

3.4. Problemas típicos encontrados en el sector evaluado

1) Estructuras de mampostería no reforzada.

a) Ampliaciones peligrosas: debido a la falta de conocimiento y de recursos económicos, algunos propietarios han reforzado sus edificaciones de adobe con columnas para poder soportar un segundo nivel, esto se hace crítico ya que son realizadas por medio de autoconstrucción y por lo consiguiente empirismo, sin tener presente la mala adherencia entre el adobe y el nuevo refuerzo (ver figura 14-a).

b) Mal mantenimiento: algunas edificaciones de adobe no tienen recubrimiento, además se detecta pudrimiento en sus elementos de refuerzo de madera, presentando algunas de ellas grandes fisuras (ver figura 14-b).

Figura 14. Ejemplos de los problemas típicos observados en estructuras de mampostería no reforzada.

a) ficha 2-6-28-5



b) ficha 2-6-6-9



2) Estructuras de mampostería media.

a) Mala calidad de los materiales: un problema común que se tiene en las edificaciones es el uso de materiales de baja calidad, principalmente el block, ya que los propietarios tienden a decidirse por lo barato dejando a un lado la resistencia que le pudiera ofrecer un elemento de primera clase.

b) Alturas excesivas: edificaciones que han sido ampliadas verticalmente, aumentando la carga gravitacional a la cimentación que estaba prevista para un nivel, malos o ningún refuerzo vertical para soportar otros niveles y mal anclaje entre elementos estructurales existentes y nuevos (ver figura 15-a).

c) Malos refuerzos: edificaciones que presentan ausencia de refuerzo tanto vertical como horizontal en ventanas y puertas, las cuales hacen disminuir grandemente la resistencia al esfuerzo cortante de la pared (ver figura 15-b), que además presenta desplome de la pared del segundo nivel.

Figura 15. Ejemplos de los problemas típicos observados en estructuras de mampostería media.

a) ficha 2-6-24-13



b) ficha 2-6-8-8



3) Estructuras de madera.

a) Mal mantenimiento: existen estructuras que presentan un alto grado de pudrimiento en sus elementos, se observa que algunas de ellas pueden llegar a colapsar bajo un sismo moderado, y aunque son estructuras livianas pueden ocasionar severas lesiones a sus habitantes, tal como se puede observar en las siguientes ilustraciones.

Figura 16. Ejemplos de los problemas típicos observados en estructuras de madera.

ficha 2-6-32-18



ficha 2-6-14-9



4) Estructuras edificadas en laderas.

Los problemas que afectan a estas estructuras son la construcción empírica, desniveles de sus elementos por la inclinación del terreno, alturas excesivas, las fuertes lluvias que sumado a la falta de canalización de aguas residuales e interrelacionadas con el movimiento vibratorio, pueden originar deslizamientos, si el suelo está saturado. Ejemplos de estas edificaciones son las figuras 6 y 7, en donde se observa que la pendiente del terreno oscila entre 45° y 60° por lo que su amenaza es alta en cuanto a deslizamiento.

3.5. Mapa de vulnerabilidad del sector evaluado

En la siguiente página se muestra el mapa del sector evaluado, en donde cada lote tiene asignado un color dependiendo del grado de vulnerabilidad que presente la estructura de su edificación; si se puede tener acceso al CD que contiene las evaluaciones y toda la información digitalizada, se podrá notar que el color verde indica vulnerabilidad mínima; el amarillo vulnerabilidad significativa; el anaranjado vulnerabilidad alta y el rojo vulnerabilidad muy alta.

Como se mencionó anteriormente el CD se dejará en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la USAC, en el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM) ubicado en el edificio T-1 y en el Centro de información para la Construcción (CICON) adscrito al Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la USAC. Se estará adicionando a este estudio un Sistema de Información Geográfica (ver tesis: Aplicación de SIG en la integración de estudios de vulnerabilidad sísmica estructural en la ciudad de Guatemala; Pixtun España, Isaías) que integre estudios en otras zonas como el realizado en la zona 3 (Arrecis Sosa, Francisco; 2002).

Figura 17. Mapa de vulnerabilidad sísmica estructural del Barrio San Antonio.



3.6. Casos especiales

Como se mencionó en el capítulo 2, hubo sectores que fue imposible evaluarlos debido a la peligrosidad de su entorno provocado por la presencia de pandilleros, siendo estos la colonia Noruega, las cuadras comprendidas de la 18 calle hasta el final del barrio y las áreas habitadas en los extremos del barranco (ver figura 17).

Con respecto a la colonia Noruega, esta fue creada en el año de 1981 gracias a la ayuda de la iglesia católica Noruega (de ahí su nombre) beneficiando a 74 familias. El proyecto inicial consistió de casas de 1 nivel construidas en lotes de 7x15 metros, distribuidas en tres filas separadas por callejones de 2 metros de ancho (sin acceso a vehículos). Actualmente en esta colonia las casas han sido ampliadas verticalmente teniendo algunas hasta 3 niveles, presentando muchas de ellas técnicas deficientes de construcción, por lo que se recomienda hacer una evaluación detallada para determinar, si fueron reforzadas adecuadamente para soportar los niveles superiores.

En las siguientes ilustraciones se presentan algunas construcciones de dicha colonia.

Figuras 18 y 19. Algunas edificaciones en la colonia Noruega.



Asimismo las cuadras comprendidas de la 18 calle hasta el final del barrio, entre la 24 avenida A y la 27 avenida, y las áreas ubicadas en los extremos del barranco, no se evaluaron debido al problema antes expuesto, siendo la mayoría de las edificaciones de mampostería media, presentando algunas empirismo sobre todo las ubicadas en las pendientes (oscilan entre 45 y 60°) del barranco, por lo que esta última área se declara como de vulnerabilidad muy alta debido a su alto riesgo de deslizamiento, requiriendo un análisis detallado (ver figura 17).

Otras edificaciones que se consideran en este capítulo, como casos especiales por su superficie y su importancia en el sector son, las instalaciones de la Policía Nacional Civil, las instalaciones de Telgua, la iglesia San Antonio de Pauda y las tres escuelas públicas (ver figura 17).

A continuación se describen cada una de ellas:

Instalaciones de la PNC.

Cuenta con un área de 178,200 metros cuadrados, comprendiendo 2 campos de fútbol, 2 salones de reuniones sociales, el Club de la PNC y el salón de Jubilados de la PNC, área verde disponible tanto en la Academia de la Policía Nacional Civil como en las antiguas instalaciones del DOAN, además un pozo de agua propia.

El tipo de estructura de estas instalaciones es de marcos de concreto resistente a momento, por lo que su vulnerabilidad es mínima.

Las figuras 20 y 21 muestran el salón de jubilados de la PNC y el club social de la PNC respectivamente.

Figura 20. Salón de Jubilados.
ficha 2-6-41-1



Figura 21. Club social de la PNC.
ficha 2-6-41-1



Instalaciones de Telgua.

Desde la 8ª calle “A” hasta la 13 calle, sobre la 21 avenida se ubican las oficinas y bodegas de TELGUA. Comprendiendo un área aproximada de 20,391 metros cuadrados. En la siguiente figura se muestra parte de las bodegas de dicha institución.

Figura 22. Bodegas de Telgua.
Ficha 2-6-1-28



Iglesia San Antonio de Pauda.

Esta iglesia es la más grande de todas las existentes en el barrio San Antonio, comprendiendo varias edificaciones como lo son; un salón de usos múltiples, un parqueo techado, servicio de clínica médica y el templo con capacidad para más de cien personas. Tiene un área de 1,941 metros cuadrados. Las figuras 23 y 24 muestran las instalaciones de esta iglesia. Su vulnerabilidad es mínima ya que el tipo de estructura para el templo es de marcos de concreto resistente a momento y la del parqueo de mampostería reforzada superior.

Figura 23. Templo.
Ficha 2-6-42-1



Figura 24. Parqueo techado.
Ficha 2-6-42-2



Escuela para mujeres #57 “Ernestina Mena Vda. De Ritz”.

Fue construida en el año 1959 y está ubicada en la 21 avenida 14-17, con un área aproximada de 6,136.80 metros cuadrados. Cuenta con canchas de básquetbol, área verde, 17 salones de clases y un salón de usos múltiples que está siendo utilizado para dos aulas. La población estudiantil es de 640 alumnas.

Presenta estructura de mampostería reforzada superior y su vulnerabilidad es mínima. Sus servicios sanitarios y de electricidad se encuentran en buen estado. En cuanto al servicio de agua potable cuenta con 4 tanques con capacidad de 500 y 1000 litros. Las siguientes figuras muestran internamente esta institución.

Figura 25.
Ficha 2-6-43-1



Figura 26.
Ficha 2-6-43-1



Escuela para párvulos #49 “Ulises Rojas”.

Se encuentra en la 21 avenida 15-07, con un área aproximada de 6,903.90 metros cuadrados, el tipo de estructura es mampostería media. Esta institución se puede describir en dos partes; la primera compuesta por edificaciones ubicadas al ingreso de la misma, comprendiendo 3 aulas, salón de actos, cocina y bodega, dichas construcciones han sido declaradas “no habitables” por parte de Conred debido a su mal estado, presentando fisuramiento en paredes y reparaciones en las mismas utilizando materiales de mala calidad, así como muros altos desplomados y agrietados; y la segunda parte ubicada en el interior de la institución compuesta por 10 aulas en donde se puede observar que los bloques de mampostería fueron unidos a base de sabieta compuesta de cal y arena amarilla, causa por la cual algunas paredes se han fisurado en las uniones de los blocks. Por los problemas observados se determina que su vulnerabilidad es alta.

El uso del área declarada no habitable se ha hecho necesario ya que se cuenta con una gran cantidad de niños que en la actualidad asciende a 350.

Con la red de drenaje no se tiene problema. Se cuenta con 2 tanques de agua uno de 450 litros y el otro de 1000 litros. En cuanto a la electricidad, sólo las edificaciones que se encuentran al ingreso cuentan con este servicio. Los servicios sanitarios están en excelentes condiciones.

Las siguientes figuras muestran lo descrito anteriormente.

Figura 27. Muro alto con desplome y agrietamiento



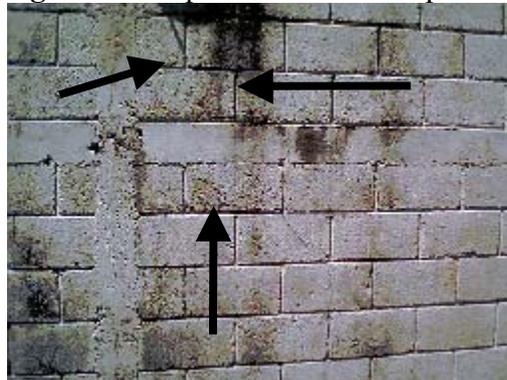
Ficha 2-6-44-1

Figura 28. Mortero pobre para unión de bloques de mampostería



Ficha 2-6-44-1

Figura 29. Tipo de fisura en las paredes.



Ficha 2-6-44-1

Escuela para varones #56 “Dr. Rodolfo Robles”.

Se encuentra ubicada en la 21 avenida 18-26, con un área aproximada de 7,415.30 m². Presenta dos tipos de estructura; mampostería superior en aulas de un nivel y marcos de concreto en una edificación de dos niveles construida en el año de 1988. Cuenta con 17 aulas, canchas de papi-fútbol y basketball y un tanque elevado que debe ser reparado por presentar fugas en la tubería de alimentación. Tiene una población estudiantil de 600 alumnos. El único inconveniente que se tiene es en dos aulas que presentan fisuras en sus paredes y levantamiento del piso en el corredor debido al crecimiento de las raíces de árboles cercanos a ellas. En cuanto a las instalaciones, estas se encuentran en buen estado.

Debido al tipo de estructura y su buen mantenimiento su vulnerabilidad es mínima. A continuación se presentan figuras de los dos tipos de edificación presentes en la escuela.

Figura 30. Aulas de un nivel. Ficha 2-6-45-1



Figura 31. Edificación de dos niveles.



Figura 32. Fisuras en paredes provocadas por raíces de árboles.



Figura 33. Levantamiento del piso en el corredor por raíces de árboles.



4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

4.1. Posibles medidas de mitigación a los problemas encontrados

a) Estructuras de mampostería no reforzada.

Existen 5 edificaciones de adobe que presentan grandes fisuras y pudrimiento de los párales de madera que funcionan como elementos estructurales, para lo cual lo recomendable sería la demolición de dichas edificaciones, siendo estas las analizadas en las fichas de evaluación 2-6-5-15, 2-6-6-9, 2-6-13-1, 2-6-14-9, 2-6-38-9. La mayoría del resto de viviendas de este tipo no presentan mal mantenimiento, pero por ser el adobe un elemento bastante vulnerable para los sismos, se recomienda encamisar los muros si no se esta en la capacidad de rehacer la edificación.

b) Estructuras de mampostería media.

Se recomienda hacer una evaluación detallada de este tipo de estructura ya que debido a las diversas formas de configuración a las que pudiesen estar sometidas, se hace necesario proponer una técnica para cada situación.

c) Estructuras de madera.

En este caso se deben de cambiar todos aquellos elementos que presenten pudrimiento, dando mantenimiento periódico a los nuevos, sin embargo la edificación que se mostró en la figura 16 (de lado izquierdo), presenta un peligro inminente por lo que su demolición es necesaria.

d) Estructuras en laderas.

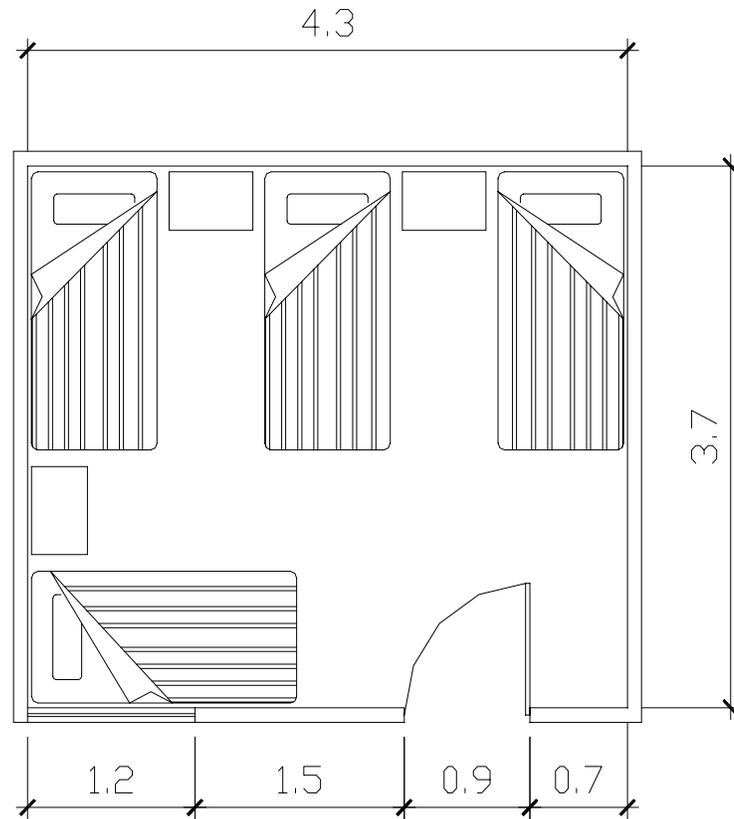
Para este caso se necesita realizar una evaluación detallada para cada construcción, ya que algunas de estas edificaciones cuentan con más de 3 niveles, además se hace necesario un estudio de suelos para determinar las condiciones del mismo debido a que esta siendo sometido a una gran invasión demográfica, que sumado a su pendiente (45° - 60°), más la eliminación de vegetación lo hace propicio a infiltraciones de agua y podrían desencadenarse deslizamientos.

4.2. Posibles lugares de albergue

Para todo tipo de desastre provocado por algún fenómeno natural, se hace necesario contar con lugares de refugio para ubicar a las personas que resulten afectadas durante el tiempo que dure la emergencia. Es por eso que en el área evaluada se determinaron algunos posibles lugares de albergue, esto basado en las instalaciones con las que cuentan, el grado de vulnerabilidad que presentan sus estructuras y la superficie libre que puede ser utilizada para la instalación de viviendas informales.

La figura 34 muestra el tipo de vivienda informal a construirse en las áreas libres de los albergues propuestos y que puede ser usada para heridos y/o damnificados, la cual puede estar hecha de párales de madera y cubierta con láminas, las cuales pueden extraerse de los restos de las construcciones dañadas o bien que sean materiales nuevos obtenidos de donaciones internacionales, para luego ser regalados a las personas para la reconstrucción de sus viviendas. Las dimensiones de luz libre son 3.70 metros x 4.30 metros, con capacidad para 4 camas tipo imperial de medidas 0.90 metros x 1.90 metros.

Figura 34. Esquema de vivienda informal.



A continuación se describen los posibles lugares de albergue.

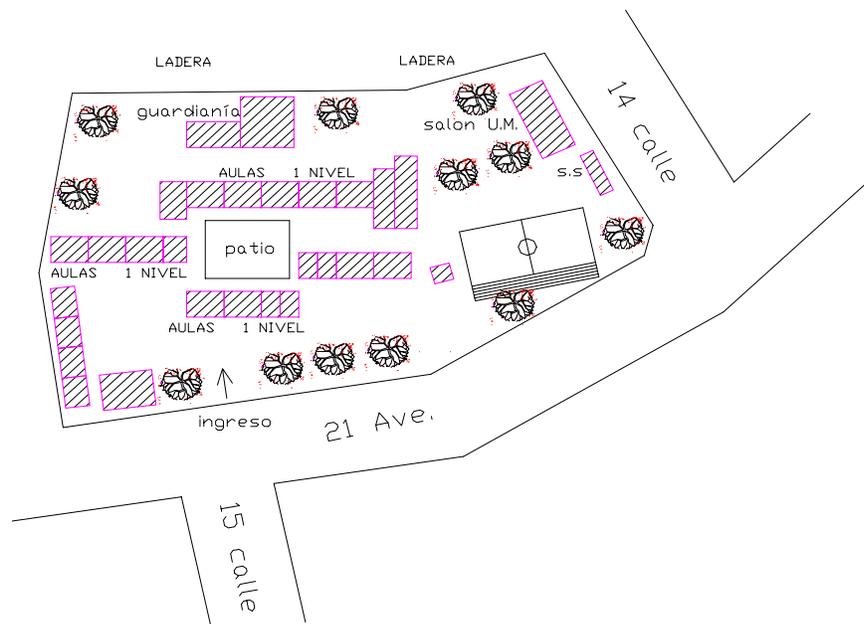
1. Instalaciones de la PNC.

En la ficha de evaluación 2-6-41-1, se observa que el tipo de estructura de estas edificaciones es de mampostería superior y marcos de concreto, con un índice de vulnerabilidad mínima que sumado a su área verde y los servicios con los que cuenta la hacen ser un lugar de resguardo para la población. Esto se notó durante el paso del huracán Mitch, en donde los salones sirvieron para albergar a familias del barrio San Antonio, de la colonia 30 de junio y a las personas evacuadas que viven debajo del puente Belice. Entre los dos salones se pueden ubicar 320 camas para heridos, con un área por cama de 5.33 metros cuadrados.

2. Escuela #57 Ernestina Mena Vda. De Ritz.

Estructuralmente es de mampostería superior de un nivel con vulnerabilidad mínima, como se puede observar en la ficha de evaluación 2-6-43-1. Se presta para ser un lugar de control y monitoreo, así como bodega de víveres y para albergar a 180 heridos, distribuidos en 15 aulas, con un área de 5.33 metros cuadrados por cama y de 12 camas por aula.

Figura 35. Esquema de distribución de la escuela para mujeres.



3. Escuela para párvulos #49 Ulises Rojas.

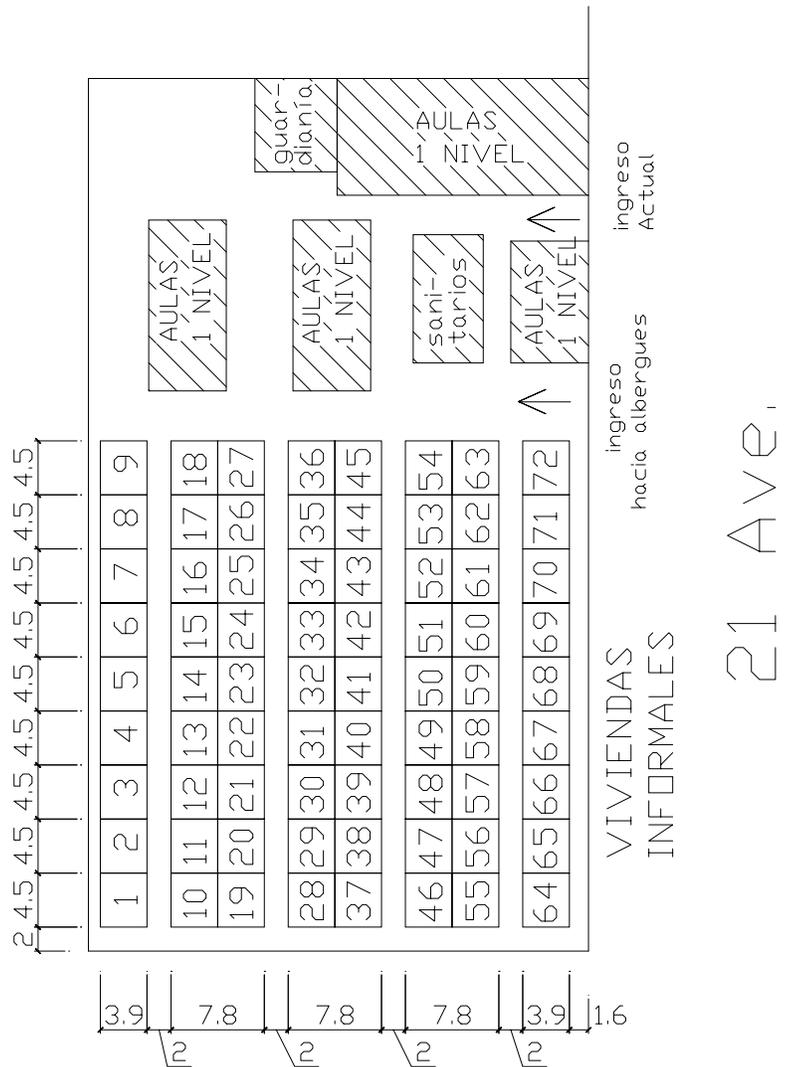
La estructura de esta escuela esta en un estado crítico, sin embargo cuenta con una extensa área verde la cual en caso de emergencia puede ser utilizada para colocar varias viviendas temporales.

En las siguientes figuras se muestra el área verde de este establecimiento y el esquema en donde se pueden instalar 72 viviendas informales con capacidad para 288 personas, teniendo que abrir un acceso en la pared que colinda con la 21 avenida, esto para que se tenga comunicación directa con las viviendas y porque el actual ingreso de la escuela se encuentra en la parte donde las aulas se encuentran en mal estado, presentando vulnerabilidad alta.

Figura 36. Área verde de la escuela para párvulos.



Figura 37. Esquema de viviendas informales en el área verde de la escuela para párvulos.

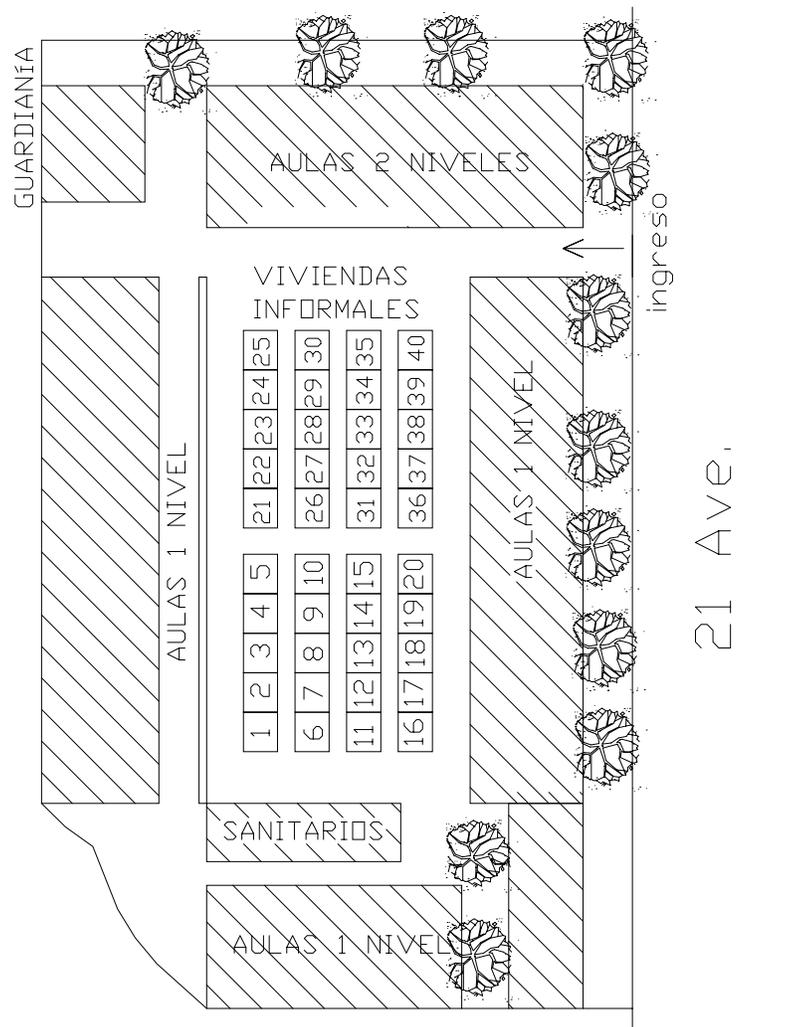


4. Escuela para varones #56 Dr. Rodolfo Robles.

En la ficha de evaluación 2-6-45-1 se observa que la vulnerabilidad de esta institución es mínima, teniendo estructuras de marcos de concreto y mampostería superior.

Se pueden utilizar 15 aulas para la ubicación de 180 heridos, con un área de 5.33 metros cuadrados por cama y de 12 camas por aula. En el área libre se pueden ubicar 40 viviendas informales en dos módulos de cuatro filas cada uno, separados tres metros entre ellos, y con separación entre sus filas de 2 metros, con capacidad para 160 personas, tal como se observa en la siguiente figura.

Figura 38. Esquema de viviendas informales.



4.3. Discusión sobre normas NR-4 y NR-6

La AGIES ha desarrollado una propuesta de normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la república de Guatemala, teniendo entre estas la Norma NR6 que trata sobre la evaluación de estructuras post-sismo, la evaluación del riesgo sísmico, y la rehabilitación de estructuras.

La evaluación post-sismo implica un procedimiento que comprende tres etapas; la primera es una evaluación visual rápida de seguridad en donde se determina si la edificación es evidentemente insegura, aparentemente segura o si se requiere evaluación especial; la segunda etapa es una evaluación visual detallada orientada a aquellas situaciones cuestionables con el fin de determinar si necesita evaluación ingenieril; y la tercera etapa como ya se dijo es una evaluación ingenieril que involucra planos de construcción si los hubiera, datos de daños y nuevos cálculos estructurales, con el objetivo de determinar las reparaciones necesarias o la demolición de la edificación.

Se dispone de cuatro colores para clasificar la edificación después del movimiento sísmico; verde indica Habitable, amarillo indica Entrada Limitada, rojo indica Inseguro y un área acordonada con listón de color anaranjado indica que dicha área es insegura.

La evaluación del riesgo sísmico esta enfocada a determinar las posibles fallas potenciales de una estructura que se pueden dar debido a un evento futuro (sismo), este procedimiento es parecido al método de Evaluación Visual Rápido utilizado en este estudio, pero con la diferencia de que si la calificación final de una estructura es menor de 1.5 se tendrá que desarrollar una evaluación analítica tomando en cuenta parámetros de diseño sismo-resistente para determinar la capacidad de carga lateral y la capacidad de desplazamiento lateral para cada tipo de estructura.

Y por último se tiene la rehabilitación de las edificaciones incluyendo un reconocimiento detallado, cálculos estructurales, localización y evaluación de los daños de la estructura con el plan de reparación de emergencia para habilitar la estructura.

Debido que en la República de Guatemala se carece de normas de diseño estructural, teniendo la Municipalidad capitalina en su Reglamento de Construcción únicamente aspectos arquitectónicos y legales, la AGIES desarrolló la norma recomendada NR-4, que da a conocer lineamientos mínimos para obras dedicadas al uso de viviendas de interés social, normalmente de 1 nivel y con áreas de construcción no mayores de 50 m² y viviendas de tamaño mediano que poseen áreas de construcción entre 50 y 100 m² por nivel, estas últimas pueden ser de 1 o 2 niveles (AGIES NR-6).

Dichos lineamientos se han planteado siguiendo tendencias modernas para que el diseño y construcción de edificaciones se haga con el objetivo general de solucionar las necesidades psico-fisiológicas de los núcleos familiares o personas individuales, quienes requieren una vivienda funcional que les brinde tranquilidad, descanso y comodidad. Las especificaciones se dan como lineamientos que pueden ser aplicados por autoconstructores, albañiles, maestros de obra y técnicos de construcción. Cubriendo aspectos de escogencia del sitio, tipología, materiales de construcción, cimentación, paredes, techos, y recomendaciones de construcción en laderas, las cuales en la actualidad son bastantes, no solo en este sector estudiado de la zona 6 y anteriormente en la zona 3 (Arrecis Sosa, Francisco; 2002), sino también en la mayoría de lugares en donde se hace inevitable la ocupación de estas áreas.

En cuanto a edificaciones de mayor envergadura, los reglamentos de diseño para estructuras de concreto, antes de los años 70, no exigían detalles para proveer ductilidad. De esta manera, es muy probable que edificaciones diseñadas anteriores a esos años tengan problemas con anclajes, discontinuidades en refuerzos, falta de confinamiento en columnas y nudos (Villagrán Herrera, 1992).

Debido a las experiencias y a los avances de conocimientos de países desarrollados, la AGIES también ha desarrollado las normas NR-1 Bases generales de diseño y construcción, NR-3 Diseño estructural de edificaciones, NR-7 Acero estructural, tratando en lo posible de hacer adaptaciones a las prácticas de construcción, materiales guatemaltecos y naturaleza de nuestra sismicidad. En este sentido mientras se vaya contando con más datos a nivel local el grado de afinamiento irá mejorando.

CONCLUSIONES

1. Se estima que un total de 95,619.28 m² del área construida en el sector evaluado, equivalente al 28.53% del total del área construida, sufrirá daños por un fenómeno sísmico con aceleraciones del suelo del orden de 0.3g = 2.94 m/seg², cuya probabilidad de ocurrencia es de, al menos una vez en cincuenta años, con un costo esperado de reposición equivalente a Q 71,125,066.85.

2. De cada 100 estructuras existentes en el área evaluada, 24, de ellas, son susceptibles de sufrir daños en más del 66% de su área construida, lo que equivale a 234 estructuras con posibilidad de daños severos de un total de 971 estructuras evaluadas en el sector.

3. Se estiman las siguientes pérdidas.

Elemento	Máximo	Esperado
No. de muertes	1545	794
No. de heridos	1540	737
Pérdidas materiales	Q 77,962,318.70	Q 71,125,066.85

4. De un total de 971 estructuras evaluadas, 166 son aún de mampostería no reforzada, equivalente al 17.095 % del total de estructuras.

5. Los índices de vulnerabilidad estructural en unidades estructurales en el área evaluada son los siguientes: Mínima 63.03%, Significativa 12.87%, Alta 6.49%, Muy Alta 17.61%.

6. Por ser el adobe un elemento bastante vulnerable ante los sismos, lo más recomendable sería la demolición de las estructuras de este material, sin embargo, si no se esta en la capacidad de rehacer la edificación, entonces, se debería de encamisar los muros de aquellas viviendas que no estén deterioradas por mal mantenimiento.
7. Es de carácter urgente solucionar los problemas en la escuela para párvulo #49 Ulises Rojas, ya que, por el estado de la estructura y la edad de los alumnos, se incrementa la probabilidad de tener mayor número de víctimas en el momento de un sismo.
8. Realizar un análisis detallado de las viviendas ubicadas en las laderas del barranco, ya que, la mayoría presentan autoconstrucción empírica, así, también, determinar las condiciones del suelo que está siendo sometido a sobrecargas que, sumado a la deforestación, lluvias y movimientos por actividad sísmica, pudiese sufrir deslizamiento.
9. De las 234 viviendas con daños severos, se estima que 594 personas deberán ser evacuadas, más las 737 personas heridas que se esperan, hacen un total de 1331 personas. En los posibles albergues se podrá ubicar a 1128 personas entre heridos y evacuados. Por lo tanto, 203 personas tendrán que ser ubicadas en un lugar cercano al sector en estudio, para lo cual se tiene pensado utilizar el Instituto Enrique Gómez Carrillo, ubicado en la 13 avenida y 15 calle de la zona 6 y que se encuentra fuera del área de estudio a una distancia aproximada de 1 kilómetro en dirección Oeste que cuenta entre sus instalaciones con 29 salones de clase, un salón de usos múltiples, canchas deportivas, amplias áreas verdes, todo distribuido en un terreno de 7 manzanas.

10. En caso de que la intensidad del próximo terremoto fuese tan fuerte y se llegasen a interrumpir los servicios básicos de agua potable y fluido eléctrico, la primera opción para obtener el vital líquido sería del pozo propio de la Policía Nacional Civil y la revisión del fluido eléctrico a través del circuito 130, el cual corresponde al área en estudio, por si existiera algún fallo después de la restitución de los cables rotos.

RECOMENDACIONES

Las estructuras analizadas responden a problemas actuales y comunes que afectan en distinto grado, a la mayor parte del territorio nacional. Se considera que los resultados obtenidos son lógicos y realistas, necesarios para formular e instrumentalizar una metodología específica que permita dar soluciones, no sólo al problema del riesgo sísmico sino, también, a controlar el procedimiento constructivo de toda edificación.

Bajo este punto de vista, las recomendaciones que aparecen en esta tesis, van dirigidas, fundamentalmente, a las siguientes instituciones.

A instituciones del Gobierno.

- La creación de normas de diseño estructural, manuales de recomendaciones y equipo de supervisión para controlar que las construcciones ofrezcan seguridad a sus habitantes.
- Las instituciones encargadas de ejecutar programas de vivienda, a cualquier nivel, deben considerar la amenaza sísmica en el proceso de diseño urbano.
- Preparar estrategias de educación preventiva a nivel masivo, dirigidas a distintos tipos de población con diferentes grados de escolaridad.

A instituciones Socio – Económicas.

- Los programas de financiamiento deberían contemplar recursos para reforzamiento mínimo de las viviendas existentes que presenten vulnerabilidad crítica.

A instituciones de docencia e investigación.

- Incentivar el seguimiento de este tipo de trabajo en otros sectores o zonas de la ciudad con características similares a las encontradas en este estudio.
- Incluir en el Pénsum de estudios de la Facultad de Ingeniería, cursos respecto de prevención, mitigación y atención de desastres.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jerez, Margarita. **Manual de evaluación visual rápida**. Guatemala: Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia, 2000.
2. Arrecis Sosa, Francisco Eduardo. **Vulnerabilidad Sísmica Estructural en un Sector de la zona 3 de la Ciudad de Guatemala**. Tesis de Graduación. Facultad de Ingeniería. USAC 2002.
3. Villagrán Herrera, Marco Guillermo. **Sismología**. Tesis de Graduación. Facultad de Ingeniería. USAC 1992.
4. Armas Borja, Juan Fernando y Mejía Guillen, Magda Lissette. **Riesgo de desastres en viviendas en laderas**. Tesis de Graduación. Facultad de Arquitectura. USAC 1992.
5. AGIES, Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. **Normas estructurales de construcción recomendadas para la república de Guatemala. NR 1, NR 2, NR 3, NR 7-1, NR 7-3**. Guatemala: AGIES, 1996.
6. AGIES, Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. **Normas estructurales de construcción recomendadas para la república de Guatemala. NR 4, NR 5, NR6, NR7**. Guatemala: AGIES, 2002.
7. Departamento de investigación y servicios geofísicos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH. Guatemala, 2001.
8. FHA, Fomento de Hipotecas Aseguradas. **Normas de planificación y construcción para casos proyectados**. Guatemala: División técnica del FHA, 1994.
9. Instituto Geográfico Nacional. **Mapas de catastro de la ciudad de Guatemala, escala 1 : 2,000**
10. Instituto Nacional de Estadística. **XI Censo de población y VI de habitación**. Guatemala: INE, 2002.

11. Organización Panamericana de la Salud. **Mitigación de desastres en sistemas de agua y saneamiento.** Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, 2002.
12. INSIVUMEH. **Estudio de Aguas Subterráneas en el Valle de la Ciudad de Guatemala.** 1978.
13. **Simposio del terremoto del 4 de febrero de 1976.** Tomos I y II.
14. CONRED. **Informe sobre los daños ocasionados por el huracán Mitch en la zona 6 de la ciudad capital (1998).**
15. MAGA. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. **Atlas Temático 2002.**
16. Zonificación Sísmica Urbana en Guatemala. **Identificación de Unidades Geológicas y su Respuesta Sísmica Analítica.** Centro de Estudios Superiores en Energía y Minas. Facultad de Ingeniería. USAC. 2001.

FICHAS DE EVALUACIÓN CITADAS

Listado de las evaluaciones citadas ordenadas ascendentemente:

2-6-1-27

2-6-1-28

2-6-6-9

2-6-8-8

2-6-12-22

2-6-13-9

2-6-14-9

2-6-20-22

2-6-24-13

2-6-28-5

2-6-32-18

2-6-33-10

2-6-37-16

2-6-38-13

2-6-41-1

2-6-42-1

2-6-42-2

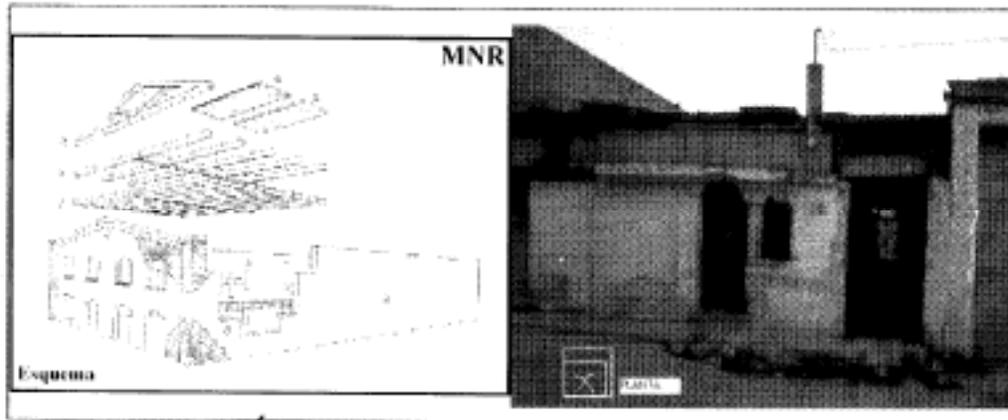
2-6-43-1

2-6-44-1

2-6-45-1

METODO DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDO

Identificador : 2_6_1_27 **Estudio :** Análisis de la Vulnerabilidad sísmica estructural del Barrio San Antonio en la zona 6
Macrozona : Macrozonas 4.1 y 4.2 según norma NR-2 **No. Zona :** 6 **No. Cuadra :** 1 **No. Lote :** 27
Dirección : 8 calle A 22-39 **Identificación :** Sin identificación
No. Pisos : 1 **No. Sotanos :** 0 **Área m2 :** 183 **Uso original :**
Inspector : Edwin Fernando Pérez Pérez **Fecha evaluación :** 02/12/2003 **Año de const. :**
Departamento : Guatemala **Municipio :** Guatemala **Cod. postal :**



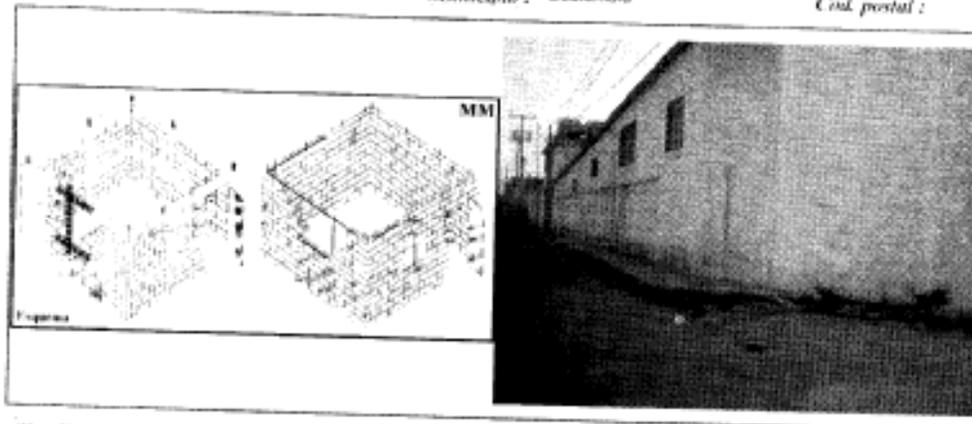
Tipo Estructura	MNR	Número de ocupantes	Uso de la estructura
Mampostería no reforzada		<input checked="" type="checkbox"/> 0 - 10 <input type="checkbox"/> 10 - 100	Residencial <input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/> > 100	Comercial <input type="checkbox"/>
Calificación inicial	1	Peligro en colindancias <input type="checkbox"/>	Oficinas <input type="checkbox"/>
Gran altura	<input type="checkbox"/> -0.5	Peligro no estructural <input type="checkbox"/>	Industrial <input type="checkbox"/>
Mal mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/> -0.5	Confiablez	Recursos pública <input type="checkbox"/>
Irregularidad vertical > 40%	<input type="checkbox"/> -0.5	<input type="checkbox"/> Baja <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta	Escuela Instituto <input type="checkbox"/>
Irregularidad vertical 20% - 40%	<input type="checkbox"/> -0.3	Observaciones : construcción empírica y peligrosa	Edificio de club <input type="checkbox"/>
Irregularidad vertical 10% - 20%	<input type="checkbox"/> -0.2	Otros peligros :	Serv. de emergencia <input type="checkbox"/>
Nivel suare	<input type="checkbox"/> -1	Evaluación detallada :	Edificio histórico <input type="checkbox"/>
Torsión	<input type="checkbox"/> -0.8		
Irregularidad en planta > 40%	<input type="checkbox"/> -0.5		
Irregularidad en planta 20% - 40%	<input type="checkbox"/> -0.3		
Irregularidad en planta 10% - 20%	<input type="checkbox"/> -0.2		
Colisión entre edificios	<input type="checkbox"/> -0.5		
Paneles pesados en fachada	<input type="checkbox"/> 0		
Columnas con alta rigidez	<input type="checkbox"/> -0.8		
Columnas cortas mediana rigidez	<input type="checkbox"/> -0.4		
Columnas aisladas < 0.30 * 0.30 cm	<input type="checkbox"/> -0.1		
Suelo rígido (edificios altos)	<input type="checkbox"/> 1		
Suelo rígido (edificios bajos)	<input type="checkbox"/> -1		
Suelos blandos	<input type="checkbox"/> -0.6		
Suelos blandos (edificios altos)	<input type="checkbox"/> -0.8		
Código de diseño sísmico			
Otro modificador aplicable	-3		
Calificación final	-3		

Vulnerabilidad : Muy Alto			
Número de ocupantes : 7			
	Máximo:	Esperador:	Mínimo:
Héridos	1	0	1
Muertes	4	2	3
Perdida:	Q219,600.00	Q197,640.00	Q175,680.00

Martes, 06 de Septiembre de 2005

METODO DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDO

Identificador: 2_6_1_28 **Estudio:** Análisis de la Vulnerabilidad sísmica estructural del Barrio San Antonio en la zona 6
Macrozona: Macrozonas 4.1 y 4.2 según norma NR-2 **No. Zona:** 6 **No. Cuadro:** 1 **No. Lote:** 28
Dirección: 21 avenida **Identificación:** bodegas de TELGUA
No. Pisos: 2 **No. Sotanos:** 0 **Área m²:** 2250 **Uso original:**
Inspector: Edwin Fernando Pérez Pérez **Fecha evaluación:** 02/12/2003 **Año de const.:**
Departamento: Guatemala **Municipio:** Guatemala **Ciudad postal:**



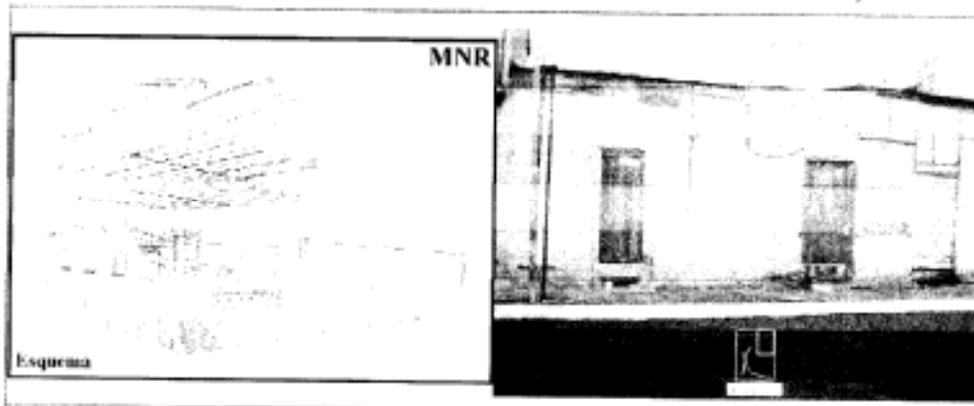
Tipo Estructura	MM		
Mampostería media			
Calificación inicial		2.5	
Gran altura	<input type="checkbox"/>	-1	
Mal mantenimiento	<input type="checkbox"/>	-0.5	
Irregularidad vertical > 40%	<input type="checkbox"/>	-0.5	
Irregularidad vertical 20% - 40%	<input type="checkbox"/>	-0.3	
Irregularidad vertical 10% - 20%	<input type="checkbox"/>	-0.2	
Nivel suave	<input type="checkbox"/>	-2	
Torsión	<input type="checkbox"/>	-0.8	
Irregularidad en planta > 40%	<input type="checkbox"/>	-0.5	
Irregularidad en planta 20% - 40%	<input type="checkbox"/>	-0.3	
Irregularidad en planta 10% - 20%	<input type="checkbox"/>	-0.2	
Colisión entre edificios	<input type="checkbox"/>	-0.5	
Panques pesados en fachada	<input type="checkbox"/>	0	
Columnas con alta rigidez	<input type="checkbox"/>	-0.8	
Columnas cortas mediana rigidez	<input type="checkbox"/>	-0.4	
Columnas aisladas < 0.30 * 0.30 cm	<input type="checkbox"/>	-0.1	
Suelo rígido (edificios altos)	<input type="checkbox"/>	1	
Suelo rígido (edificios bajos)	<input type="checkbox"/>	-1	
Suelos blandos	<input type="checkbox"/>	-0.6	
Suelos blandos (edificios altos)	<input type="checkbox"/>	-0.8	
Código de diseño sísmico			
Otro modificador aplicable			
Calificación final		2.5	

Número de ocupantes	
<input type="checkbox"/> 0 - 10	<input checked="" type="checkbox"/> 10 - 100
<input type="checkbox"/> > 100	
Peligro en colindancias <input checked="" type="checkbox"/>	
Peligro no estructural <input checked="" type="checkbox"/>	
Confiable	
<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Alta
Observaciones: Sin Observación	
Otros peligros:	
Evaluación detallada: <input type="checkbox"/>	

Vulnerabilidad: Mínima			
Número de ocupantes: 100			
	Máximo:	Esperados	Mínimo:
Heridos:	10	6	10
Muertes:	3	2	3
Pérdidas:	Q0.00	Q0.00	Q0.00

METODO DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDO

Identificador: 2_6_6_9 **Estudio:** Análisis de la Vulnerabilidad sísmica estructural del Barrio San Antonio en la zona
Macrozona: Macrozonas 4.1 y 4.2 según norma NR-2 **No. Zona:** 5 **No. Cuadro:** 6 **No. Lote:** 9
Dirección: 24 avenida 11-75 **Identificación:** Sin identificación
No. Pisos: 1 **No. Habitaciones:** 0 **Área m²:** 115 **Uso original:**
Inspector: Edwin Fernando Pérez Pérez **Fecha evaluación:** 06/12/2003 **Año de const.:**
Departamento: Guatemala **Municipio:** Guatemala **Cod. postal:**



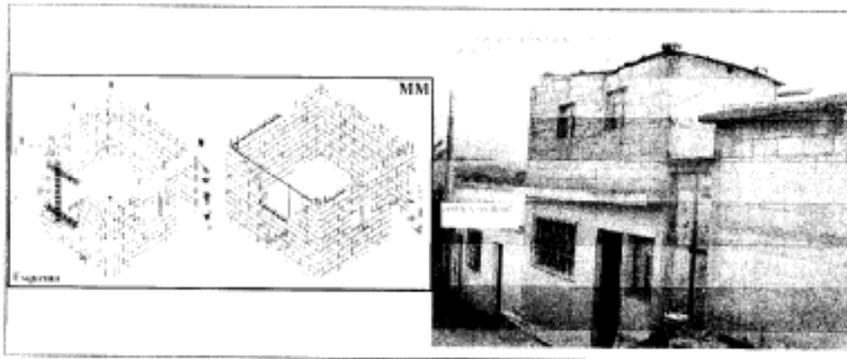
Tipo Estructura	MNR	Número de ocupantes	Uso de la estructura
Mampostería no reforzada		<input checked="" type="radio"/> 0 - 10 <input type="radio"/> 10 - 100 <input type="radio"/> > 100	Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Comercial Oficinas Industrial Reunión pública Escuela / Instituto Edificio de Gov. Serv. de emergencia Edificio histórico
Calificación inicial	1	Peligro en colindancias	
Gran altura	<input type="checkbox"/> -0.5	Peligro no estructural	
Mal mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/> -0.5	Confiable	
Irregularidad vertical > 40%	<input type="checkbox"/> -0.5	<input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Alta	
Irregularidad vertical 20% - 40%	<input type="checkbox"/> -0.3	Observaciones: construcción empírica y peligrosa presenta varias fisuras	
Irregularidad vertical 10% - 20%	<input type="checkbox"/> -0.2	Otros peligros:	Evaluación detallada:
Nivel suave	<input type="checkbox"/> -1		
Torsión	<input type="checkbox"/> -0.6		
Irregularidad en planta > 40%	<input type="checkbox"/> -0.5		
Irregularidad en planta 20% - 40%	<input type="checkbox"/> -0.3		
Irregularidad en planta 10% - 20%	<input type="checkbox"/> -0.2		
Colisión entre edificios	<input type="checkbox"/> -0.5		
Paneles pesados en fachada	<input type="checkbox"/> 0		
Columnas con alta rigidez	<input type="checkbox"/> -0.8		
Columnas cortas mediana rigidez	<input type="checkbox"/> -0.4		
Columnas acortadas < 0.30 * 0.30 cm	<input type="checkbox"/> -0.1		
Suelo rígido (edificios altos)	<input type="checkbox"/> 1		
Suelo rígido (edificios bajos)	<input type="checkbox"/> -1		
Suelos blandos	<input type="checkbox"/> -0.6		
Suelos blandos (edificios altos)	<input type="checkbox"/> -0.8		
Código de diseño sísmico			
Otro modificador aplicable	<input type="checkbox"/> -3		
Calificación final	<input checked="" type="checkbox"/> -3		

Vulnerabilidad: Muy Alta			
Número de ocupantes: 4			
	Maximos	Esperados	Minimos
Heridos	2	2	2
Muertes	1	1	1
Perdidas	Q138,000.00	Q138,000.00	Q138,000.00

Mod. ref. 29 de Mayo de 2002

METODO DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDO

Identificador : 2_6_8_8 Estudio : Análisis de la Vulnerabilidad sísmica estructural del Barrio San Antonio en la zona
 Macrozona : Macrozonas 4.1 y 4.2 según norma NR-2 No. Zona : 6 No. Cuadra : 8 No. Lote : 8
 Dirección : 11 calle A Identificación : Sin identificación
 No. Pisos : 2 No. Solares : 0 Área m² : 50 Uso original :
 Inspector : Edwin Fernando Pérez Pérez Fecha evaluación : 07/12/2003 Año de const. :
 Departamento : Guatemala Municipio : Guatemala Cod. postal :



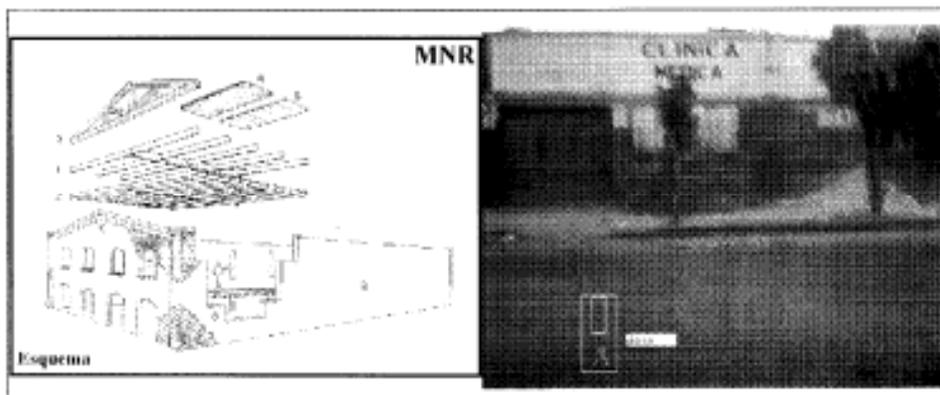
Tipo Estructura	MM	Número de ocupantes	Uso de la estructura
Mampostería media		<input checked="" type="checkbox"/> 0 - 10 <input type="checkbox"/> 10 - 100	Residencial <input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/> > 100	Comercial <input type="checkbox"/>
Calfacción inicial	2.5	Peligro en colindancias	Oficinas <input type="checkbox"/>
Gran altura	-1	Peligro no estructural	Industrial <input type="checkbox"/>
Mal mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/> -0.5	Confiability	Reunión pública <input type="checkbox"/>
Irregularidad vertical > 40%	<input type="checkbox"/> -0.5	<input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Alta	Escuela / Instituto <input type="checkbox"/>
Irregularidad vertical 20% - 40%	<input type="checkbox"/> -0.3	Observaciones : construcción empírica y peligrosa	Edificio de Gob. <input type="checkbox"/>
Irregularidad vertical 10% - 20%	<input type="checkbox"/> -0.2	en el segundo nivel, la pared está desplomada y las	Serv. de emergencia <input type="checkbox"/>
Nivel suave	<input type="checkbox"/> -2	ventanas carecen de refuerzo tanto vertical como horizontal	Edificio histórico <input type="checkbox"/>
Torsión	<input type="checkbox"/> -0.8	Otros peligros :	Evaluación detallada :
Irregularidad en planta > 40%	<input type="checkbox"/> -0.5		
Irregularidad en planta 20% - 40%	<input type="checkbox"/> -0.3		
Irregularidad en planta 10% - 20%	<input type="checkbox"/> -0.2		
Colisión entre edificios	<input type="checkbox"/> -0.5		
Paneles pesados en fachada	<input type="checkbox"/> 0		
Columnas con alta rigidez	<input type="checkbox"/> -0.8		
Columnas cortas mediana rigidez	<input type="checkbox"/> -0.4		
Columnas aisladas < 0.30 * 0.30 cm	<input type="checkbox"/> -0.1		
Suelo rígido (edificios altos)	<input type="checkbox"/> 1		
Suelo rígido (edificios bajos)	<input type="checkbox"/> -1		
Suelos blandos	<input type="checkbox"/> -0.6		
Suelos blandos (edificios altos)	<input type="checkbox"/> -0.8		
Código de diseño sísmico			
Otro modificador aplicable	<input type="checkbox"/> -3		
Calfacción final	<input type="checkbox"/> -1		

	Máximos	Esperados	Mínimos
Heridos	1	1	1
Muertos	1	1	1
Pérdidas	Q79,200.00	Q79,200.00	Q79,200.00

Microfich. 29 de Mayo de 2002

METODO DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDO

Identificador : 2_6_12_22 Estudio : Análisis de la Vulnerabilidad sísmica estructural del Barrio San Antonio en la zona 6
 Macrozona : Macrozonas 4.1 y 4.2 según norma NR-2 No. Zona : 6 No. Cuadro : 12 No. Lote : 22
 Dirección : 23 avenida Identificación : Sin identificación
 No. Pisos : 1 No. Sotanos : 0 Área m2 : 230 Uso original :
 Inspector : Edwin Fernando Pérez Pérez Fecha evaluación : 08/12/2003 Año de const. :
 Departamento : Guatemala Municipio : Guatemala Cod. postal :



Tipo Estructura	MNR
Mampostería no reforzada	
Cualificación inicial	1
Gran altura	<input type="checkbox"/> -0.5
Mal mantenimiento	<input type="checkbox"/> -0.5
Irregularidad vertical > 40%	<input type="checkbox"/> -0.5
Irregularidad vertical 20% - 40%	<input type="checkbox"/> -0.3
Irregularidad vertical 10% - 20%	<input type="checkbox"/> -0.2
Nivel suave	<input type="checkbox"/> -1
Torsión	<input type="checkbox"/> -0.8
Irregularidad en planta > 40%	<input type="checkbox"/> -0.5
Irregularidad en planta 20% - 40%	<input type="checkbox"/> -0.3
Irregularidad en planta 10% - 20%	<input type="checkbox"/> -0.2
Colisión entre edificios	<input type="checkbox"/> -0.5
Paneles pesados en fachada	<input type="checkbox"/> 0
Columnas con alta rigidez	<input type="checkbox"/> -0.8
Columnas cortas mediana rigidez	<input type="checkbox"/> -0.4
Columnas aisladas < 0.30 * 0.30 cm	<input type="checkbox"/> -0.1
Núcleo rígido (edificios altos)	<input type="checkbox"/> 1
Núcleo rígido (edificios bajos)	<input type="checkbox"/> -1
Núcleos blandos	<input type="checkbox"/> -0.6
Núcleos blandos (edificios altos)	<input type="checkbox"/> -0.8
Código de diseño sísmico	
Otro modificador aplicable	-3
Cualificación final	-2

Número de ocupantes <input type="checkbox"/> 0 - 10 <input checked="" type="checkbox"/> 10 - 100 <input type="checkbox"/> > 100	Uso de la estructura Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Comercial <input checked="" type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Reunión pública <input type="checkbox"/> Escuela Instituto <input type="checkbox"/> Edificio de G.A.B. <input type="checkbox"/> Serv. de emergencia <input type="checkbox"/> Edificio histórico <input type="checkbox"/>
Peligro en colindancias <input type="checkbox"/> Peligro no estructural <input type="checkbox"/>	Confiability <input type="checkbox"/> Baja <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta

Observaciones : construcción empírica y peligrosa

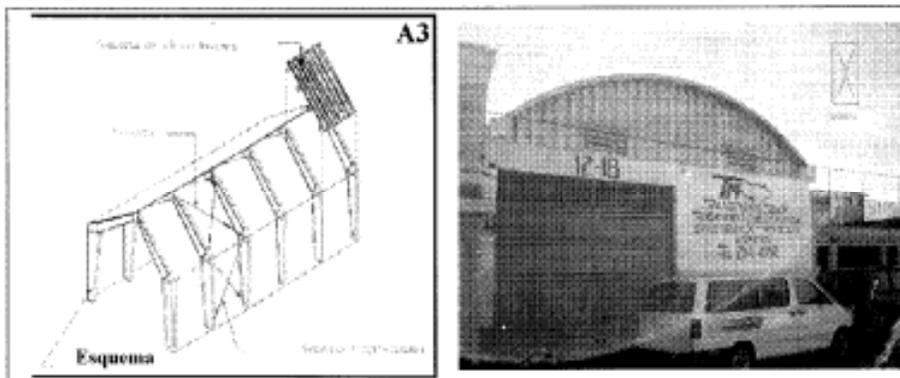
Otros peligros : Evaluación detallada :

Vulnerabilidad : Muy Alta		
Número de ocupantes : 11		
Máxima:	Esperado:	Mínimo:
Heridos : 2	1	1
Muertes : 6	5	5
Perdidas : Q299,000.00	Q269,100.00	Q239,200.00

Martes, 06 de Septiembre de 2003

METODO DE EVALUACION VISUAL RAPIDO

Identificador : 2_5_13_9 Estudio : Analisis de la Vulnerabilidad sismica estructural del Barrio San Antonio en la zona 5
 Macrozona : Macrozonas 4.1 y 4.2 según norma NR-2 No. Zona : 5 No. Cuadra : 13 No. Lote : 9
 Dirección : 24 avenida 12-1B Identificación : Taller TRANSMARROQUIN
 No. Pisos : 1 No. Sotanos : 0 Área m² : 200 Uso original :
 Inspector : Edwin Fernando Pérez Pérez Fecha evaluación : 09/12/2003 Año de const. :
 Departamento : Guatemala Municipio : Guatemala Cód. postal :



Tipo Estructura	A3	Número de ocupantes	Uso de la estructura
Estructuras de acero livianas		<input type="checkbox"/> 0 - 10 <input checked="" type="checkbox"/> 10 - 100	Residencial <input type="checkbox"/>
Calificación inicial	5.5	<input type="checkbox"/> > 100	Comercial <input checked="" type="checkbox"/>
Gran altura	<input type="checkbox"/> 0	Peligro en colindancias	Oficinas <input type="checkbox"/>
Mal mantenimiento	<input type="checkbox"/> -0.5	<input type="checkbox"/>	Industrial <input type="checkbox"/>
Irregularidad vertical > 40%	<input type="checkbox"/> -0.5	Peligro no estructural	Reunión pública <input type="checkbox"/>
Irregularidad vertical 20% - 40%	<input type="checkbox"/> -0.3	<input type="checkbox"/>	Escuela / Instituto <input type="checkbox"/>
Irregularidad vertical 10% - 20%	<input type="checkbox"/> -0.2	Confiablebilidad	Edificio de Gob. <input type="checkbox"/>
Nivel suave	<input type="checkbox"/> -1	<input type="checkbox"/> Baja <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta	Serv. de emergencia <input type="checkbox"/>
Torsión	<input type="checkbox"/> -0.8	Observaciones : Sin Observación	Edificio histórico <input type="checkbox"/>
Irregularidad en planta > 40%	<input type="checkbox"/> -0.5	Otros peligros :	Evaluación detallada :
Irregularidad en planta 20% - 40%	<input type="checkbox"/> -0.3		<input type="checkbox"/>
Irregularidad en planta 10% - 20%	<input type="checkbox"/> -0.2		
Colisión entre edificios	<input type="checkbox"/> -0.5		
Paneles pesados en fachada	<input type="checkbox"/> -1.5		
Columnas con alta rigidez	<input type="checkbox"/> 0		
Columnas cortas mediana rigidez	<input type="checkbox"/> 0		
Columnas aisladas < 0.30 * 0.30 cm	<input type="checkbox"/> 0		
Suelo rígido (edificios altos)	<input type="checkbox"/> 1		
Suelo rígido (edificios bajos)	<input type="checkbox"/> -1		
Suelos blandos	<input type="checkbox"/> -0.6		
Suelos blandos (edificios altos)	<input type="checkbox"/> 0		
Código de diseño sísmico			
Otro modificador aplicable			
Calificación final	5.5	Vulnerabilidad : Mínima	
		Número de ocupantes : 15	
		Máximo: Esperado: Mínimo:	
		Heridos: 1 0 0	
		Muerte: 0 0 0	
		Perdidas: Q0.00 Q0.00 Q0.00	

Montes, 06 de Septiembre de 2003