C_t .

$$A_c = 62.17 \text{ m}^2$$

Valor del coeficiente numérico C_t .

$$C_t = 0.01$$

Ya teniendo el valor de C_t se encuentra el valor del período por medio del método A del UBC 1997 con:

$$T = C_t (h_n)^{2/4}$$

Valor del período de la estructura.

$$T = 0.02 \text{ Seg.}$$

El período mínimo aceptado por SEAOC (STRUCTURAL ENGINEERS ASSOCIATION OF CALIFORNIA) de las normas recomendadas, RECOMMENDED LATERAL FORCE REQUIREMENTS AND COMMENTARY, es de $T = 0.30$ seg. por lo que el período a utilizar para determinar el cortante basal es de 0.30 seg..

Para determinar los factores del cortante basal se utilizaron las tablas que se encuentran en el ANEXO # 3: CUADROS UTILIZADOS PARA DETERMINAR LOS FACTORES Y COEFICIENTES PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO (UBC 1997).

Para establecer el factor de zona sísmica (Z) se utiliza la tabla 16-I, ya que hay una zona tipo 4 el factor $Z = 0.40$. El tipo de zona sísmica se determina por la intensidad y ocurrencia del sismo en el sector, Guatemala por estar entre tres fallas tectónicas: Falla de cocos, Falla del Caribe y Falla de Norte América, se encuentra en la zona más alta de riesgo la cual es de tipo 4.

Para el tipo de suelo se buscó en la tabla 16-J el suelo con mayores similitudes al tipo de suelo S2 de las normas AGIES y se determinó que el suelo

era de tipo Sc. El suelo tipo Sc significa que es un suelo muy denso y de roca suave.

Para el factor de importancia sísmica (I) se utilizó la tabla 16-K con una categoría de ocupación tipo 4, estructura de ocupación estándar, por lo tanto $I = 1$.

Para hallar el coeficiente numérico(R) se utilizó la tabla 16-N para sistemas estructurales, en el cual se utilizó un coeficiente de $R = 4.5$ ya que este valor es el utilizado para muros de corte de concreto y mampostería reforzada.

Se determinó el tipo de fuente sísmica con la tabla 16-U, el tipo de fuente sísmica es B, existen tres tipos de zona sísmica A, B y C. Guatemala se encuentra en una zona sísmica donde estos suceden cada cierto período de tiempo y con una magnitud fuerte, por lo tanto es de tipo B.

Para determinar el coeficiente sísmico C_a se utilizó la tabla 16-Q y se obtuvo que $C_a = 0.40 * N_a$; para encontrar el factor de N_a se utiliza la tabla 16-S con una distancia a la fuente sísmica de 5.00 km. y tipo de fuente sísmica es B, por lo tanto $N_a = 1$ y $C_a = 0.40$. Para el coeficiente sísmico C_v se encuentra en la tabla 16-R, $C_v = 0.56 * N_v$; para determinar el factor N_v se utiliza la tabla 16-T con los mismos parámetros que se utilizaron para determinar N_a , por lo que $N_v = 1.2$ y $C_v = 0.56 * 1.2 = 0.672$.

Al obtener todos los parámetros que son utilizados para determinar el cortante basal, se inicio su cálculo y el resultado es el siguiente:

1. CORTANTE BASAL PARA MAMPOSTERÍA:

Cortante basal:

$$V = \frac{C_v I}{R T} W$$

$$V = 21.67 \text{ Ton}$$

Cortante basal máximo:

$$V = \frac{2.5 C_a I}{R} W$$

$$V_{\text{máx}} = 9.67 \text{ Ton}$$

Cortante basal mínimo:

$$V = 0.11 C_a I W$$

$$V_{\text{mín}} = 1.92 \text{ Ton}$$

Cortante basal mínimo para zona 4:

$$V = \frac{0.8 Z N_v I}{R} W$$

$$V_{\text{mín}} = 3.71 \text{ Ton}$$

2. CORTANTE BASAL PARA CONCRETO:

Cortante basal:

$$V = \frac{C_v I}{R T} W$$

$$V = 22.48 \text{ Ton}$$

Cortante basal máximo:

$$V = \frac{2.5 C_a I}{R} W$$

$$V_{\text{máx}} = 10.04 \text{ Ton}$$

Cortante basal mínimo:

$$V = 0.11 C_a I W$$

$$V_{\text{mín}} = 1.99 \text{ Ton}$$

Cortante basal mínimo para zona 4:

$$V = \frac{0.8 Z N_v I}{R} W$$

$$V_{\text{mín}} = 3.85 \text{ Ton}$$

El valor del cortante basal para ambos casos es mayor que el máximo por lo que se toma el cortante basal máximo como carga de sismo. Para la mampostería es $V = 9.67 \text{ Ton}$. y para el concreto es $V = 10.04 \text{ Ton}$.

D. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para el análisis estructural de los sistemas de muros se utilizó un programa de cómputo elaborado en Excel que se basa en el Método Simplificado Plano, en el cual se deben introducir las coordenadas de cada muro y cada losa sobre el eje de origen, el origen de las coordenadas se establece en la planta de la vivienda en el anexo # 6, el sentido de los muros, largo del muro y área de losa, espesor y la altura de los muros. El método utiliza la rigidez de cada muro para determinar el centro de rigideces y el de masa de la estructura y con esto determinar el área de acero requerida por cada muro.

1. COORDENADAS DE MUROS:

Cuadro # 10: Cuadro de parámetros para el programa del método simplificado plano para muros.

No.	Sentido del muro	Coordenadas Centroide (mts)		Largo del muro (mts)
		x	y	
1	x	3	0.07	6
2	x	1.54	3.12	2.8
3	x	1.54	5.52	2.8
4	x	3.5	6.58	1.4
5	x	3	8.32	6
6	x	4.97	5.52	2.2
7	x	5.04	3.12	1.2
A	y	0.07	1.04	1.8
B	y	0.07	5.675	5.25
C	y	1.82	4.75	1.4
D	y	2.87	4.95	1
E	y	3.52	7.5	1.6
F	y	6.07	4.195	8.39

2. COORDENADAS DE LOSAS:

Cuadro # 11: Cuadro de parámetros para el programa del método simplificado plano, en la sección de losa.

No.	Coordenadas Centroide (mts)		Área de losa (m ²)
	x	y	
1	3.07	1.56	19.16
2	1.94	4.32	9.29
3	5.01	4.32	5.45
4	1.76	6.96	10.1
5	4.83	6.96	7.52

El método se basa en la rigidez a flexión y a corte para determinar el acero de refuerzo necesario para soportar cargas laterales, las fórmulas utilizadas por el método se especificaron anteriormente en el capítulo III sección A.

E. MURO DE CONCRETO REFORZADO

El espesor utilizado para muros de concreto fue de 0.10 m y con una altura de 2.60 m. El programa se encuentra en el anexo # 1: Análisis Estructural Muros de Concreto, donde se puede observar el cálculo que se realizó con base a los datos de los cuadros # 21 y # 22 para determinar cuál era el área de acero de refuerzo que requerían los muros dentro del programa; se tomó el muro más crítico para determinar el área de acero a utilizar. El tipo de varillas y el espaciamiento entre ellas se especifica en el diseño del refuerzo para ambos sistemas parte a.

F. MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA

El espesor utilizado para muros de mampostería fue de 0.14 m y con una altura de 2.60 m. El programa se encuentra en el anexo # 2: Análisis Estructural Muros de Mampostería, donde se puede observar el cálculo que se realizó con base a los datos de los cuadros # 21 y # 22 para determinar cuál era el área de acero de refuerzo que requerían los muros dentro del programa; se tomó el muro más crítico para determinar el área de acero a utilizar. El tipo de varillas y el espaciamiento entre ellas se especifica en el Capítulo: IV Diseño del refuerzo para ambos sistemas parte b.

IV. DISEÑO DEL REFUERZO PARA AMBOS SISTEMAS

En el análisis estructural de los muros se observó que el área de acero requerida para el cálculo de sismo es muy similar entre los dos tipos de sistemas. Las varillas a utilizar para el refuerzo vertical son de grado 60 (60 ksi). Para el muro de mampostería el refuerzo horizontal que se utilizó fueron dos soleras fundidas de 10 cm por el ancho del muro a cada 0.80 m de altura, el refuerzo es 2 varillas No.3 grado 60 y un eslabón No.2 @ 20 cm. Para el muro de concreto no se utilizan soleras intermedias. El tipo de solera y su refuerzo se determinó en las NORMAS AGIES.

A. MURO DE CONCRETO REFORZADO

El área de acero requerido para la carga de sismo en el muro más crítico de concreto es de $A_s = 1.262 \text{ cm}^2$. Este valor es dividido dentro del área de la varilla a utilizar para obtener el espaciamiento entre pines o varillas de acero para el refuerzo vertical.

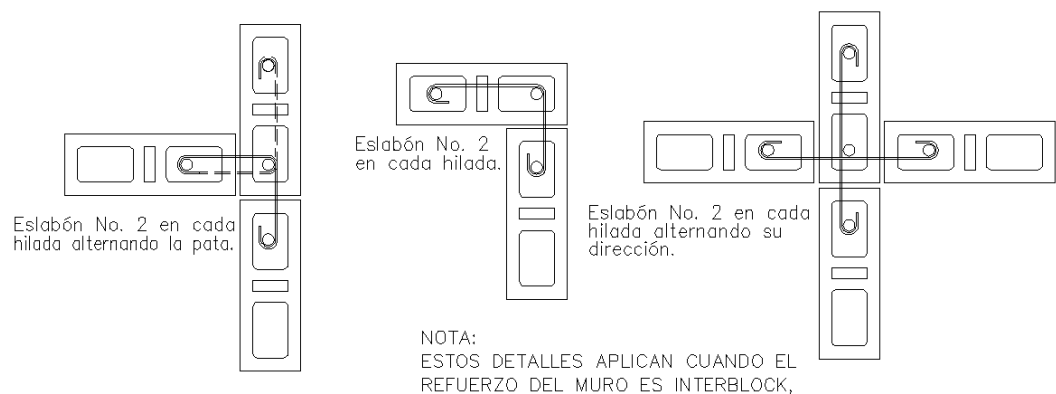
Se utilizó una varilla No.3 (3/8") que tiene un área de acero $A_s = 0.71 \text{ cm}^2$ para refuerzo vertical, por lo que el espaciamiento entre pines es: $0.71/1.262 = 0.56 \text{ cm}$; por lo tanto se utilizará un espaciamiento de 60 cm entre cada pin. Ya que el muro se funde de concreto, para economizar en costo se pueden reemplazar las varillas No.3 @ 60 cm por estructomallas que cumplan con el mismo refuerzo; para un espaciamiento de 38 cm con una varilla No.3 grado 60 se utiliza una estructomalla con nomenclatura 6" x 6" 4.5/4.5 (cuadro, calibre) y para su traslape se utilizan 30 cm. Estas estructomallas se colocan a lo largo de los muros y en las intersecciones tipo L y/o T de los muros se coloca refuerzo adicional con varillas No.3 @ 20 cm una de otra y se le agrega a la intersección un eslabón No.2 @ 20 cm que amarre las tres o cuatro varillas para formar una mayor concentración de refuerzo en las esquinas y/o intersecciones para darle mayor seguridad a la vivienda.

B. MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA

El área de acero requerido para la carga de sismo en el muro más crítico de mampostería es de $A_s = 1.22 \text{ cm}^2$. Este valor se divide dentro del área de la varilla a utilizar para obtener el espaciamiento entre pines o varillas de acero para el refuerzo vertical.

Se utilizó una varilla No.3 (3/8") que tiene un área de acero $A_s = 0.71 \text{ cm}^2$ para refuerzo vertical, por lo que el espaciamiento entre pines es: $0.71/1.22 = 0.58 \text{ cm}$; por lo tanto se utilizará un espaciamiento de 60 cm entre cada pin. En las intersecciones tipo L, T se colocan las varillas No.3 en cada uno de los agujeros que formen la intersección L y/o T y se le agrega a la intersección un eslabón No.2 en cada hilada de mampostería para formar más concentración de refuerzo en las esquinas y/o intersecciones para darle mayor seguridad a la vivienda. Las celdas que contengan pines se llenarán con grout que es una mezcla con proporciones 1:3:2 (Cemento: Arena: Piedrín 3/8").

Detalles para intersecciones tipo L y/o T:



REFUERZO TRANSVERSAL EN ESQUINAS Y CRUCES DE MURO

V. CUANTIFICACIÓN DE LOS COSTOS DE MATERIALES Y EQUIPO

Para determinar el costo directo de los dos tipos de sistema de muro se necesita cuantificar el muro de la vivienda. Para obtener la cantidad de madera se utilizó la conversión de 27 pie-tablar por cada metro cuadrado de superficie de contacto. A continuación se muestran cuadros de resumen sobre áreas y volúmenes de los dos tipos de muros:

A. MURO DE CONCRETO REFORZADO

A continuación un resumen de las áreas y volúmenes de cuantificación:

Cuadro # 12: Cuadro resumen de áreas y volúmenes para muro de concreto.

ML DE MURO	41.84 m
ALTURA	2.6 m
ÁREA MURO	108.78 m ²
ESPESOR DE MURO	0.1 m
VOLUMEN DE CONCRETO	11.42 m ³
ÁREA DE FORMALETA	217.57 m ²

Para los muros de concreto se utilizó un sistema de formaleta de aluminio, éste es liviano y eso da como resultado menos mano de obra y mayor rapidez en la producción de viviendas. Este sistema se emplea encofrando la vivienda completa, muros, losas, etc. Para determinar su cuantificación, sólo se tomó en cuenta dos veces el área de muros, ya que el costo se encuentra por metro cuadrado de formaleta.

Para cuantificar las varillas de acero y la cantidad de estructomallas que requiere el muro de concreto, se asume que en las esquinas y/o intersecciones tipo L, T se utilizó una varilla No.3 por 6.00 m a cada 20 cm de espaciamiento y para

las estructomallas se determinan los metros cuadrados de muros sobre metros cuadrados de estructomalla y eso por un 30% de traslape y/o anclaje, de esto se obtienen la cantidad de estructomallas a usar; se utilizó 10 estructomallas (6.00 m x 2.35 m) para todo el área de muros. Para los eslabones se divide la altura del muro dentro del espaciamiento entre eslabones y se multiplica por el largo del eslabón y eso por la cantidad de esquinas y/o intersecciones que tenga la casa.

B. MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA

A continuación un resumen de las áreas y volúmenes de cuantificación:

Cuadro # 13: Cuadro de resumen de áreas y volúmenes para muro de mampostería.

ML DE MURO	41.84 m
ALTURA	2.6 m
ÁREA MURO	108.78 m ²
ÁREA LADRILLO	0.08 m ²
CANTIDAD DE LADRILLOS	1428 u

Cuadro # 14: Dimensiones de la mampostería.

MAMPOSTERÍA (m)		
largo	ancho	altura
0.39	0.14	0.19

Cuadro # 15: Cantidad de sisa para la mampostería.

	SISA
POR MAMPOSTERÍA	0.05 M3
TOTAL	75.00 M3

Cuadro # 16: Área total del agujero de la mampostería donde se coloca el pin y grout.

AGUJERO DE MAMPOSTERÍA		
LARGO	ANCHO	RADIO
0.08	0.09	0.035
0.011	ÁREA TOTAL (m ²)	

Cuadro # 17: Cantidad de grout para los pines en el muro de mampostería.

	GROUT
POR AGUJERO	0.03 m ³
CANTIDAD DE PINES	105.00 u
TOTAL DE GROUT	3.17 m ³

Para cuantificar las varillas de acero que requiere un pin del muro de mampostería, se asume que al sumarse los traslapes que se hacen al cortar la varilla para introducir la mampostería y anclajes en cimiento y losa de techo se utiliza una varilla No.3 de 6.00 m. Para los eslabones se divide la altura del muro dentro del espaciamiento entre eslabones y se multiplica por el largo del eslabón y eso por la cantidad esquinas y/o intersecciones que se tengan en la casa.

Cuadro # 18: Resumen de la cantidad de pines en la vivienda.

EJE	PINES	
A	14	
A'	5	
B	15	
C	12	
D	13	
1	15	
1'	4	
2	3	
3	4	
4	5	
5	15	
	105	TOTAL DE PINES

VI. ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA

El rendimiento de mano de obra se obtuvo por datos que la Cámara de Construcción de Guatemala obtiene año tras año y también por experiencia de empresas constructoras que miden el rendimiento de sus empleados a través de los años que llevan en el mercado de la construcción.

El análisis de rendimiento de mano de obra se efectuó asumiendo que el tiempo de trabajo para los muros era de una semana calendario; cada semana de trabajo cuenta con 44.00 horas, esto porque son 5.5 días a la semana (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y medio día del sábado) y cada día cuenta con 8.00 horas hábiles para trabajar.

Se determinaron las actividades que se efectúan para levantado de muros (concreto y mampostería) y se realizó un cuadro en el cual se propone el grupo de trabajo, cuántos albañiles y ayudantes, y junto con las actividades, rendimientos, horas de trabajo y grupo propuesto, proporciona un resultado que es un factor por el que se tiene que multiplicar el grupo propuesto y con esto se determina la cantidad de albañiles y ayudantes que se necesitan para el levantado de muros.

A. MURO DE CONCRETO REFORZADO

Por el resultado obtenido en el cuadro de rendimientos del anexo # 4, el personal propuesto para el levantado de muros de concreto es de dos albañiles y dos ayudantes para un área de 108.78 mts².

B. MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA

Por el resultado obtenido en el cuadro de rendimientos del anexo # 5, el personal propuesto para el levantado de muros de mampostería es de cuatro albañiles y dos ayudantes para un área de 108.78 mts².

VII. DESCRIPCIÓN Y DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DIRECTOS

El costo directo se entiende como aquellas asignaciones que intervienen directamente para ejecutar la obra. Dentro de los costos directos se encuentran lo que son materiales, subcontratos y mano de obra, en algunos casos se puede introducir la maquinaria y/o equipo, esto depende de cada empresa y de cómo manejan ellos sus costos de rentabilidad sobre maquinaria y/o equipo. El precio de materiales, equipo y mano de obra que se utilizó para determinar el costo directo de los dos tipos de sistemas de muros es de enero de 2008.

A continuación se describen la integración de los costos directos para ambos sistemas de muros:

A. MURO DE CONCRETO REFORZADO

Para el costo de la formaleta de aluminio se determinó que 1 m² de formaleta que tiene un costo \$ 331.29 / m², la tasa de cambio a quetzales es de \$ 1.00 = Q 7.65 por lo tanto el costo en quetzales por 1 m² es: Q 2,534.37 / m².

La integración del costo directo para el muro de concreto es el siguiente:

Cuadro # 19: Integración costo de materiales muro de concreto reforzado.

REGLÓN DE MATERIALES

No. 1	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	Q	Q
				PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1.01	CONCRETO FLUIDO 3,000 psi	11.50	M3	906.66	10426.59
1.02	TACOS DE CEMENTO	451.00	UNIDAD	0.51	230.01
1.03	WAPE	3.50	LBS	11.00	38.50
1.04	MASQUIN TAPE	3.50	UNIDAD	9.00	31.50
1.05	GRASA	2.50	LBS	5.00	12.50
1.06	DISCO SEPARADOR	490.00	UNIDAD	0.99	485.10
1.07	ELECTROMALLA 6"x6" 4.5/4.5	10.00	UNIDAD	306.41	3064.10
1.08	VARILLA No.3 GRADO 60 DE 6.00 m	47.00	VAR	22.00	1034.00
1.09	VARILLA No.2 GRADO 40 DE 6.0 m	10.00	VAR	8.67	86.70
1.10	DIESEL	4.15	GAL	26.00	107.90
1.11	DUROPORT (1 cm)	6.00	PLANCHA	21.00	126.00
1.12	UNIDAD DE TOPE	84	UNIDAD	1.28	107.11
1.13	FULMINANTE	84	UNIDAD	0.50	41.84
1.14	CLAVO PARA FORMALETA	84	UNIDAD	0.50	41.84
1.15	CLAVO 3"	10.00	LBS	3.45	34.50
1.16	ALAMBRE DE AMARRE	0.40	QQ	347.00	138.80
1.17	FORMALETA	35.00	PIE-TABLA	4.60	161.00
1.18	DESECOFRANTE PARA METAL	6.50	GAL	151.00	981.50

TOTAL Q	17149.4904
----------------	-------------------

Cuadro # 20: Integración costo de mano de obra muro de concreto reforzado y costo directo total del muro.

REGLÓN MANO DE OBRA

No. 3	MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	Q	Q
					PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
3.01	RESANE	217.56	M2	1	19.00	4133.64
3.02	ALBAÑIL	2	DIA/HOM	7	97.50	1365.00
3.03	AYUDANTE	2	DIA/HOM	7	66.50	931.00
3.04	PRESTACIONES	70%	GLOBAL	1		1607.20

TOTAL Q	8036.84
----------------	----------------

COSTO TOTAL MUROS DE CONCRETO	Q25,186.33
--------------------------------------	-------------------

El renglón de equipo se coloca aparte ya que éste se utiliza para determinar el costo de la formaleta de aluminio diluido entre la producción de viviendas del proyecto. Este valor se suma al costo directo de la vivienda y demuestra que mientras exista una mayor producción de viviendas el costo de la formaleta disminuye hasta que ésta tenga una rentabilidad para la empresa. Para realizar las gráficas de costo directo dependiendo de la producción de vivienda en serie en el tiempo, se analizan cuatro tipos de gráficas de acuerdo a su producción semanal, para 1, 2, 4 y 5 viviendas semanales.

Cuadro # 21: Costo formaleta aluminio para muros de concreto reforzado.

REGLÓN EQUIPO

No. 2	EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	Q	Q
					PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
2.01	FORMALETA DE ALUMINIO	108.78	M2	1	2534.37	275688.61

TOTAL Q	275688.61
----------------	------------------

B. MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA

La integración del costo directo para el muro de mampostería de ladrillo tubular de barro cocido es el siguiente:

Cuadro # 22: Integración costo de muro de mampostería reforzada.

MURO DE LADRILLO BARRO COCIDO**REGLÓN DE MATERIALES**

No. 1	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	Q	
				PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1.01	GROUT PARA PINES	3.17	M3	560.97	1,778.27
1.02	CONCRETO 3,000 PSI (SOLERAS)	1.23	M3	925.00	1,137.75
1.03	MORTERO PARA LEVANTADOS	3.24	M3	881.28	2,855.35
1.04	LADRILLO TUBULAR (0.14x0.19x0.39 m)	1428	UNIDAD	5.28	7,539.84
1.05	VARILLAS No.3 GRADO 60 DE 6.00 m	108	VAR	22.00	2,376.00
1.06	VARILLAS No.2 GRADO 40 DE 6.00 m	10	VAR	8.67	86.70
1.07	CLAVO 3"	10	LBS	3.45	34.50
1.08	ALAMBRE DE AMARRE	0.25	QQ	347.00	86.75
1.09	FORMALETA	45	PIE-TABLA	4.60	207.00
1.10	DESENCOFRANTE PARA MADERA	2.25	GAL	40.00	90.00

TOTAL Q	16,192.16
----------------	------------------

Cuadro # 23: Costo de equipo para muros de mampostería reforzada.

REGLÓN EQUIPO

No. 2	MAQUINARIA	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	Q	
					PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
2.01	ANDAMIO	108.78	M2	1	0.85	92.46

TOTAL Q	92.46
----------------	--------------

Cuadro # 24: Integración costo de mano de obra para muro de mampostería reforzada y costo directo total para muro de mampostería reforzada.

REGLÓN MANO DE OBRA

No. 3	MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	Q	
					PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
3.01	RESANES	217.56	M2	1	18	3916.08
3.02	ALBAÑIL	4	DIA/HOM	7	96.43	2,700.04
3.03	AYUDANTE	2	DIA/HOM	7	57.50	805.00
3.04	PRESTACIONES	70%	GLOBAL	1		2,453.53

TOTAL Q	9,874.65
----------------	-----------------

COSTO TOTAL MURO DE MAMPOSTERÍA	Q26,159.27
--	-------------------

VIII. DESCRIPCIÓN DE LOS COSTOS INDIRECTOS

El costo indirecto se entiende como aquellas asignaciones que se aplican a todos los renglones de obra (instalaciones provisionales, pago del encargado de obra, etc.). Los costos indirectos son la suma de todos los gastos técnico-administrativos que son necesarios para la ejecución de una obra.

Desde el punto de vista de aplicación al proyecto en particular, la contabilidad de la oficina central, entiende como gasto directo todos aquellos pagos que se hacen para determinada obra (materiales, mano de obra, instalaciones provisionales, pago del encargado de obra, etc.), mientras que los indirectos son aquellas asignaciones que se aplican a todos los proyectos de la empresa (alquileres, personal administrativo, pago de teléfono, energía eléctrica, etc.)

Como parte de los costos indirectos se encuentran los imprevistos, la utilidad, administración oficina central, administración oficina en obra, alquileres, depreciación de maquinaria y/o equipo, impuestos; estos son algunos de los costos indirectos que pueden estar presentes en un proyecto, cada empresa integra sus costos indirectos de forma distinta, ya que estos dependen del tipo de proyecto y de su duración. A continuación algunos ejemplos de imprevistos y de incertidumbre, los cuales se puede llegar a confundir muy a menudo como imprevisto y por esa razón se ejemplifican algunos de estos:

- Incertidumbre puede ser:
 - Naturales (terremotos)
 - Económicas (salarios mínimos, prestaciones)
 - Humanas (guerras, cambios al proyecto, omisiones en especificaciones.)

- Imprevistos:
 - Épocas de lluvia
 - Variaciones en precios
 - Errores humanos: cuantificaciones, renglones
 - Ineficiencia en obra
 - Renuncias, enfermedades

IX. RESULTADOS

A. PARA MURO DE MAMPOSTERÍA REFORZADA

El costo del muro de mampostería es constante durante todo el tiempo, ya que éste no varía su costo directo por que la integración del presupuesto del muro de una vivienda durante el proyecto es el mismo. Para el muro de mampostería reforzada no se analiza la producción de vivienda porque siempre su costo directo es constante.

Cuadro # 25: Costo directo para el muro de mampostería para una vivienda.

COSTO DIRECTO DE MURO DE MAMPOSTERÍA PARA 1 VIVIENDA	Q26,159.27
--	------------

Cuadro # 26: Valores para determinar la tendencia del muro de mampostería reforzada, costo directo (Q) vrs tiempo (meses).

MESES	COSTO POR CASA
0.5	Q26,159.27
1	Q26,159.27
1.5	Q26,159.27
2	Q26,159.27
2.5	Q26,159.27
3	Q26,159.27
3.5	Q26,159.27
4	Q26,159.27
4.5	Q26,159.27
5	Q26,159.27

.
. .
.

69.5	Q26,159.27
70	Q26,159.27
70.5	Q26,159.27
71	Q26,159.27
71.5	Q26,159.27
72	Q26,159.27
72.5	Q26,159.27
73	Q26,159.27
73.5	Q26,159.27
74	Q26,159.27
74.5	Q26,159.27
75	Q26,159.27
75.5	Q26,159.27
76	Q26,159.27

B. PARA MURO DE CONCRETO REFORZADO

El costo del muro de concreto sí varía de acuerdo a la producción de viviendas, ya que el costo de la formaleta de aluminio se diluye dentro de la producción de viviendas y esto produce que la tendencia de su curva sea descendente porque mientras más producción, menor es el costo de la formaleta. Por lo tanto al costo directo del muro de concreto reforzado se le suma la formaleta diluida entre la producción de viviendas.

1. GRÁFICAS DE COSTO DIRECTO DE ACUERDO A PRODUCCIÓN EN EL TIEMPO PARA VIVIENDA EN SERIE

a. PRODUCCIÓN DE UNA CASA SEMANAL

Cuadro # 27: Costo directo de los muros de concreto reforzado sin costo de formaleta y costo de formaleta de aluminio para muros de una casa.

COSTO DIRECTO DE MURO DE CONCRETO SIN FORMALETA POR UNA VIVIENDA	Q25,186.33
COSTO DE FORMALETA DE ALUMINIO PARA MUROS POR UNA VIVIENDA	Q275,688.61

Cuadro # 28: Costo de formaleta de aluminio por una producción de una casa semanal en muros de concreto reforzado.

PRODUCCIÓN DE CASAS POR CADA 2 SEMANAS	COSTO DE FORMALETA / PRODUCCIÓN
2	Q137,844.30
4	Q68,922.15
6	Q45,948.10
8	Q34,461.08
10	Q27,568.86
12	Q22,974.05
14	Q19,692.04
16	Q17,230.54
18	Q15,316.03
20	Q13,784.43
22	Q12,531.30
	.
	.
	.
276	Q998.87
278	Q991.69
280	Q984.60
282	Q977.62
284	Q970.73
286	Q963.95
288	Q957.25
290	Q950.65
292	Q944.14
294	Q937.72
296	Q931.38
298	Q925.13
300	Q918.96
302	Q912.88
304	Q906.87

Cuadro # 29: Valores para determinar la tendencia del muro de concreto reforzado, costo directo (Q) más (costo de formaleta /producción) vrs tiempo (meses).

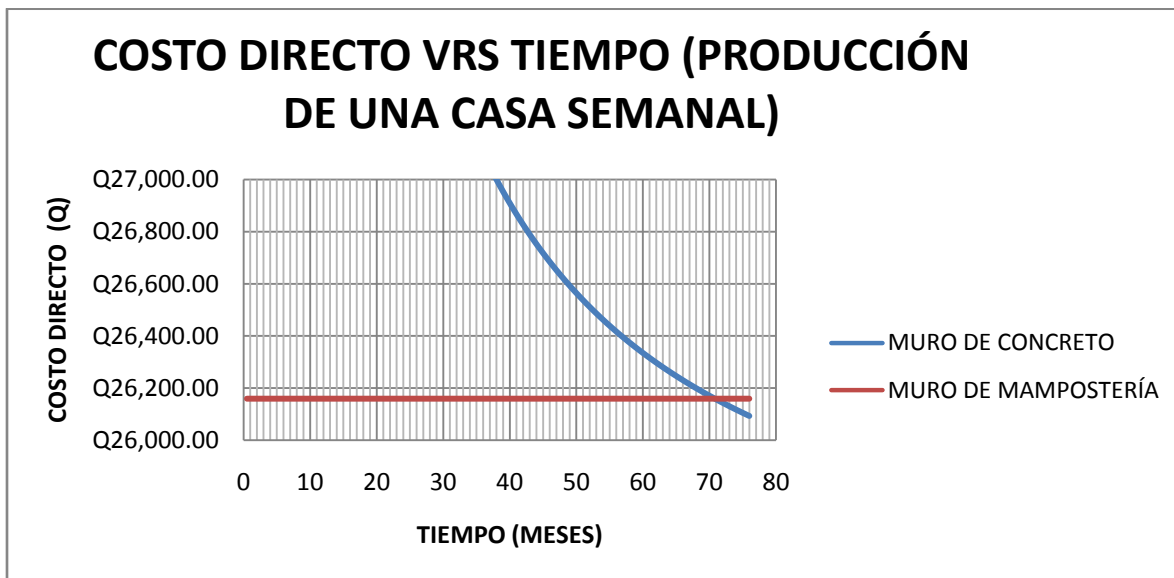
MESES	COSTO POR CASA
0.5	Q163,030.63
1	Q94,108.48
1.5	Q71,134.43
2	Q59,647.41
2.5	Q52,755.19
3	Q48,160.38
3.5	Q44,878.37
4	Q42,416.87
4.5	Q40,502.36
5	Q38,970.76

.
.
.

69.5	Q26,178.02
70	Q26,170.93
70.5	Q26,163.95
71	Q26,157.06
71.5	Q26,150.28
72	Q26,143.58
72.5	Q26,136.98
73	Q26,130.47
73.5	Q26,124.05
74	Q26,117.71
74.5	Q26,111.46
75	Q26,105.29
75.5	Q26,099.21
76	Q26,093.20

Gráfica para una producción de una casa semanal:

Gráfica # 1: Gráfica comparativa entre muro de concreto reforzado y muro de mampostería reforzada para una producción de una casa semanal.



Para determinar el punto de equilibrio entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada, se utilizó la ecuación de la recta, ya que se asumió que la curva de muro de concreto es lineal en el tramo donde interseca a la recta del muro de mampostería. Por lo tanto:

La ecuación de la recta es:

$$y = m * x + b$$

La ecuación de la pendiente es:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Por lo tanto,

Cuadro # 30: Valores de X para determinar la pendiente del muro de concreto.

	MESES
x_1	70.5
x_2	71

Cuadro # 31: Valores de Y para determinar la pendiente del muro de concreto.

	COSTO DIRECTO MURO
y_1	Q26,163.95
y_2	Q26,157.06

Cuadro # 32: Valores de la pendiente y de b para determinar el tiempo donde se interceptan los dos sistemas de muros.

Pendiente (m)	-13.77
b	27134.68

Al obtener los valores de pendiente y de b podemos determinar la cantidad de tiempo en meses que se necesita para llegar al punto de equilibrio.

Cuadro # 33: Tiempo en el que se produce el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros.

Y (Q)	Q26,159.27
X (meses)	70.84

Ya que la producción de vivienda en serie es lineal se puede determinar qué:

Cuadro # 34: Tiempo y producción de viviendas donde se encuentra el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros (concreto reforzado y mampostería reforzada).

MESES	PRODUCCIÓN DE CASAS
70.84	283.36

El punto de equilibrio entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada es en 284 viviendas con una producción de una casa semanal.

b. PRODUCCIÓN DE DOS CASAS SEMANALES

Cuadro # 35: Costo directo de los muros de concreto reforzado sin costo de formaleta y costo de formaleta de aluminio para muros con una producción de dos casas semanales.

COSTO DIRECTO DE MURO DE CONCRETO SIN FORMALETA POR UNA VIVIENDA	Q25,186.33
COSTO DE FORMALETA DE ALUMINIO PARA MUROS POR UNA VIVIENDAS	Q275,688.61

Cuadro # 36: Costo de formaleta de aluminio por una producción de dos casas semanales en muros de concreto reforzado.

PRODUCCIÓN DE CASAS CADA DOS SEMANAS	COSTO DE FORMALETA / PRODUCCIÓN
4	Q68,922.15
8	Q34,461.08
12	Q22,974.05
16	Q17,230.54
20	Q13,784.43
24	Q11,487.03
28	Q9,846.02
32	Q8,615.27
36	Q7,658.02
40	Q6,892.22
.	
.	
.	
256	Q1,076.91
260	Q1,060.34
264	Q1,044.28
268	Q1,028.69
272	Q1,013.56
276	Q998.87
280	Q984.60
284	Q970.73
288	Q957.25
292	Q944.14
296	Q931.38
300	Q918.96
304	Q906.87
308	Q895.09
312	Q883.62
316	Q872.43
320	Q861.53

Cuadro # 37: Valores para determinar la tendencia del muro de concreto reforzado, costo directo (Q) más (costo de formaleta /producción) vrs tiempo (meses).

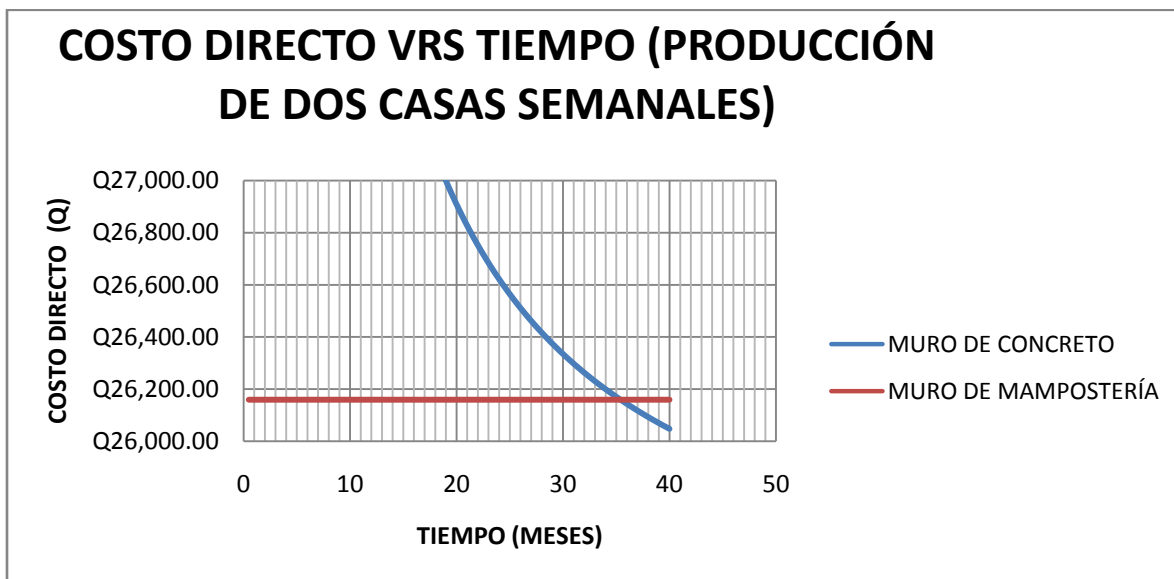
MESES	COSTO POR CASA
0.5	Q94,108.48
1	Q59,647.41
1.5	Q48,160.38
2	Q42,416.87
2.5	Q38,970.76
3	Q36,673.36
3.5	Q35,032.35
4	Q33,801.60
4.5	Q32,844.35
5	Q32,078.55

·
·
·

32	Q26,263.24
32.5	Q26,246.67
33	Q26,230.61
33.5	Q26,215.02
34	Q26,199.89
34.5	Q26,185.20
35	Q26,170.93
35.5	Q26,157.06
36	Q26,143.58
36.5	Q26,130.47
37	Q26,117.71
37.5	Q26,105.29
38	Q26,093.20
38.5	Q26,081.42
39	Q26,069.95
39.5	Q26,058.76
40	Q26,047.86

Gráfica para una producción de dos casas semanales:

Gráfica # 2: Gráfica comparativa entre muro de concreto reforzado y muro de mampostería reforzada para una producción de dos casas semanales.



Para determinar el punto de equilibrio entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada, se utilizó la ecuación de la recta, ya que se asumió que la curva de muro de concreto es lineal en el tramo donde interseca a la recta del muro de mampostería. Por lo tanto:

La ecuación de la recta es:

$$y = m * x + b$$

La ecuación de la pendiente es:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Por lo tanto,

Cuadro # 38: Valores de X para determinar la pendiente del muro de concreto.

	MESES
x_1	35
x_2	35.5

Cuadro # 39: Valores de Y para determinar la pendiente del muro de concreto.

	COSTO DIRECTO MURO
y_1	Q26,170.93
y_2	Q26,157.06

Cuadro # 40: Valores de la pendiente y de b para determinar el tiempo donde se interceptan los dos sistemas de muros.

Pendiente (m)	-27.74
b	27141.67

Al obtener los valores de pendiente y de b podemos determinar la cantidad de tiempo en meses que se necesita para llegar al punto de equilibrio.

Cuadro # 41: Tiempo en el que se produce el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros.

Y (Q)	Q26,159.27
X (meses)	35.42

Ya que la producción de vivienda en serie es lineal se puede determinar:

Cuadro # 42: Tiempo y producción de viviendas donde se encuentra el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros (concreto reforzado y mampostería reforzada).

MESES	PRODUCCIÓN DE CASAS
35.42	283.36

El punto de equilibrio entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada es en 284 viviendas con una producción de dos casas semanales.

c. PRODUCCIÓN DE CUATRO CASAS SEMANALES

Cuadro # 43: Costo directo de los muros de concreto reforzado sin costo de formaleta y costo de formaleta de aluminio para muros con una producción de cuatro casas semanales.

COSTO DIRECTO DE MURO DE CONCRETO SIN FORMALETA POR UNA VIVIENDA	Q25,186.33
COSTO DE FORMALETA DE ALUMINIO PARA MUROS POR UNA VIVIENDAS	Q275,688.61

Cuadro # 44: Costo de formaleta de aluminio por una producción de cuatro casas semanales en muros de concreto reforzado.

PRODUCCIÓN DE CASAS CADA DOS SEMANAS	COSTO DE FORMALETA / PRODUCCIÓN
8	Q34,461.08
16	Q17,230.54
24	Q11,487.03
32	Q8,615.27
40	Q6,892.22
48	Q5,743.51
56	Q4,923.01
64	Q4,307.63
72	Q3,829.01
80	Q3,446.11
	.
	.
	.
240	Q1,148.70
248	Q1,111.65
256	Q1,076.91
264	Q1,044.28
272	Q1,013.56
280	Q984.60
288	Q957.25
296	Q931.38
304	Q906.87
312	Q883.62
320	Q861.53

Cuadro # 45: Valores para determinar la tendencia del muro de concreto reforzado, costo directo (Q) más (costo de formaleta /producción) vrs tiempo (meses).

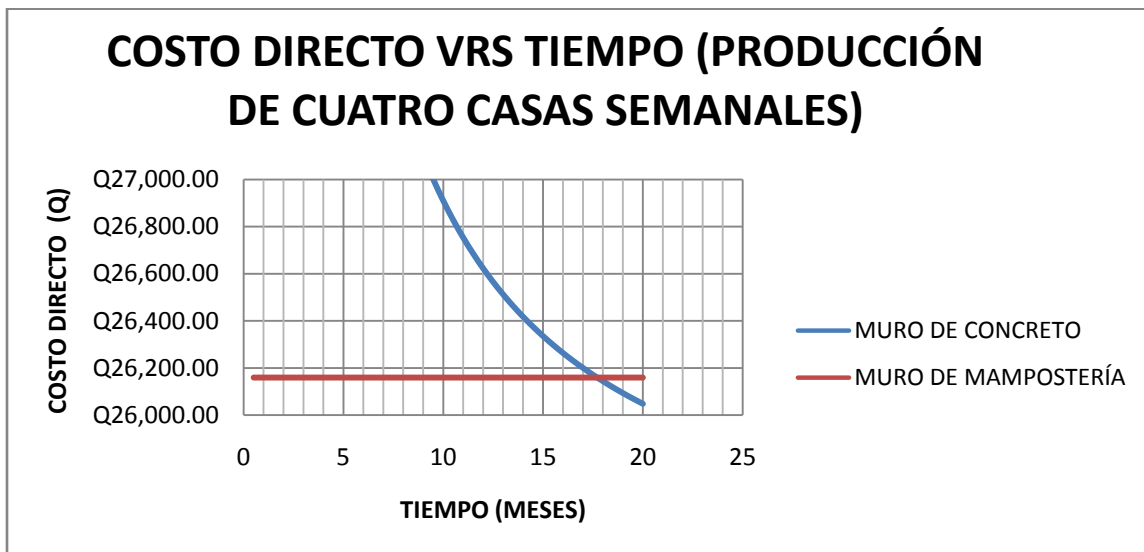
MESES	COSTO POR CASA
0.5	Q59,647.41
1	Q42,416.87
1.5	Q36,673.36
2	Q33,801.60
2.5	Q32,078.55
3	Q30,929.84
3.5	Q30,109.34
4	Q29,493.96
4.5	Q29,015.34
5	Q28,632.44

.
.
.

15	Q26,335.03
15.5	Q26,297.98
16	Q26,263.24
16.5	Q26,230.61
17	Q26,199.89
17.5	Q26,170.93
18	Q26,143.58
18.5	Q26,117.71
19	Q26,093.20
19.5	Q26,069.95
20	Q26,047.86

Gráfica para una producción de cuatro casas semanales:

Gráfica # 3: Gráfica comparativa entre muro de concreto reforzado y muro de mampostería reforzada para una producción de cuatro casas semanales.



Para determinar el punto de equilibrio entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada, se utilizó la ecuación de la recta, ya que se asumió que la curva de muro de concreto es lineal en el tramo donde interseca a la recta del muro de mampostería. Por lo tanto:

La ecuación de la recta es:

$$y = m * x + b$$

La ecuación de la pendiente es:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Por lo tanto,

Cuadro # 46: Valores de X para determinar la pendiente del muro de concreto.

	MESES
x_1	17.5
x_2	18

Cuadro # 47: Valores de Y para determinar la pendiente del muro de concreto.

	COSTO DIRECTO MURO
y_1	Q26,170.93
y_2	Q26,143.58

Cuadro # 48: Valores de la pendiente y de b para determinar el tiempo donde se interceptan los dos sistemas de muros.

Pendiente (m)	-54.70
b	27,128.18

Al obtener los valores de pendiente y de b podemos determinar la cantidad de tiempo en meses que se necesita para llegar al punto de equilibrio.

Cuadro # 49: Tiempo en el que se produce el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros.

Y (Q)	Q26,159.27
X (meses)	17.71

Ya que la producción de vivienda en serie es lineal se puede determinar:

Cuadro # 50: Tiempo y producción de viviendas donde se encuentra el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros (concreto reforzado y mampostería reforzada).

MESES	PRODUCCIÓN DE CASAS
17.71	283.41

El punto de equilibrio entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada es en 284 viviendas con una producción de cuatro casas semanales.

d. PRODUCCIÓN DE CINCO CASAS SEMANALES

Cuadro # 51: Costo directo de los muros de concreto reforzado sin costo de formaleta y costo de formaleta de aluminio para muros con una producción de cinco casas semanales.

COSTO DIRECTO DE MURO DE CONCRETO SIN FORMALETA POR UNA VIVIENDA	Q25,186.33
COSTO DE FORMALETA DE ALUMINIO PARA MUROS POR UNA VIVIENDAS	Q275,688.61

Cuadro # 52: Costo de formaleta de aluminio por una producción de cinco casas semanales en muros de concreto reforzado.

PRODUCCIÓN DE CASAS CADA 2 SEMANAS	COSTO DE FORMALETA / PRODUCCIÓN
10	Q27,568.86
20	Q13,784.43
30	Q9,189.62
40	Q6,892.22
50	Q5,513.77
60	Q4,594.81
70	Q3,938.41
80	Q3,446.11
90	Q3,063.21
100	Q2,756.89
	.
	.
	.
240	Q1,148.70
250	Q1,102.75
260	Q1,060.34
270	Q1,021.07
280	Q984.60
290	Q950.65
300	Q918.96
310	Q889.32
320	Q861.53
330	Q835.42
340	Q810.85

Cuadro # 53: Valores para determinar la tendencia del muro de concreto reforzado, costo directo (Q) más (costo de formaleta /producción) vrs tiempo (meses).

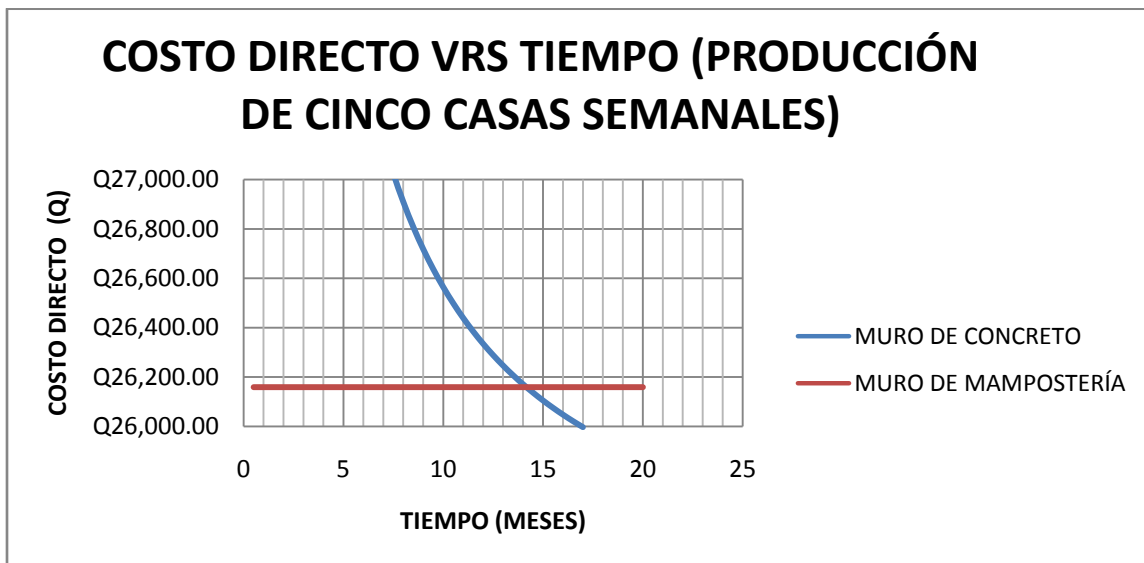
MESES	COSTO POR CASA
0.5	Q52,755.19
1	Q38,970.76
1.5	Q34,375.95
2	Q32,078.55
2.5	Q30,700.10
3	Q29,781.14
3.5	Q29,124.74
4	Q28,632.44
4.5	Q28,249.54
5	Q27,943.22

·
·
·

12	Q26,335.03
12.5	Q26,289.08
13	Q26,246.67
13.5	Q26,207.40
14	Q26,170.93
14.5	Q26,136.98
15	Q26,105.29
15.5	Q26,075.65
16	Q26,047.86
16.5	Q26,021.75
17	Q25,997.18

Gráfica para una producción de cinco casas semanales:

Gráfica # 4: Gráfica comparativa entre muro de concreto reforzado y muro de mampostería reforzada para una producción de cinco casas semanales.



Para determinar el punto de equilibrio entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada, se utilizó la ecuación de la recta, ya que se asumió que la curva de muro de concreto es lineal en el tramo donde interseca a la recta del muro de mampostería. Por lo tanto:

La ecuación de la recta es:

$$y = m * x + b$$

La ecuación de la pendiente es:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Por lo tanto,

Cuadro # 54: Valores de X para determinar la pendiente del muro de concreto.

	MESES
x_1	14
x_2	14.5

Cuadro # 55: Valores de Y para determinar la pendiente del muro de concreto.

	COSTO DIRECTO MURO
y_1	Q26,170.93
y_2	Q26,136.98

Cuadro # 56: Valores de la pendiente y de b para determinar el tiempo donde se interceptan los dos sistemas de muros.

Pendiente (m)	-67.90
b	27,121.58

Al obtener los valores de pendiente y de b podemos determinar la cantidad de tiempo en meses que se necesita para llegar al punto de equilibrio.

Cuadro # 57: Tiempo en el que se produce el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros.

Y (Q)	Q26,159.27
X (meses)	14.17

Ya que la producción de vivienda en serie es lineal se puede determinar:

Cuadro # 58: Tiempo y producción de viviendas donde se encuentra el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros (concreto reforzado y mampostería reforzada).

MESES	PRODUCCIÓN DE CASAS
14.71	283.43

El punto de equilibrio entre el muro de concreto reforzado y el muro de mampostería reforzada es en 284 viviendas con una producción de cinco casas semanales.

X. CONCLUSIONES

- Por el resultado obtenido en las gráficas “COSTO DIRECTO VRS TIEMPO” se puede observar que el punto de equilibrio entre los dos tipos de sistemas de muros (concreto reforzado y mampostería reforzada) para los cuatro tipos de producción es de 284 viviendas y con un tiempo de:
 - Una casa semanal en 70.84 meses.
 - Dos casas semanales en 35.42 meses.
 - Cuatro casas semanales en 17.71 meses.
 - Cinco casas semanales en 14.17 meses.
- Todo proyecto que realice una producción menor al punto de equilibrio será más viable realizarlo con el sistema de mampostería reforzada.
- Todo proyecto que realice una producción mayor al punto de equilibrio será más viable realizarlo con el sistema de formaleta metálica con concreto reforzado.
- Para el proyecto de vivienda en serie, presentado en esta tesis, de 200 viviendas se determinó que el tipo de sistema de muro más económico es el de mampostería reforzada, porque la cantidad de viviendas es menor al punto de equilibrio.

XI. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis del costo directo de la vivienda completa, ya que existen otros tipos de costo directo que pueden determinar la decisión de qué tipo de sistema de muro utilizar; otros costos directos que tienen influencia sobre el costo total de la vivienda pueden ser las losas, los cimientos.
- Todo proyecto donde se decida utilizar formaleta metálica para muros de concreto reforzado se debe analizar tomando en cuenta la producción semanal de las viviendas.
- Todo proyecto que utilice formaleta metálica para la producción de vivienda en serie debe tener como mínimo una producción de cinco casas semanales para que ésta sea eficiente y se obtenga una rentabilidad sobre la formaleta en un lapso corto de tiempo para la empresa.
- El sistema de mampostería reforzada sigue siendo un sistema competitivo y atractivo desde el punto de vista de costo directo, ya que no todos los proyectos de vivienda en serie son de cantidades mayores a las 284 viviendas.

XII. LITERATURA CITADA

1. Amrhein, James E., 1992, *Reinforced Masonry Engineering Handbook: Clay and Concrete Masonry*, Masonry Institute of America, Fifth Edition, U.S.A., 468 págs.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, 2002, *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la república de Guatemala* (AGIES), Guatemala.
3. Structural Engineers Association Of California, 1974, *Recommended lateral force requirements and commentary* (SEAOC), Seismology Committee, Fourth Edition With Partial Commentary, U.S.A., 33 págs.
4. Structural Engineering Design Provision, 1997, *Uniform building code* (UBC), Third Edition, U.S.A., 492 págs.

XIII. ANEXOS

ANEXO # 1: ANÁLISIS ESTRUCTURAL MUROS DE CONCRETO

Cuadro # 59: Cálculo de la rigidez en cada muro de concreto.

**DISEÑO ESTRUCTURAL EN MAMPOSTERÍA (CON MUROS DE CONCRETO)
ANÁLISIS POR CARGA LATERAL - MÉTODO SIMPLIFICADO -**

PROYECTO: RESIDENCIALES
 CALCULO DE: MUROS DE CONCRETO
 FECHA: 05--Nov--2007

Peso de los muros = 0.240 T/m²
 Peso de la losa = 0.370 T/m²

Carga Lateral Sismo= 10.04 Ton
 Longitud Total en X= 6.14 mts
 Longitud Total en Y= 8.39 mts

CALCULO DE LA RIGIDEZ DE CADA MURO EN LA DIRECCION DEL SISMO:

MURO	MATERIAL	SENTIDO	COORDENADA CENTROIDE		LARGO (l)	ESPESOR (t)	ALTO (h)	RIGIDEZ (R)
			Xi	Yi				
1	C	X	3.00	0.07	6.00	0.10	2.60	0.1810
2	C	X	1.54	3.12	2.80	0.10	2.60	0.0697
3	C	X	1.54	5.52	2.80	0.10	2.60	0.0697
4	C	X	3.50	6.58	1.40	0.10	2.60	0.0209
5	C	X	3.00	8.32	6.00	0.10	2.60	0.1810
6	C	X	4.97	5.52	2.20	0.10	2.60	0.0481
7	C	X	5.04	3.12	1.20	0.10	2.60	0.0150
8	C	Y	0.07	1.04	1.80	0.10	2.60	0.0340
9	C	Y	0.07	5.68	5.25	0.10	2.60	0.1556
10	C	Y	1.82	4.75	1.40	0.10	2.60	0.0209
11	C	Y	2.87	4.95	1.00	0.10	2.60	0.0099
12	C	Y	3.52	7.50	1.60	0.10	2.60	0.0273
13	C	Y	6.07	4.20	8.39	0.10	2.60	0.2606
14	NE	NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0001
15	NE	NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0001

Cuadro # 60: Cálculo del centro de masa y centro de corte de los muros de concreto.

CENTRO DE MASA DE MUROS:

PESO (W)	W*Xi	W*Yi
3.7440	11.2320	0.2621
1.7472	2.6907	5.4513
1.7472	2.6907	9.6445
0.8736	3.0576	5.7483
3.7440	11.2320	31.1501
1.3728	6.8228	7.5779
0.7488	3.7740	2.3363
1.1232	0.0786	1.1681
3.2760	0.2293	18.6077
0.8736	1.5900	4.1496
0.6240	1.7909	3.0888
0.9984	3.5144	7.4880
5.2354	31.7786	21.9885
0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000

CALCULO DEL CENTRO DE CORTE DE LOS MUROS:

MURO	SENTIDO X			SENTIDO Y		
	R	Yi	R*Yi	R	Xi	R*Xi
1	0.1810	0.07	0.0127	0.0000	0.00	0.0000
2	0.0697	3.12	0.2175	0.0000	0.00	0.0000
3	0.0697	5.52	0.3848	0.0000	0.00	0.0000
4	0.0209	6.58	0.1374	0.0000	0.00	0.0000
5	0.1810	8.32	1.5058	0.0000	0.00	0.0000
6	0.0481	5.52	0.2656	0.0000	0.00	0.0000
7	0.0150	3.12	0.0468	0.0000	0.00	0.0000
8	0.0000	0.00	0.0000	0.0340	0.07	0.0024
9	0.0000	0.00	0.0000	0.1556	0.07	0.0109
10	0.0000	0.00	0.0000	0.0209	1.82	0.0380
11	0.0000	0.00	0.0000	0.0099	2.87	0.0283
12	0.0000	0.00	0.0000	0.0273	3.52	0.0960
13	0.0000	0.00	0.0000	0.2606	6.07	1.5817
14	0.0000	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
15	0.0000	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000

Cuadro # 61: Cálculo de las excentricidades de la carga lateral y momentos torsionantes del muro de concreto.

CENTRO DE MASA DE MUROS:	X _{cmm} = 3.083
	Y _{cmm} = 4.545

CENTRO DE CORTE DE MUROS:	Y _{cmm} = 4.391	X _{cmm} = 3.458
---------------------------	--------------------------	--------------------------

CALCULO DE EXCENTRICIDADES DE LA CARGA LATERAL Y MOMENTOS TORSIONANTES DE LA ESTRUCTURA:			
SISMO EN DIRECCION X:			
e'y = 0.007	mts	e min = 0.420	mts
e y = 0.420	mts	T Px = 4.212	Ton-m
SISMO EN DIRECCION Y:			
e'x = 0.380	mts	e min = 0.307	mts
e x = 0.380	mts	T Py = 3.816	Ton-m

Cuadro # 64: Distribución de los momentos de volteo para los muros de concreto.

DISTRIBUCION DEL MOMENTO DE VOLTEO:

MURO	Rx	Ry	MOMENTO
1	0.1810	0.0000	8.071
2	0.0697	0.0000	3.109
3	0.0697	0.0000	3.109
4	0.0209	0.0000	0.931
5	0.1810	0.0000	8.071
6	0.0481	0.0000	2.146
7	0.0150	0.0000	0.669
8	0.0000	0.0340	1.748
9	0.0000	0.1556	7.991
10	0.0000	0.0209	1.072
11	0.0000	0.0099	0.506
12	0.0000	0.0273	1.401
13	0.0000	0.2606	13.386
14	0.0000	0.0000	0.000
15	0.0000	0.0000	0.000

Cuadro # 65: Resultados de la fuerza a flexión de los muros de concreto.

RESULTADOS FINALES:

MURO	MATERIAL	ESPESOR (m)	LARGO (m)	ALTO (m)	CORTE (Ton)	MOMENTO (Ton-m)	SENTIDO	ESF.CORTE (kg/cm ²)	ESF.FLEX (kg/cm ²)	P FLEX (Ton)
1	C	0.10	6.00	2.60	3.416	8.071	X	0.569	1.345	2.989
2	C	0.10	2.80	2.60	1.231	3.109	X	0.440	2.379	2.467
3	C	0.10	2.80	2.60	1.227	3.109	X	0.438	2.379	2.467
4	C	0.10	1.40	2.60	0.376	0.931	X	0.269	2.850	1.478
5	C	0.10	6.00	2.60	3.387	8.071	X	0.565	1.345	2.989
6	C	0.10	2.20	2.60	0.847	2.146	X	0.385	2.660	2.167
7	C	0.10	1.20	2.60	0.265	0.669	X	0.221	2.786	1.238
8	C	0.10	1.80	2.60	0.714	1.748	Y	0.397	3.237	2.158
9	C	0.10	5.25	2.60	3.264	7.991	Y	0.622	1.740	3.382
10	C	0.10	1.40	2.60	0.425	1.072	Y	0.303	3.283	1.702
11	C	0.10	1.00	2.60	0.197	0.506	Y	0.197	3.037	1.125
12	C	0.10	1.60	2.60	0.540	1.401	Y	0.337	3.284	1.946
13	C	0.10	8.39	2.60	5.394	13.386	Y	0.643	1.141	3.545
14	NE	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	NE	0.000	0.000	0.000
15	NE	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	NE	0.000	0.000	0.000

Cuadro # 66: Resultado del área de acero necesaria para cada muro de concreto.

MURO	LARGO (m)	MOMENTO (Ton-m)	P flex (Ton)	Asmin (cm ²)	AS requerido (cm ²)
1	6	8.07	2.99	7.020	1064
2	2.8	3.11	2.47	3.276	0.878
3	2.8	3.11	2.47	3.276	0.878
4	14	0.93	148	1638	0.526
5	6	8.07	2.99	7.020	1064
6	2.2	2.15	2.17	2.574	0.771
7	12	0.67	124	1404	0.441
8	18	175	2.16	2.106	0.768
9	5.25	7.99	3.38	6.143	1204
10	14	107	170	1638	0.606
11	1	0.51	12	170	0.400
12	16	140	195	1872	0.693
13	8.39	13.39	3.55	9.816	1262

ANEXO # 2: ANÁLISIS ESTRUCTURAL MUROS DE MAMPOSTERÍA

Cuadro # 67: Cálculo de la rigidez en cada muro de mampostería.

**DISEÑO ESTRUCTURAL EN MAMPOSTERÍA (CON MUROS DE CONCRETO)
ANÁLISIS POR CARGA LATERAL - MÉTODO SIMPLIFICADO -**

PROYECTO: RESIDENCIALES
 CALCULO DE: MUROS DE MAMPOSTERÍA
 FECHA: 05--Nov--2007

Peso de los muros = 0.225 T/m²
 Peso de la losa = 0.370 T/m²

Carga Lateral Sismo= 9.67 Ton
 Longitud Total en X= 6.14 mts
 Longitud Total en Y= 8.39 mts

CALCULO DE LA RIGIDEZ DE CADA MURO EN LA DIRECCION DEL SISMO:

MURO	MATERIAL	SENTIDO	COORDENADA CENTROIDE		LARGO (l)	ESPESOR (t)	ALTO (h)	RIGIDEZ (R)
			Xi	Yi				
1	M	X	3.00	0.07	6.00	0.14	2.60	0.1013
2	M	X	1.54	3.12	2.80	0.14	2.60	0.0390
3	M	X	1.54	5.52	2.80	0.14	2.60	0.0390
4	M	X	3.50	6.58	1.40	0.14	2.60	0.0117
5	M	X	3.00	8.32	6.00	0.14	2.60	0.1013
6	M	X	4.97	5.52	2.20	0.14	2.60	0.0269
7	M	X	5.04	3.12	1.20	0.14	2.60	0.0084
8	M	Y	0.07	1.04	1.80	0.14	2.60	0.0191
9	M	Y	0.07	5.68	5.25	0.14	2.60	0.0871
10	M	Y	1.82	4.75	1.40	0.14	2.60	0.0117
11	M	Y	2.87	4.95	1.00	0.14	2.60	0.0055
12	M	Y	3.52	7.50	1.60	0.14	2.60	0.0153
13	M	Y	6.07	4.20	8.39	0.14	2.60	0.1459
14	NE	NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0001
15	NE	NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0001

Cuadro # 68: Cálculo del centro de masa y centro de corte de los muros de mampostería.

CENTRO DE MASA DE MUROS:

PESO (W)	W*Xi	W*Yi
3.5100	10.5300	0.2457
1.6380	2.5225	5.1106
1.6380	2.5225	9.0418
0.8190	2.8665	5.3890
3.5100	10.5300	29.2032
1.2870	6.3964	7.1042
0.7020	3.5381	2.1902
1.0530	0.0737	1.0951
3.0713	0.2150	17.4447
0.8190	1.4906	3.8903
0.5850	1.6790	2.8958
0.9360	3.2947	7.0200
4.9082	29.7925	20.6142
0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000

CALCULO DEL CENTRO DE CORTE DE LOS MUROS:

MURO	SENTIDO X			SENTIDO Y		
	R	Yi	R*YI	R	Xi	R*Xi
1	0.1013	0.07	0.0071	0.0000	0.00	0.0000
2	0.0390	3.12	0.1218	0.0000	0.00	0.0000
3	0.0390	5.52	0.2155	0.0000	0.00	0.0000
4	0.0117	6.58	0.0769	0.0000	0.00	0.0000
5	0.1013	8.32	0.8432	0.0000	0.00	0.0000
6	0.0269	5.52	0.1487	0.0000	0.00	0.0000
7	0.0084	3.12	0.0262	0.0000	0.00	0.0000
8	0.0000	0.00	0.0000	0.0191	0.07	0.0013
9	0.0000	0.00	0.0000	0.0871	0.07	0.0061
10	0.0000	0.00	0.0000	0.0117	1.82	0.0213
11	0.0000	0.00	0.0000	0.0055	2.87	0.0158
12	0.0000	0.00	0.0000	0.0153	3.52	0.0538
13	0.0000	0.00	0.0000	0.1459	6.07	0.8857
14	0.0000	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000
15	0.0000	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.0000

Cuadro # 69: Cálculo de las excentricidades de la carga lateral y momentos torsionantes del muro de mampostería.

CENTRO DE MASA DE MUROS:	Xcmm = 3.083
	Ycmm = 4.545

CENTRO DE CORTE DE MUROS:	Ycmm = 4.391	Xcmm = 3.458
---------------------------	--------------	--------------

CALCULO DE EXCENTRICIDADES DE LA CARGA LATERAL Y MOMENTOS TORSIONANTES DE LA ESTRUCTURA:			
SISMO EN DIRECCION X:			
e'y = 0.001	mts	e min = 0.420	mts
e y = 0.420	mts	T Px = 4.057	Ton-m
SISMO EN DIRECCION Y:			
e'x = 0.380	mts	e min = 0.307	mts
e x = 0.380	mts	T Py = 3.677	Ton-m

Cuadro # 72: Distribución de los momentos de volteo para los muros de mampostería.

DISTRIBUCION DEL MOMENTO DE VOLTEO:

MURO	R _x	R _y	MOMENTO
1	0.1013	0.0000	7.773
2	0.0390	0.0000	2.994
3	0.0390	0.0000	2.994
4	0.0117	0.0000	0.897
5	0.1013	0.0000	7.773
6	0.0269	0.0000	2.067
7	0.0084	0.0000	0.644
8	0.0000	0.0191	1.684
9	0.0000	0.0871	7.696
10	0.0000	0.0117	1.033
11	0.0000	0.0055	0.487
12	0.0000	0.0153	1.349
13	0.0000	0.1459	12.892
14	0.0000	0.0000	0.000
15	0.0000	0.0000	0.000

Cuadro # 73: Resultados de la fuerza a flexión de los muros de mampostería.

RESULTADOS FINALES:

MURO	MATERIAL	ESPESOR (m)	LARGO (m)	ALTO (m)	CORTE (Ton)	MOMENTO (Ton-m)	SENTIDO	ESF.CORTE (kg/cm ²)	ESF.FLEX (kg/cm ²)	P FLEX (Ton)
1	M	0.14	6.00	2.60	3.290	7.773	X	0.392	0.925	2.879
2	M	0.14	2.80	2.60	1.186	2.994	X	0.302	1.637	2.376
3	M	0.14	2.80	2.60	1.182	2.994	X	0.301	1.637	2.376
4	M	0.14	1.40	2.60	0.362	0.897	X	0.185	1.960	1.423
5	M	0.14	6.00	2.60	3.263	7.773	X	0.388	0.925	2.879
6	M	0.14	2.20	2.60	0.816	2.067	X	0.265	1.830	2.087
7	M	0.14	1.20	2.60	0.255	0.644	X	0.152	1.917	1.193
8	M	0.14	1.80	2.60	0.688	1.684	Y	0.273	2.227	2.079
9	M	0.14	5.25	2.60	3.143	7.696	Y	0.428	1.197	3.258
10	M	0.14	1.40	2.60	0.409	1.033	Y	0.209	2.258	1.639
11	M	0.14	1.00	2.60	0.189	0.487	Y	0.135	2.089	1.083
12	M	0.14	1.60	2.60	0.520	1.349	Y	0.232	2.259	1.874
13	M	0.14	8.39	2.60	5.195	12.892	Y	0.442	0.785	3.415
14	NE	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	NE	0.000	0.000	0.000
15	NE	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	NE	0.000	0.000	0.000

Cuadro # 74: Resultado del área de acero necesaria para cada muro de mampostería.

MURO	LARGO (m)	MOMENTO (Ton-m)	P flex. (Ton)	Asmin (cm ²)	AS requerido (cm ²)
1	6	7.77	2.88	7.020	1025
2	2.8	2.99	2.38	3.276	0.846
3	2.8	2.99	2.38	3.276	0.846
4	14	0.90	142	1638	0.506
5	6	7.77	2.88	7.020	1025
6	2.2	2.07	2.09	2.574	0.743
7	12	0.64	119	1404	0.424
8	18	1.68	2.08	2.106	0.740
9	5.25	7.70	3.26	6.143	1.159
10	14	103	164	1638	0.583
11	1	0.49	108	1.170	0.385
12	16	1.35	187	1872	0.667
13	8.39	12.89	3.41	9.816	12.15

**ANEXO # 3: CUADROS UTILIZADOS PARA DETERMINAR LOS
FACTORES Y COEFICIENTES PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO
(UBC 1997)**

Tabla # 1: Factor de zona sísmica Z.

TABLE 16-I—SEISMIC ZONE FACTOR Z

ZONE	1	2A	2B	3	4
Z	0.075	0.15	0.20	0.30	0.40

NOTE: The zone shall be determined from the seismic zone map in Figure 16-2.

Tabla # 2: Tipo de suelos.

TABLE 16-J—SOIL PROFILE TYPES

SOIL PROFILE TYPE	SOIL PROFILE NAME/GENERIC DESCRIPTION	AVERAGE SOIL PROPERTIES FOR TOP 100 FEET (30 480 mm) OF SOIL PROFILE		
		Shear Wave Velocity, V_s feet/second (m/s)	Standard Penetration Test, N (or N_{60} for cohesionless soil layers) (blows/foot)	Undrained Shear Strength, s_u psf (kPa)
S_A	Hard Rock	> 5,000 (1,500)	—	—
S_B	Rock	2,500 to 5,000 (760 to 1,500)		
S_C	Very Dense Soil and Soft Rock	1,200 to 2,500 (360 to 760)	> 50	> 2,000 (100)
S_D	Stiff Soil Profile	600 to 1,200 (180 to 360)	15 to 50	1,000 to 2,000 (50 to 100)
S_E^1	Soft Soil Profile	< 600 (180)	< 15	< 1,000 (50)
S_F	Soil Requiring Site-specific Evaluation. See Section 1629.3.1.			

¹Soil Profile Type S_E also includes any soil profile with more than 10 feet (3048 mm) of soft clay defined as a soil with a plasticity index, $PI > 20$, $w_{mc} \geq 40$ percent and $s_u < 500$ psf (24 kPa). The Plasticity Index, PI , and the moisture content, w_{mc} , shall be determined in accordance with approved national standards.

Tabla # 3: Categoría de ocupación.

TABLE 16-K—OCCUPANCY CATEGORY

OCCUPANCY CATEGORY	OCCUPANCY OR FUNCTIONS OF STRUCTURE	SEISMIC IMPORTANCE FACTOR, I	SEISMIC IMPORTANCE FACTOR, I_p	WIND IMPORTANCE FACTOR, I_w
1. Essential facilities ²	Group I, Division 1 Occupancies having surgery and emergency treatment areas Fire and police stations Garages and shelters for emergency vehicles and emergency aircraft Structures and shelters in emergency-preparedness centers Aviation control towers Structures and equipment in government communication centers and other facilities required for emergency response Standby power-generating equipment for Category 1 facilities Tanks or other structures containing housing or supporting water or other fire-suppression material or equipment required for the protection of Category 1, 2 or 3 structures	1.25	1.50	1.15
2. Hazardous facilities	Group H, Divisions 1, 2, 6 and 7 Occupancies and structures therein housing or supporting toxic or explosive chemicals or substances Nonbuilding structures housing, supporting or containing quantities of toxic or explosive substances that, if contained within a building, would cause that building to be classified as a Group H, Division 1, 2 or 7 Occupancy	1.25	1.50	1.15
3. Special occupancy structures ³	Group A, Divisions 1, 2 and 2.1 Occupancies Buildings housing Group E, Divisions 1 and 3 Occupancies with a capacity greater than 300 students Buildings housing Group B Occupancies used for college or adult education with a capacity greater than 500 students Group I, Divisions 1 and 2 Occupancies with 50 or more resident incapacitated patients, but not included in Category 1 Group I, Division 3 Occupancies All structures with an occupancy greater than 5,000 persons Structures and equipment in power-generating stations, and other public utility facilities not included in Category 1 or Category 2 above, and required for continued operation	1.00	1.00	1.00
4. Standard occupancy structures ³	All structures housing occupancies or having functions not listed in Category 1, 2 or 3 and Group U Occupancy towers	1.00	1.00	1.00
5. Miscellaneous structures	Group U Occupancies except for towers	1.00	1.00	1.00

¹The limitation of I_p for panel connections in Section 1633.2.4 shall be 1.0 for the entire connector.

²Structural observation requirements are given in Section 1702.

³For anchorage of machinery and equipment required for life-safety systems, the value of I_p shall be taken as 1.5.

Tabla # 4: Sistema estructural.

TABLE 16-N—STRUCTURAL SYSTEMS¹

BASIC STRUCTURAL SYSTEM ²	LATERAL-FORCE-RESISTING SYSTEM DESCRIPTION	R	R _o	HEIGHT LIMIT FOR SEISMIC ZONES 3 AND 4 (feet)
				× 304.8 for mm
1. Bearing wall system	1. Light-framed walls with shear panels			
	a. Wood structural panel walls for structures three stories or less	5.5	2.8	65
	b. All other light-framed walls	4.5	2.8	65
	2. Shear walls			
	a. Concrete	4.5	2.8	160
	b. Masonry	4.5	2.8	160
	3. Light steel-framed bearing walls with tension-only bracing	2.8	2.2	65
	4. Braced frames where bracing carries gravity load			
a. Steel	4.4	2.2	160	
b. Concrete ³	2.8	2.2	—	
c. Heavy timber	2.8	2.2	65	
2. Building frame system ✓	1. Steel eccentrically braced frame (EBF)	7.0	2.8	240
	2. Light-framed walls with shear panels			
	a. Wood structural panel walls for structures three stories or less	6.5	2.8	65
	b. All other light-framed walls	5.0	2.8	65
	3. Shear walls			
	a. Concrete	5.5	2.8	240
	b. Masonry	5.5	2.8	160
	4. Ordinary braced frames			
	a. Steel	5.6	2.2	160
	b. Concrete ³	5.6	2.2	—
	c. Heavy timber	3.6	2.2	65
5. Special concentrically braced frames				
a. Steel	6.4	2.2	240	
3. Moment-resisting frame system	1. Special moment-resisting frame (SMRF)			
	a. Steel	8.5	2.8	N.L.
	b. Concrete ⁴	8.5	2.8	N.L.
	2. Masonry moment-resisting wall frame (MMRWF)	6.5	2.8	160
	3. Concrete intermediate moment-resisting frame (IMRF) ⁵	5.5	2.8	—
	4. Ordinary moment-resisting frame (OMRF)			
a. Steel ⁶	4.5	2.8	160	
b. Concrete ⁷	3.5	2.8	—	
5. Special truss moment frames of steel (STMF)	6.5	2.8	240	
4. Dual systems	1. Shear walls			
	a. Concrete with SMRF	8.5	2.8	N.L.
	b. Concrete with steel OMRF	4.2	2.8	160
	c. Concrete with concrete IMRF ⁵	6.5	2.8	160
	d. Masonry with SMRF	5.5	2.8	160
	e. Masonry with steel OMRF	4.2	2.8	160
	f. Masonry with concrete IMRF ⁵	4.2	2.8	—
	g. Masonry with masonry MMRWF	6.0	2.8	160
	2. Steel EBF			
	a. With steel SMRF	8.5	2.8	N.L.
	b. With steel OMRF	4.2	2.8	160
	3. Ordinary braced frames			
	a. Steel with steel SMRF	6.5	2.8	N.L.
	b. Steel with steel OMRF	4.2	2.8	160
	c. Concrete with concrete SMRF ³	6.5	2.8	—
	d. Concrete with concrete IMRF ³	4.2	2.8	—
	4. Special concentrically braced frames			
a. Steel with steel SMRF	7.5	2.8	N.L.	
b. Steel with steel OMRF	4.2	2.8	160	
5. Cantilevered column building systems	1. Cantilevered column elements	2.2	2.0	35 ⁷
6. Shear wall-frame interaction systems	1. Concrete ⁸	5.5	2.8	160
7. Undefined systems	See Sections 1629.6.7 and 1629.9.2	—	—	—

N.L.—no limit

¹See Section 1630.4 for combination of structural systems.²Basic structural systems are defined in Section 1629.6.³Prohibited in Seismic Zones 3 and 4.⁴Includes precast concrete conforming to Section 1921.2.7.⁵Prohibited in Seismic Zones 3 and 4, except as permitted in Section 1634.2.⁶Ordinary moment-resisting frames in Seismic Zone 1 meeting the requirements of Section 2211.6 may use a R value of 8.⁷Total height of the building including cantilevered columns.⁸Prohibited in Seismic Zones 2A, 2B, 3 and 4. See Section 1633.2.7.

Tabla # 5: Coeficiente sísmico, C_a .TABLE 16-Q—SEISMIC COEFFICIENT C_a

SOIL PROFILE TYPE	SEISMIC ZONE FACTOR, Z				
	Z = 0.075	Z = 0.15	Z = 0.2	Z = 0.3	Z = 0.4
S_A	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.32N_a$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_a$
S_C	0.09	0.18	0.24	0.33	$0.40N_a$
S_D	0.12	0.22	0.28	0.36	$0.44N_a$
S_E	✗ 0.19	0.30	0.34	0.36	$0.36N_a$
S_F	See Footnote 1				

¹Site-specific geotechnical investigation and dynamic site response analysis shall be performed to determine seismic coefficients for Soil Profile Type S_F .

Tabla # 6: Coeficiente sísmico, C_v .TABLE 16-R—SEISMIC COEFFICIENT C_v

SOIL PROFILE TYPE	SEISMIC ZONE FACTOR, Z				
	Z = 0.075	Z = 0.15	Z = 0.2	Z = 0.3	Z = 0.4
S_A	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.32N_v$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_v$
S_C	0.13	0.25	0.32	0.45	$0.56N_v$
S_D	0.18	0.32	0.40	0.54	$0.64N_v$
S_E	✗ 0.26	0.50	0.64	0.84	$0.96N_v$
S_F	See Footnote 1				

¹Site-specific geotechnical investigation and dynamic site response analysis shall be performed to determine seismic coefficients for Soil Profile Type S_F .

Tabla # 7: Factor de origen cercano, Na.

TABLE 16-S—NEAR-SOURCE FACTOR N_a ¹

SEISMIC SOURCE TYPE	CLOSEST DISTANCE TO KNOWN SEISMIC SOURCE ^{2,3}		
	≤ 2 km	5 km	≥ 10 km
A	1.5	1.2	1.0
B	1.3	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

¹The Near-Source Factor may be based on the linear interpolation of values for distances other than those shown in the table.

²The location and type of seismic sources to be used for design shall be established based on approved geotechnical data (e.g., most recent mapping of active faults by the United States Geological Survey or the California Division of Mines and Geology).

³The closest distance to seismic source shall be taken as the minimum distance between the site and the area described by the vertical projection of the source on the surface (i.e., surface projection of fault plane). The surface projection need not include portions of the source at depths of 10 km or greater. The largest value of the Near-Source Factor considering all sources shall be used for design.

Tabla # 8: Factor de origen cercano, Nv.

TABLE 16-T—NEAR-SOURCE FACTOR N_v ¹

SEISMIC SOURCE TYPE	CLOSEST DISTANCE TO KNOWN SEISMIC SOURCE ^{2,3}			
	≤ 2 km	5 km	10 km	≥ 15 km
A	2.0	1.6	1.2	1.0
B	1.6	1.2	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

¹The Near-Source Factor may be based on the linear interpolation of values for distances other than those shown in the table.

²The location and type of seismic sources to be used for design shall be established based on approved geotechnical data (e.g., most recent mapping of active faults by the United States Geological Survey or the California Division of Mines and Geology).

³The closest distance to seismic source shall be taken as the minimum distance between the site and the area described by the vertical projection of the source on the surface (i.e., surface projection of fault plane). The surface projection need not include portions of the source at depths of 10 km or greater. The largest value of the Near-Source Factor considering all sources shall be used for design.

Tabla # 9: Tipo de fuente sísmica.

TABLE 16-U—SEISMIC SOURCE TYPE¹

SEISMIC SOURCE TYPE	SEISMIC SOURCE DESCRIPTION	SEISMIC SOURCE DEFINITION ²	
		Maximum Moment Magnitude, <i>M</i>	Slip Rate, <i>SR</i> (mm/year)
A	Faults that are capable of producing large magnitude events and that have a high rate of seismic activity	$M \geq 7.0$	$SR \geq 5$
B	All faults other than Types A and C	$M \geq 7.0$ $M < 7.0$ $M \geq 6.5$	$SR < 5$ $SR > 2$ $SR < 2$
C	Faults that are not capable of producing large magnitude earthquakes and that have a relatively low rate of seismic activity	$M < 6.5$	$SR \leq 2$

¹Subduction sources shall be evaluated on a site-specific basis.

²Both maximum moment magnitude and slip rate conditions must be satisfied concurrently when determining the seismic source type.

ANEXO # 4: ANÁLISIS RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA PARA MUROS DE CONCRETO

Cuadro # 75: Análisis de rendimiento de mano de obra para muros de concreto reforzado.

ACTIVIDADES		Vol. Trabajo		Rendimiento U/Hora/Oper			Horas	Personal		Tiempo estimado							
No.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Opera.	Operario	Albañil	Ayudante	en horas por actividad							
1	Muros de Concreto	<i>Personal propuesto por meta</i>						3	2	Albañil	Ayudante						
1.1	Encofrado y desencofrado de formaleta	217.56	m2	10	m2	Alb	21.8	3		7.3	0.0						
1.2	Colocación de armadura (electromallas y pines)	108.78	m2	20	m2	Alb	5.4	3		1.8	0.0						
1.3	Fundición de muros	11.5	m3	10	m3	Alb	1.2	3		0.4	0.0						
1.4	Resanes de muros	217.56	m2	12	m2	Alb	18.1	3		6.0	0.0						
1.5	Limpiar y trasladar equipo	1	u	1	u	Ayud	1.0		2	0.0	1.0						
<i>Total de horas semanales estimadas</i>										15.5	1.0						
<i>Total de horas meta</i>										44.0	44.0						
<i>No. de veces el personal propuesto</i>										0.4	0.0						
<i>Personal calculado por meta</i>				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Albañil</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Ayudante</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.1</td> <td style="text-align: center;">0.0</td> </tr> </table>		Albañil	Ayudante	1.1	0.0								
Albañil	Ayudante																
1.1	0.0																

ANEXO # 5: ANÁLISIS RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA PARA MUROS DE MAMPOSTERÍA

Cuadro # 76: Análisis de rendimiento de mano de obra para muros de mampostería reforzada.

No.	ACTIVIDADES DESCRIPCIÓN	Vol. Trabajo		Rendimiento U/Hora/Oper			Horas Operario	Personal		Tiempo estimado		
		Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Opera.		Albañil	Ayudante	en horas por actividad		
1	Muros de Mampostería	<i>Personal propuesto por meta</i>						4	2	Albañil	Ayudante	
1.1	Emplantillado primera hilada	41.84	m	7	m	Alb	6.0	4		1.5	0.0	
1.2	Emplantillado segunda hilada.	41.84	m	7	m	Alb	6.0	4		1.5	0.0	
1.3	Levantado de muro	75.31	m2	6	m2	Alb	12.6	4		3.1	0.0	
1.4	Colocación de armadura solera	83.68	m	36	m	Alb	2.3	4		0.6	0.0	
1.5	Fundición de soleras	1.23	m3	0.25	m3	Ayud	4.9		2	0.0	2.5	
1.6	Colocacion ajuste refuerzo pines	105	Unidad	7	Unidad	Alb	15.0	4		3.8	0.0	
1.7	Resanes en muros	217.56	m2	10	m2	Alb	21.8	4		5.4		
1.8	Fundición de pines	273	m	3.75	m	Alb	72.8	4		18.2	0.0	
1.9	Colocación de andamio	108.78	m2	2.5	m2	Ayud	43.5		2	0.0	21.8	
1.10	Quitar el andamio	108.78	m2	2.5	m2	Ayud	43.5		2	0.0	21.8	
1.11	Limpian y trasladar equipo	1	u	1	u	Ayud	1.0		2	0.0	1.0	
									<i>Total de horas semanales estimadas</i>		34.1	47.0
									<i>Total de horas meta</i>		44.0	44.0
									<i>No. de veces el personal propuesto</i>		0.8	1.1

<i>Personal calculado por meta</i>	Albañil	Ayudante
	3.1	2.1

ANEXO # 6: PLANTA DE VIVIENDA DE 51.51 MTS²

