2. INFRAESTRUCTURA

En este capítulo se presentarán los diversos tipos de estructuras halladas en el sector en estudio describiéndolas brevemente; así como también se darán a conocer las estructuras de gran importancia dentro y fuera de este mismo sector.

2.1. Tipología estructural del sector

Con el terremoto del 4 de febrero de 1976, con el dolor sufrido por la pérdida de vidas humanas, mejoraron considerablemente las estructuras de la ciudad y su trazo cambió de fisonomía. Han surgido construcciones de tipo moderno, los edificios públicos como la Municipalidad, Gobernación Departamental, Correos, etc. Evidencian rasgos de construcción profesional. En lo que a viviendas se refiere surgieron varios tipos; pues una ciudad que data del período Pre-hispánico no podría dejar a un lado su construcción tradicional que consiste en paredes de adobe, techos de teja de barro o lámina galvanizada, piso de ladrillo de barro o de torta de cemento. Por último vemos las viviendas de construcción mejor elaborada y moderna, las que consisten en paredes de mampostería media, madera, estructuras de acero, etc.

En su mayoría las construcciones son de mampostería, utilizan el sistema de mampostería media o confinada, alrededor de 713 lotes, equivalentes al 78.78% del total de los lotes en el área evaluada. En segundo orden se encuentran estructuras que son de mampostería no reforzada de adobe presentes en 179 lotes, lo que equivale al 19.80% del total de lotes en el área evaluada.

Las construcciones de adobe, en su mayoría son peligrosas. Gran parte de estas se encuentran en mal estado como por ejemplo es común encontrar casas en las que el adobe ya no esta en posición estable, no tiene recubrimiento que lo proteja de la intemperie, muros derrumbados, agrietados, con techos o refuerzos de madera ya podridos que necesitan reemplazo (evaluaciones # 19,165,399,822,etc.). Cabe mencionar que en Guatemala no es fácil encontrar arcilla que es lo adecuado para elaborar adobe, y esta se fabrica por lo general en el propio predio de construcción por su economía, y salir a buscarlo ya no sería económico (Monzón, 1996).

Se observa que en algunos casos, sobre los muros de adobe se levantaron muros de bloque, no tomando en cuenta que la adherencia entre el concreto y el adobe no es buena que este puede ser deleznable al momento de someterse al menor sobre-esfuerzo, en el caso de un movimiento sísmico (evaluaciones # 137,326, etc.).

También se encuentran en el sector edificaciones de madera y lámina, presentes en 8 lotes equivalentes al 0.88% del total de los lotes evaluados. Estas pueden ser poco vulnerables a los sismos, aunque por lo regular son edificaciones de autoconstrucción, pueden presentar otros riesgos como incendios, estar junto a edificaciones peligrosas que pudieran ponerlas en peligro, o simplemente estar en malas condiciones (evaluaciones # 511,484, etc.).

Las construcciones de gran envergadura principalmente para comercio evidencian rasgos de construcción profesional (evaluaciones # 432,588, etc.), y hay en el sector en su mayoría de mampostería media. Existen en el sector 2 lotes, equivalentes al 0.22% con estructuras de acero livianas y hay 1 lote, equivalente al 0.11% con marco de acero resistente a momento.

En la figura 9 se pueden observar fotografías tomadas en el sector estudiado, resaltando en ellas algunas características mencionadas en los párrafos anteriores.

Figura 9. Fotografías mostrando la tipología estructural del sector estudiado. a) Construcción residencial-comercial de mampostería media de bloque (evaluación # 776), b) Construcción de mampostería no reforzada de adobe (evaluación # 753), c) Construcción de madera (evaluación # 176), d) Construcción comercial de Acero (evaluación # 749).

a b

c d

A continuación se describen brevemente las características más importantes de algunos tipos de estructuras halladas en el sector en estudio para facilitar su identificación:

Adobe (mampostería no reforzada)

El adobe se forma moldeando suelo, de preferencia arcilla con agua y secando la masa al aire libre. Las estructuras se forman colocando hileras de adobes pegados con la misma arcilla humedecida. Este tipo de construcción es muy utilizado en áreas rurales. Generalmente se repella con mortero a base de cal; el piso puede ser el suelo mismo; el techo es de teja o de lámina galvanizada, sobre una estructura sencilla de madera. Su resistencia a sismos es muy deficiente (evaluaciones # 18, 81, 200,364, etc.).

Mampostería media reforzada

Son las construcciones hechas con unidades de mampostería pegadas con mortero de cemento y se colocan vigas, soleras, columnas, mochetas o pines de concreto reforzado; el techo generalmente es de losa de concreto. Se utiliza este sistema en construcciones de 1, 2 y 3 niveles. La respuesta a los sismos es bastante satisfactoria, pero al ser elaborado de forma empírica puede presentar dificultades en su resistencia (evaluaciones # 20, 315,607, etc.).

Madera

Se utilizan generalmente párales de 2" a 4"; para los muros reglas y tablas; para el techo se utiliza lámina galvanizada o teja. Debido a la ductilidad de la madera, las construcciones se comportan satisfactoriamente frente a los sismos, pero se tiene el inconveniente de que la madera presenta problemas con la humedad, así como con algunos insectos y microorganismos como lo pueden ser los hongos (evaluación # 176).

El formulario de evaluación se presenta en la sección 4.1 y clasifica las estructuras por el Sistema Estructural para Resistir Fuerzas Laterales **SERFL,** el cual identifica cuatro tipos de materiales para elaborarlo, y estos materiales son acero, concreto, madera y mampostería; a su vez el acero tiene cinco clasificaciones, el concreto cinco y la mampostería tres.

En la tabla I se mencionan las principales características con las que el Sistema Estructural para Resistir Fuerzas Laterales clasifica las estructuras.

Tabla I. Clasificación estructural según el sistema para resistir fuerzas laterales.

Tipo	**Nombre**	**Características**
M	Estructuras de madera	Estructuras de poca altura, máximo de 3 niveles, construidas con parales de 2" a 4", con breizas o sin ellas. Para los muros se usan reglas y tablas de madera, cartón o lámina de zinc.
A1	Marcos de acero resistentes a momento	Consisten en estructuras formadas por marcos de vigas y columnas cuya rigidez resiste las fuerzas laterales.
A2	Marcos de acero con breizas	Estructuras construidas también con vigas y columnas de acero. En éstas, las fuerzas laterales se transportan al sistema de breizas en esfuerzos de compresión o tensión.
A3	Estructuras de acero livianas	Por lo general, son utilizadas para bodegas, cubren luces grandes. Consisten en marcos rígidos altos que resisten las fuerzas laterales en el sentido corto del edificio, y en el sentido largo, se colocan tensores entre marco y marco o se unen por vigas tipo *joist*.

(Continuación tabla I)

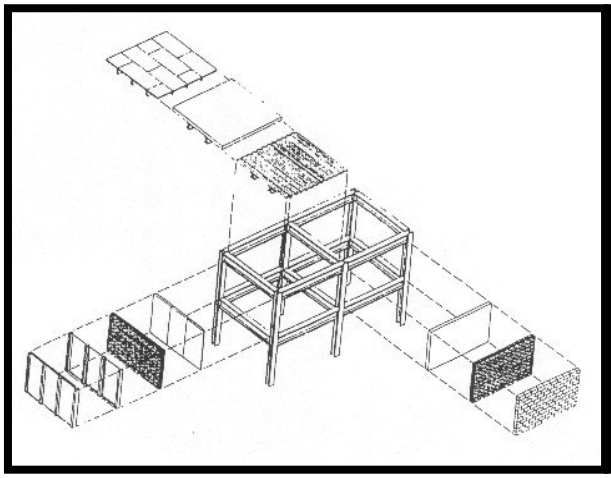
Tipo	Nombre	Características
A4	Marcos de acero con muros de corte de concreto	Son estructuras similares a los marcos rígidos, pero las uniones entre vigas y columnas no se diseñan para resistir las fuerzas laterales, sino que son resistidas por muros de corte de concreto integrados a la estructura.
A5	Marcos de acero con muros de relleno de mampostería no reforzada	Estas estructuras poseen muros perimetrales o interiores de mampostería no reforzada, altamente rígidos muy propensos a sufrir fracturas.
C1	Marcos de concreto resistentes a momento	Estos marcos estructurales pueden ser dúctiles o rígidos, según el diseño del refuerzo y el concreto, las fuerzas laterales son resistidas por las vigas y las columnas.
C2	Muros de corte de concreto	Es un sistema estructural de concreto tipo caja o marcos con muros de concreto que se localizan por lo general a lo largo de toda la altura del edificio.
C3	Marcos de concreto con muros de relleno de mampostería no reforzada	Son estructuras de marcos de concreto rellenados por muros rígidos de mampostería no reforzada que pueden fracturarse por la acción de los sismos.
CC	Construcción compuesta	Son edificios en los que la estructura esta construida por una combinación de acero, concreto, y otros materiales, unidos entre si por soldaduras o uniones mecánicas de las cuales depende la resistencia.

(continuación tabla I)

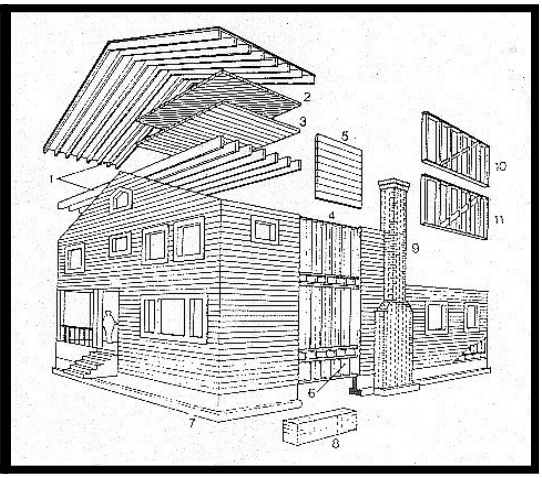
Tipo	Nombre	Características
CP	Estructuras de concreto prefabricado	Son estructuras ensambladas en el sitio, construidas a través de un sistema de vigas, columnas, muros y losas que han sido previamente fabricados, y se unen por soldadura, epóxicos u otros sistemas, por lo que el sistema de uniones es vital para un comportamiento satisfactorio.
MS	Mampostería reforzada superior	Conocida también como mampostería integral, consiste en muros de carga de mampostería grauteada, con diafragmas de concreto reforzado.
MM	Mampostería reforzada media	Consiste en una combinación de unidades de mampostería unidas con mortero, con soleras horizontales, columnas, mochetas o pines de concreto reforzado, comúnmente conocida como mampostería confinada o de tipo mixto.
MNR	Mampostería no reforzada	Estructuras construidas por unidades de mampostería de adobe o ladrillo sin refuerzos de concreto armado.

La figura 10 muestra ilustraciones típicas de cada uno de los tipos estructurales clasificados anteriormente con el sistema SERFL.

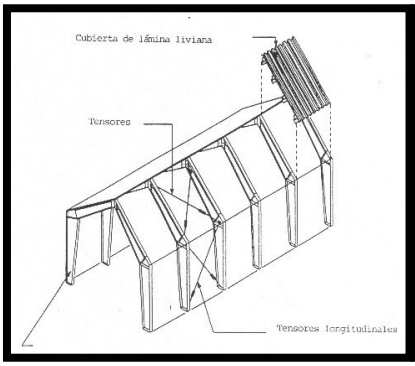
Figura 10. Clasificación Estructural según el sistema para resistir fuerzas laterales**.**



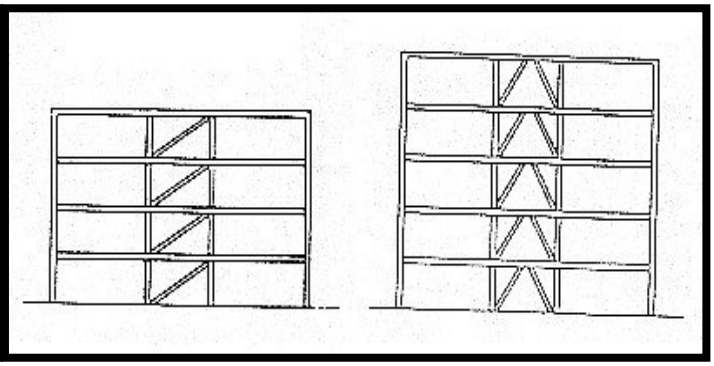
A1 = Marcos de acero resistentes a momento



M = Estructura de madera

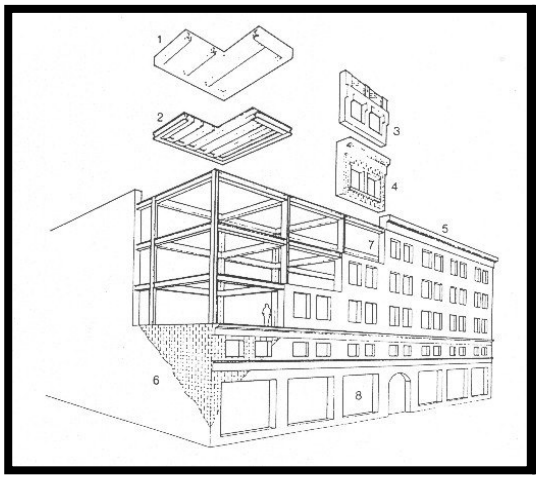


A3 = Estructuras de acero livianas

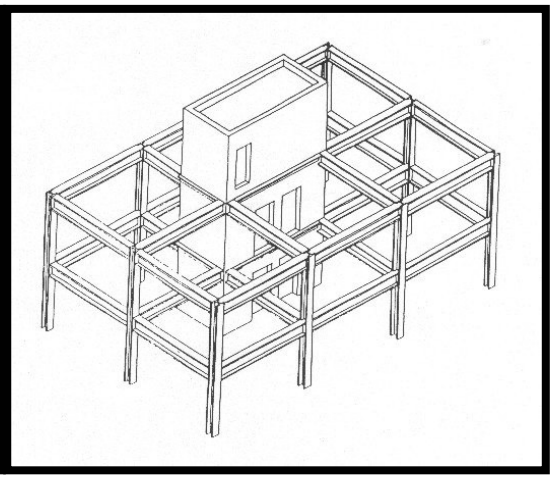


A2 = Marcos de acero con breizas

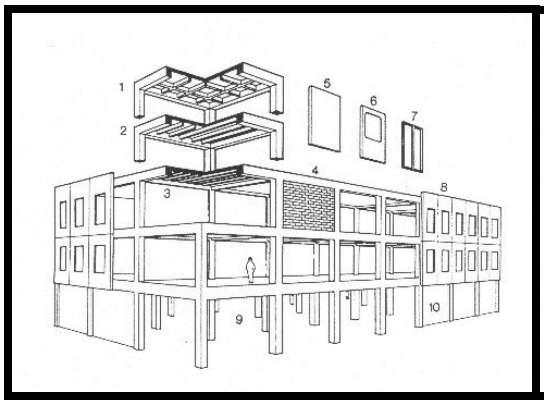
(Continuación figura 10)



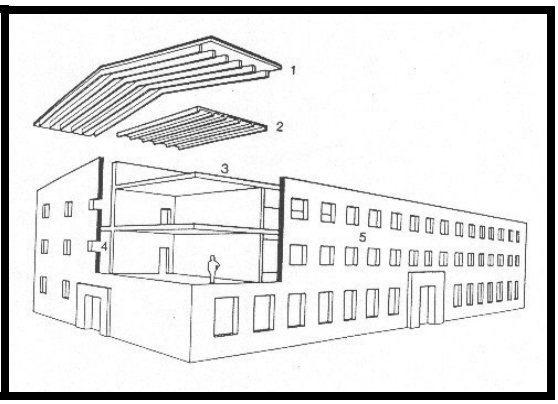
A5 = Marcos de acero con muros de Relleno de mampostería no reforzada



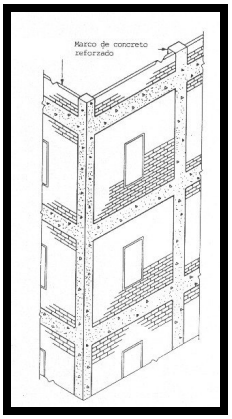
A4 = Marcos de acero con muros de corte de concreto



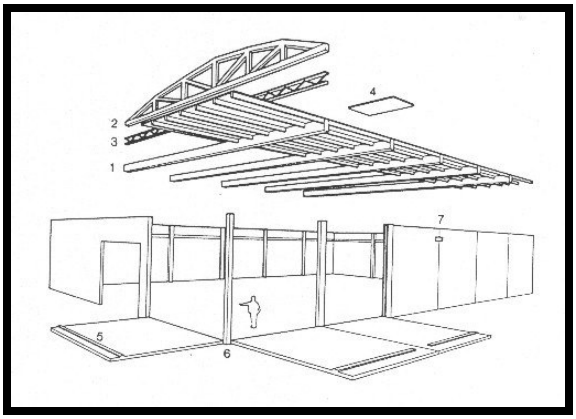
C1 = Marcos de concreto resistentes a momento



C2 = Muros de corte de concreto

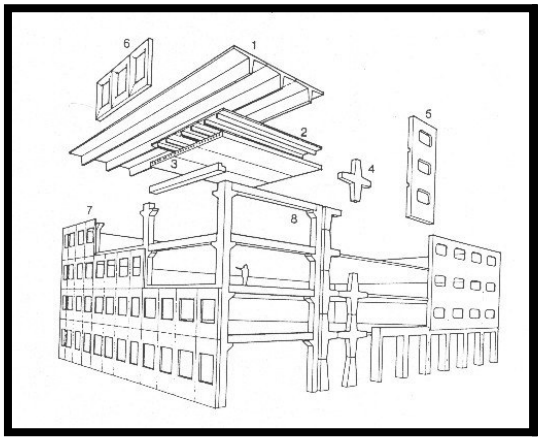


C3 = Marcos de concreto con muros de relleno de mampostería no reforzada

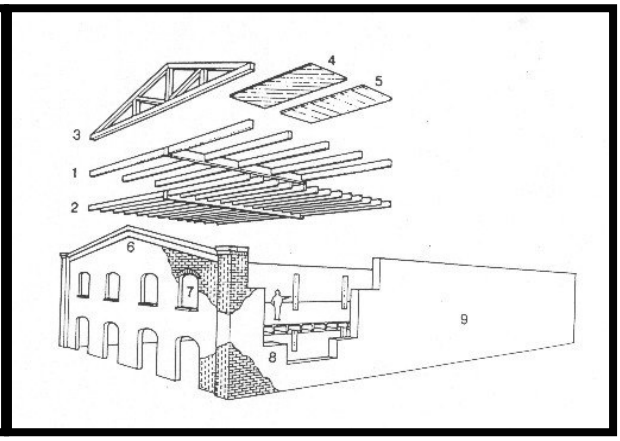


CC = Construcción compuesta

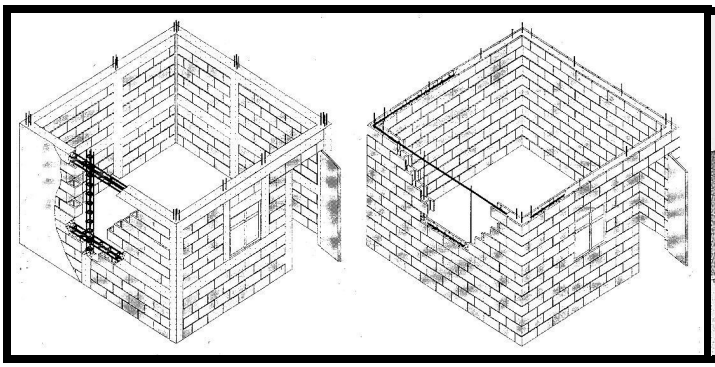
(Continuación figura 10)



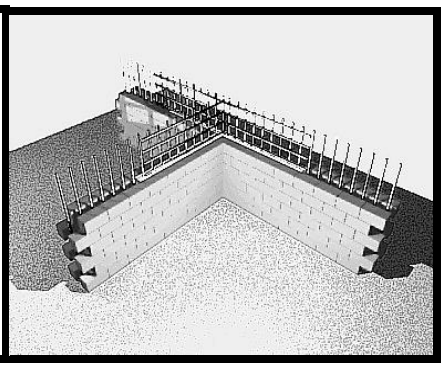
CP = Concreto prefabricado



MNR = Mampostería no reforzada



MM = Mampostería media



MS = Mampostería superior

Fuente: Francisco, Arrecis, **Vulnerabilidad sísmica estructural en un sector de la zona 3 de la ciudad de Guatemala**. P. 49.

2.2. Estructuras de gran importancia

2.2.1. Escuelas y colegios

Las escuelas prácticas, fueron creadas en el gobierno del lic. Manuel Estrada Cabrera en el año 1906 en diez departamentos entre ellos Chimaltenango.