

DOCUMENTO ORIGINAL EN MAL ESTADO

EVALUACION Y ESTIMACION DE COSTOS DE LOS DAÑOS OCASIONADOS POR EL TERREMOTO
DEL 4 DE FEBRERO DE 1976, EN LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS BAJO ASEGURAMIENTO
DEL F.H.A.

ARQUITECTO HECTOR ROLANDO BONILLA PIVARAL
JEFE DIVISION TECNICA

INSTITUTO DE FOMENTO DE HIPOTECAS ASEGURADAS
GUATEMALA, C.A.

EVALUACION Y ESTIMACION DE COSTOS DE LOS DAÑOS OCASIONADOS POR EL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO DE 1976, EN LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS BAJO ASEGURAMIENTO DEL F.H.A.

Héctor Rolando Bonilla Pivaral¹

- 1o.- Incidencia del Terremoto sobre los exteriores de las viviendas.
- 2o.- La incidencia del Terremoto sobre los interiores de las viviendas.
- 3o.- Integración de los datos obtenidos en el campo en cuanto al número de reclamos presentados por los usuarios, al FHA y a las Entidades Bancarias del Sistema.
- 4o.- Cálculo de daños en base a los diversos renglones de construcción. Uniformización de estimaciones y referencias de cálculo.
- 5o.- Aplicación de porcentajes de daños en relación a los costos actuales (1976), de los diferentes tipos de vivienda, tomando como referencia el costo original y variaciones en los mismos.

DESARROLLO.

El número de viviendas, dañadas por el terremoto de 1976, aproximadamente, ascendió a la cantidad de 544 unidades.

Tomando como base un total de 10,000 viviendas construidas bajo aseguramiento del FHA se tiene un porcentaje de 5.44%.

Dentro de las unidades mencionadas, 93 sufrieron un daño total del 100%, es decir que fueron afectadas en la construcción y en el solar, específicamente debido a su localización próxima a fracturas en los terrenos. Estas 93 viviendas representan: 0.93 del 1% del total (0.0093) de viviendas construidas y el 17.1% de las viviendas dañadas.

El resto de las casas dañadas (451) presentaron daños en los muros interiores exteriores, etc., estimándose una relación de daño-costo entre el 60% y el 1% del valor del inmueble.

Estas representan el 4.51% (0.0451) del total de viviendas construidas y el 82.90% de las viviendas dañadas.

Los proyectos habitacionales más afectados por su vecindad a las fracturas mencionadas, fueron en su orden: Jardines de San Juan (5.83% de los daños considerados); San Francisco (4.11%); Lomas del Norte (2.7%) y Lomas de Pamplona (1.3%). (Ver gráficas adjuntas)

El monto de reconstrucción y de reparación de los inmuebles afectados por el terremoto, ascendió a la cantidad de: Q.1,389,560.00. Esta suma comparada con un valor estimativo de Q.100,000,000.00 que representa el costo de 10,000 viviendas, equivale al 1.38% de la inversión de construcción.

¹Arquitecto. Jefe División Técnica
Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas. FHA. Guatemala, C.A.

INTRODUCCION:

Las inversiones que se efectúan en desarrollos habitacionales normalmente implican la realización de gran número de viviendas unifamiliares.

Prácticamente dentro del proceso de diseño, las resultantes deben proceder de una sistematización entre las utilidades que se esperan obtener y costos de inversión de un proyecto. Unido a los mismos: costos de mantenimiento, inversiones en reparación, específicamente en nuestro caso, aquellos derivados de una procedencia sísmica, los cuales pueden tener una gran significancia y derivar en riesgos colaterales que afecten las inversiones realizadas.

Las construcciones existentes, pueden alcanzar distintos grados de daño, que influyen en los cálculos para obtener un balance de pérdidas máximas o mínimas probables, por ocurrencia sísmica.

Esto puede considerarse como un proceso determinado por un alcance de probabilidades.

Asímismo, las construcciones, dadas las características de los desarrollos habitacionales, se encierran dentro de soluciones arquitectónicas tipificadas los cuales racionalmente presentan daños similares, dadas sus características constructivas, al momento de ocurrir un problema sísmico.

La ejecución de proyectos unifamiliares en regiones con características sísmicas diferentes, asímismo, presentan la posibilidad de observación para los daños causados en soluciones arquitectónicas diversas o similares.

Por otra parte, en nuestro caso las necesidades de financiamiento de vivienda, provocadas por el terremoto entre aquellas personas que tenían propiedades inmuebles, exigió la flexibilización de los procedimientos para otorgar créditos hipotecarios para reconstrucción.

A partir de lo anteriormente mencionado, pueden calcularse los pro-

medios de las pérdidas correspondientes a costos iniciales, de reposición, - etc., lo cual es útil para el establecimiento de pérdidas a partir de los - montos de inversión.

Por otro lado, puesto que las viviendas son susceptibles al deterioro físico, sea por ocurrencia sísmica o por obsolescencia, los períodos de utilidad de los mismos tienen una limitante.

A medida que sufren estos daños, su capacidad de servir fines útiles disminuye y finalmente desaparece.

El período comprendido entre la finalización de una vivienda y el - tiempo cuando ya no es segura para su uso, constituye el final de su vida - física. La vida económica total de una estructura lo constituye el período comprendido entre su terminación y la desaparición de su capacidad para producir créditos.

DESARROLLO:

Con motivo de la ocurrencia del terremoto del 4 de febrero de 1976, la División Técnica del FHA, procedió a efectuar la estimación y evaluación de los daños y de sus costos, por la situación mencionada, principalmente en los desarrollos habitacionales construídos bajo aseguramiento del sistema FHA.

En el área metropolitana, los problemas fundamentales son a partir - del terremoto de 1976 de disponibilidad de terrenos y de reglamentación sobre edificación y diseño urbano.

Estas diferencias son determinantes para el tipo de vivienda a construir y los criterios para seleccionar áreas prioritarias en el área mencionada, en la cual resultaron destruídas 57,760 unidades habitacionales, con - un valor de Q.295,400,000.00.

La promoción de programas para reparar daños, fue afectada por agentes negativos dentro de los cuales es necesario mencionar:

- a) El Financiamiento
- b) La Mano de Obra
- c) La Disponibilidad de materiales de construcción
- d) La Capacidad de organización.

Anteriormente al terremoto, en contrato específico celebrado por el FHA con el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Uníversidad de San Carlos, se habían realizado estudios analíticos en modelos a escala natural sobre el comportamiento de muros de mampostería de ladrillo de barro cocido y cuyo objetivo principal fue el de lograr valores representativos de la resistencia de los materiales disponibles en la ciudad de Guatemala para el levantado de muros y paredes, con gran incidencia de la mano de obra empleada, así como del comportamiento real de muros de mampostería

tomando en cuenta la inclusión de fórmulas de diseño.

Básicamente esta iniciativa tuvo sus logros positivos en la comprobación de los daños observados en los inmuebles asegurados bajo el Sistema FHA, si se toma en consideración el número limitado de viviendas dañadas por la ocurrencia sísmica.

La evaluación de daños, se realizó en aproximadamente 10,000 inmuebles, tomando para ello, las siguientes bases:

- A) En los días inmediatos al terremoto se efectuaron inspecciones de todas las colonias con aseguramiento del FHA, así como de las zonas en las cuales se encuentran localizadas.
- B) Atendiendo a las mismas, se visitaron también selectivamente los inmuebles más dañados de cada desarrollo habitacional.
- C) Se efectuó inspección ocular de los exteriores de todas las viviendas de las colonias FHA para evaluar los costos aproximados de los daños ocasionados por el terremoto. Asimismo, se localizaron las fallas tectónicas en los proyectos.
- D) Se efectuaron inspecciones a todas las viviendas en proceso de construcción, para comprobar su estado y determinar las reparaciones necesarias y la posibilidad de corregir el proceso de construcción en algunos casos.

De lo anterior se pudo deducir lo siguiente:

- A) De las inspecciones realizadas se contó con un panorama general del tipo de daño causado en cada una de las colonias con aseguramiento del FHA y su magnitud.
- B) Se tuvo información relacionada con el comportamiento de estructuras y procedimientos constructivos, los que se complementaron para tener la posibilidad de modificar y ampliar las normas de construc-

ción.

- C) De la cantidad de reclamos presentados a las aseguradoras (1252) y del tipo de daños observados, se comprobó que las estimaciones preliminares en cuanto a porcentajes de inmuebles dañados con relación al total de inmuebles construídos, se ajustaron a la realidad de los reportes presentados por la División Técnica y los cuales fueron descritos anteriormente.
- D) Del total de reclamos reportados (1252) un alto porcentaje de ellos, posiblemente entre 60% y 80%, fueron de daños menores en acabados y elementos secundarios de las viviendas y de fácil reparación. El resto correspondió a inmuebles que quedaron en estado de inhabilitación o de habitabilidad parcial.
- E) Habiendo transcurrido 43 días a partir del siniestro, se tuvo el criterio de que el mayor problema para la ejecución de los trabajos de reparación fue principalmente de tipo económico-legal, más que de tipo técnico, puesto que los daños y los grados de los mismos, fueron suficientemente determinados en todos los casos.
- F) El número de casos reportados con fines de reclamo comunicados por los Bancos, correspondieron a casos distribuídos en 19 colonias y construcciones aisladas.
- G) Se integró el cálculo de datos obtenidos en el campo, en cuanto al número de viviendas dañadas, con el número de reclamos presentados al FHA.
- H) Se efectuó el cálculo de daños tomando como base los porcentajes aproximados de los diferentes renglones de la construcción, con el fin de uniformizar las estimaciones y como patrón de referencia.
- I) Se aplicaron los porcentajes de daños a los costos estimados de las

diferentes viviendas, tomando como comparación su valor original.

En base a lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados:

- A) El número aproximado de viviendas dañadas, ascendió a la cantidad - de 544.

Considerando un total de 10,000 viviendas construídas, se tuvo un - valor representativo de 5.44%.

- B) Dentro de las 544 viviendas dañadas, se consideraron 93 dañadas en un 100%. Es decir, que sufrieron alteración por razones sísmicas - en su construcción y el terreno, debido a su proximidad a las fallas geológicas.

Estos inmuebles representaron un 0.93 del 1% del total (0.0093) de viviendas construídas y el 17.10% de las viviendas dañadas.

- C) El resto de las viviendas dañadas, alcanzó un número de 451. Las - mismas presentaron daños en los muros exteriores, interiores, en acabados, roturas en vidrios y rejas estimándose los porcentajes de daños entre 60% y 1% del costo total del inmueble.

Estas viviendas representaron el 4.51% (0.0451 del total considera- do) y el 82.90% de las viviendas que sufrieron daños.

- D) Las colonias más afectadas por las fallas geológicas y por lo mismo en donde se observó mayor cantidad de inmuebles dañados fueron: - Jardines de San Juan con un 5.83%, San Francisco con un 4.11%, Lo - mas del Norte 2.7%, Lomas de Pamplona 1.3%, de los totales de vivien - das construídas en una de ellas. (Ver gráficas adjuntas)

- E) Los montos de reconstrucción y reparación de las casas dañadas, as - cendió estimativamente a la suma de: Q.1,389,560.00.-

Esta suma, comparada con el valor de la construcción de 10,000 vivien - das, estimando un valor de construcción de Q.10,000.00 para cada -

inmueble, valor que representó, en esa fecha, una inversión de -
Q.100,000,000.00 vino a representar un 1.38% de la inversión total.

F) No se tomaron en consideración para esta estimación, los inmuebles que en algunos proyectos habitacionales sufrieron daños de consideración, pero que no estaban aseguradas bajo sistema FHA.

Tampoco se tomaron en cuenta los daños sufridos en las ampliaciones, modificaciones, etc., efectuadas a los inmuebles y que se encontraban fuera del control de la División Técnica del FHA.

La observación de daños, de acuerdo a las inspecciones realizadas en relación a los componentes de las construcciones, puede describirse en la siguiente forma:

Cimentación: La mayor proporción de daños se observó en los cimientos corridos, produciendo asentamientos en los muros, por quebraduras de las partes analizadas.

Los sistemas de zapatas y pilotajes, se comportaron perfectamente.

Paredes y Muros: Se observaron grietas y desprendimientos de repletos y cernidos, sobre todo en los sitios, en donde por alguna razón se habían engrosado a través del uso de pines fundidos dentro de ladrillos.

Las grietas diagonales o en cruz, se debieron principalmente a la incorrecta fundición de los refuerzos de pines por poca supervisión en la mano de obra.

Cubiertas: En cubiertas de asbesto cemento, se observaron roturas longitudinales en los sitios de colocación de los anclajes.

En losas convencionales de concreto, las grietas aparecieron en los sitios de colocación de ductos de electricidad.

Anteriormente se mencionó la importancia que tuvieron los estudios - del Centro de Investigaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el patrocinio del FHA, para obtener los valores de resistencia de los materiales de construcción empleados en los proyectos habitacionales asegurados por la Institución.

Estos datos fueron de mucha importancia, si se considera que por su carácter asegurativo, el FHA determina y exige las condiciones estructurales satisfactorias que garanticen duración prolongada, con costos relativamente bajos de mantenimiento.

En otras palabras, se necesita un sólido cumplimiento que garantice el respaldo de inversiones, estableciendo normas que contengan requisitos - de observancia obligatoria y recomendaciones de conveniencia práctica.

Los requisitos mínimos sólo tienen por objetivo prevenir o evitar riesgos o construcciones defectuosas.

Por lo mismo, debe tomarse en consideración que los inmuebles típicos de proyectos de vivienda emplean generalmente muros de mampostería, con características estructurales de alguna variación, por lo que a pesar de una alta resistencia y rigidez, los criterios de diseño son menos especializados que los usados para otros materiales. (Ejem. Concreto).

La práctica constructiva incluye en nuestro país, tres clases de tipos estructurales a base de muros:

- 1) Muros cargantes como único elemento resistente a cargas - verticales y horizontales.
- 2) Muros actuando como diafragmas confinados por marcos de - concreto o acero.
- 3) Muros cortantes aislados de la estructura formada por los marcos.

Por lo anterior, una parte principal de los estudios patrocinados por el -
FHA, consistió en un programa experimental conjunto para el estudio del com
portamiento de muros bajo sollicitaciones de carga lateral.

Los estudios fueron titulados en la siguiente forma:

- A) DETERMINACION DE ESFUERZOS BASICOS DE CORTE EN SECCIONES DE MUROS DE LADRILLO DE BARRO COCIDO.
- B) ESTUDIO DE VARIABILIDAD EN LAS CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS EN MUROS DE LADRILLO DE BARRO COCIDO DEBIDO A LA MANO DE OBRA Y ESTUDIO DE CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS DE MORTEROS TIPICOS PARA LE
VANTADO EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA.
- C) DETERMINACION DE ESFUERZOS BASICOS DE COMPRESION EN MUROS DE ALBAÑILERIA DE LADRILLO DE BARRO COCIDO.
- D) ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE MUROS DE ALBAÑILERIA REFORZADA DE LADRILLO DE BARRO COCIDO A ESCALA NATURAL, BAJO LA ACCION DE CARGAS -
VERTICALES, HORIZONTALES Y DE IMPACTO.
- E) DETERMINACION DE PARAMETROS BASICOS DE FRICCION Y ADHERENCIA EN MUROS DE ALBAÑILERIA DE LADRILLO DE BARRO COCIDO.
- F) REVISION PROPUESTA DEL ARTICULO 503 DEL CAPITULO 5: REQUISITOS ESTRUCTURALES DE LAS NORMAS DE PLANIFICACION Y CONSTRUCCION DEL FHA Y COMENTARIOS A DICHA REVISION.
- G) EFECTO DE LA VARIACION DE ESPESOR DE JUNTAS DE MORTERO EN LAS PROPIEDADES BASICAS EN MURO DE ALBAÑILERIA DE LADRILLO DE BARRO COCIDO.

Los estudios mencionados, se refieren principalmente, como se dijo anteriormente, a la determinación de la estabilidad estructural de seis tipos de muros usados en viviendas económicas y la revisión de normas referen
tes a mínimos estructurales.

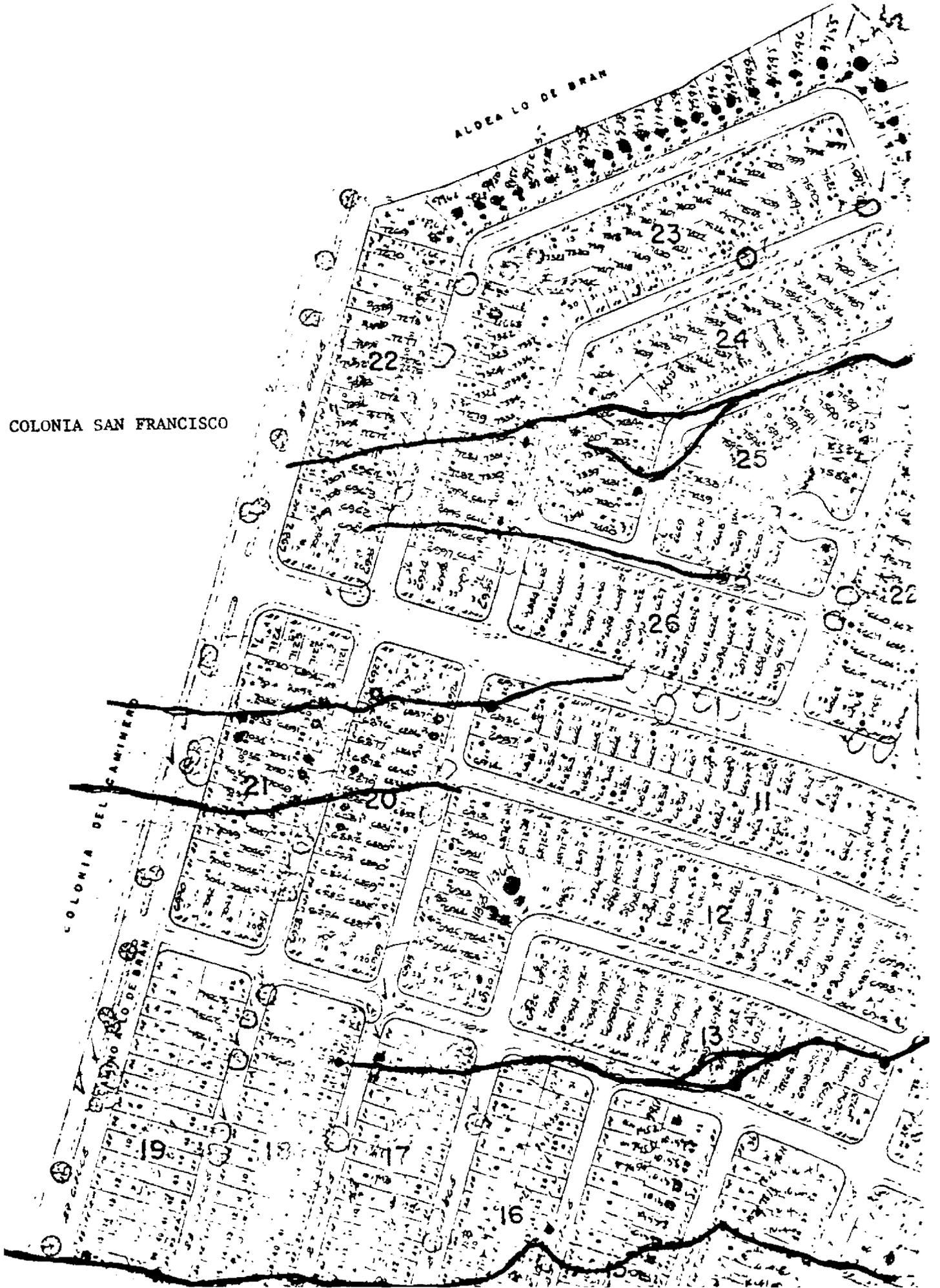
Se realizaron pruebas sobre 24 tipos de muros, que incluyeron 4 ti-

pos de ladrillo, 2 tipos de mortero, 2 espaciamentos de refuerzo vertical a base de acero de 3/8".

La determinación de las propiedades estructurales de los muros de mampostería ante la aplicación de cargas verticales, horizontales y de impacto, son de especial interés en Guatemala, por su uso en construcciones de bajo costo y en edificios estructurales.

COLONIA SAN FRANCISCO

ALDEA LO DE BRAN



17-14

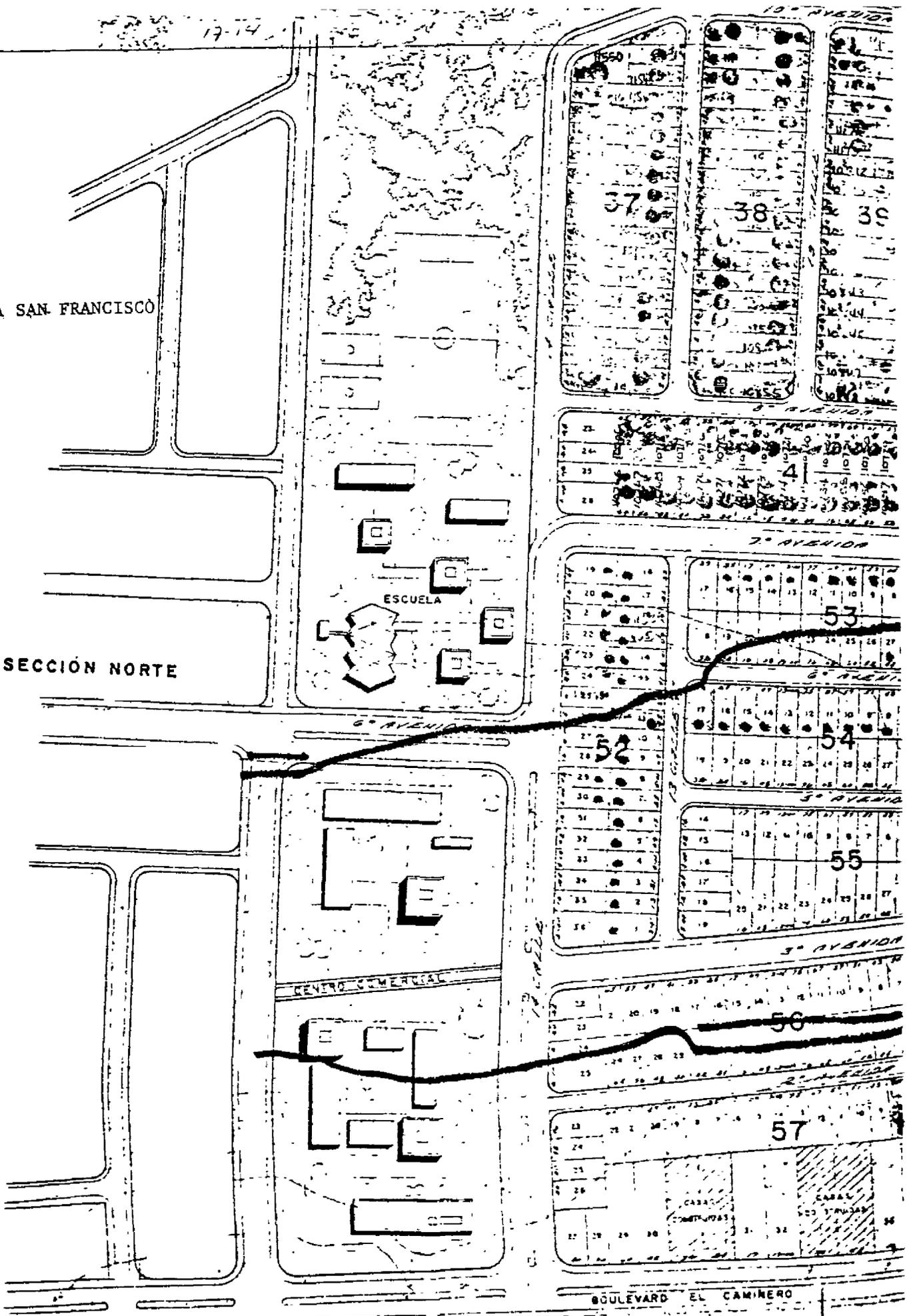
COLONIA SAN FRANCISCO

SECCION NORTE

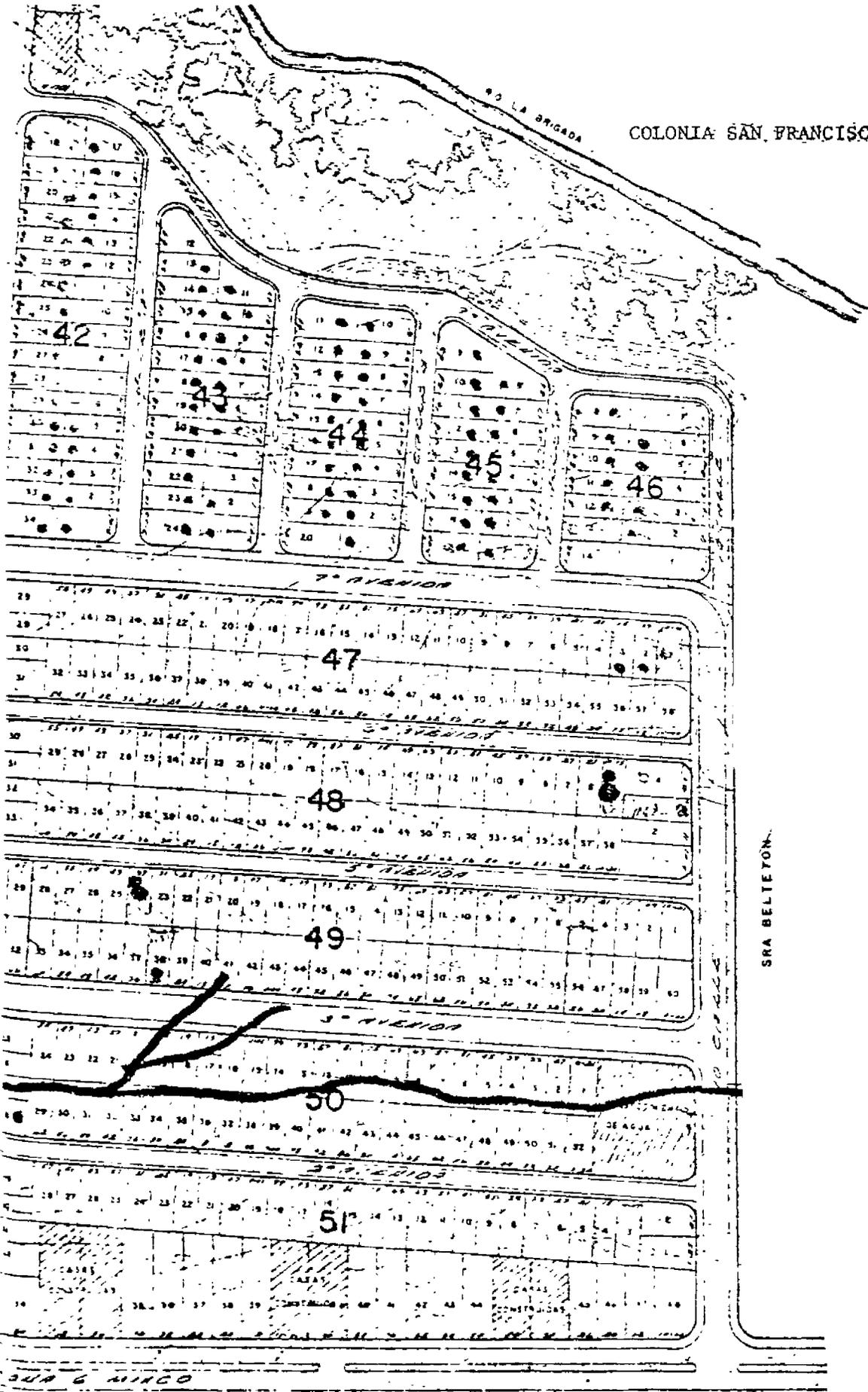
ESCUELA

CENTRO COMERCIAL

BOULEVARD EL CAMINERO

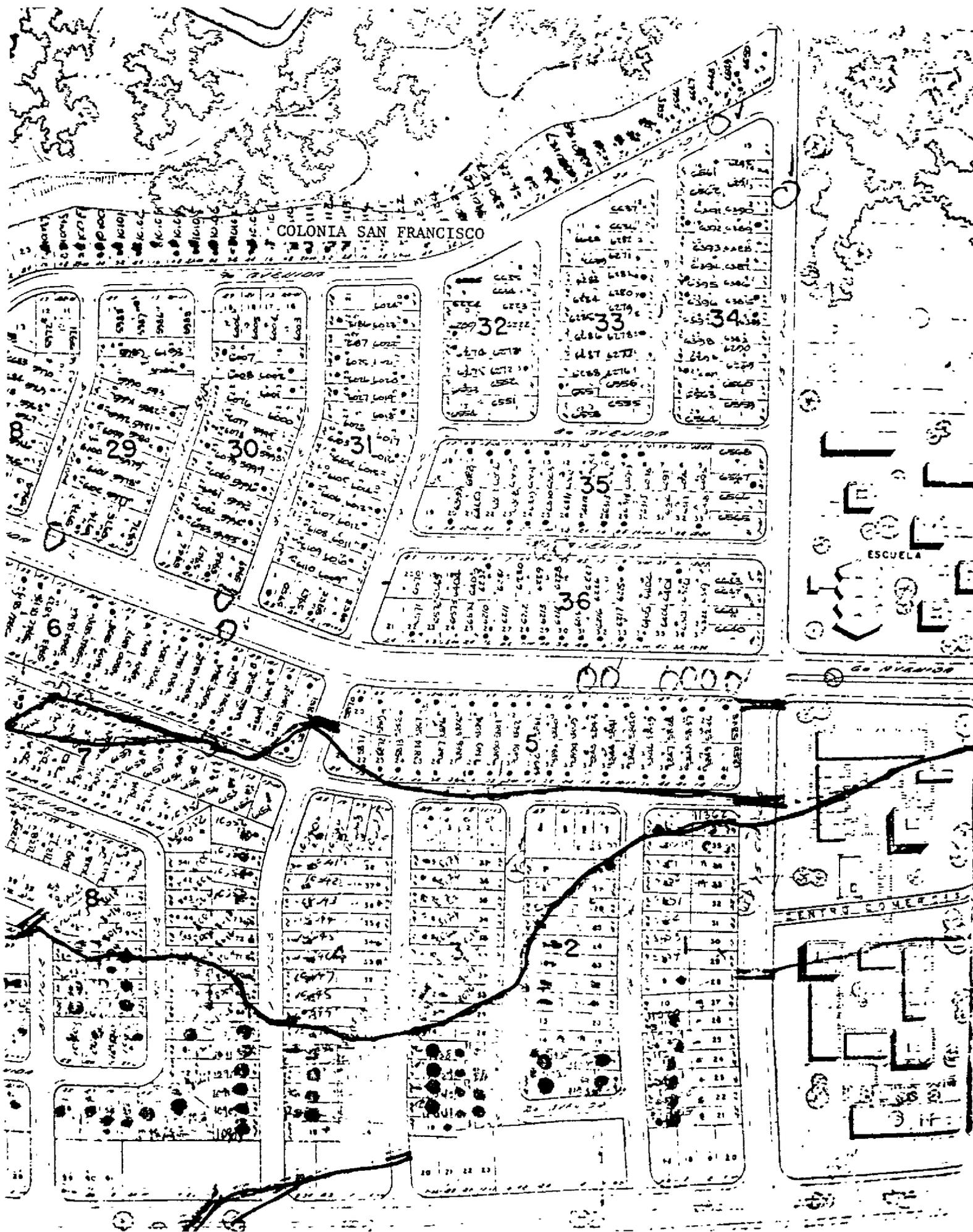


COLONIA SAN FRANCISCO



 CONSTRU DELTA S	
PROYECTO: CENTRO UR SAN FRANCISCO	
DIRECCION: MUNICIPAL	
DISEÑO: J. M. P.	ESCALA: 1:500
FECHA: 1963	PROYECTO: 100

COLONIA SAN FRANCISCO



ESCUELA

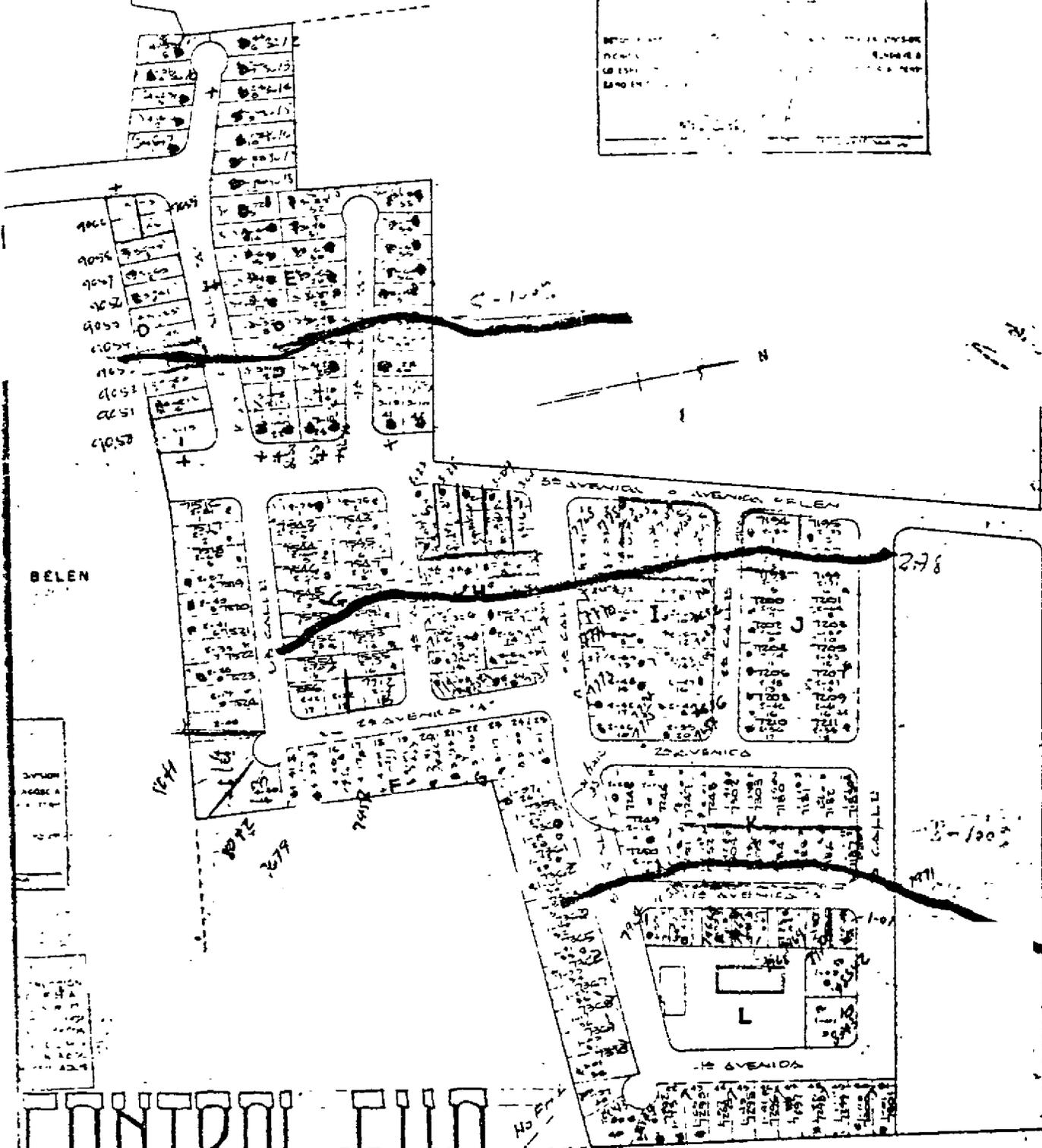
CENTRO COMERCIAL

NOMENCLATURA DE LOTES

LUCIANO YOC Y BOC

COLONIA JARDINES DE SAN JUAN

TCOM



CONTROL T.M.A.

MARIA VEGA

CONCLUSIONES:

- 1o.- Por evidencia analítica, puede deducirse que la localización de altos daños por ocurrencia sísmica, son atribuidas a una combinación de condiciones de un suelo específico y las características de la construcción, que dan como resultado particularmente una respuesta particular en el daño de las estructuras.
- 2o.- Las características especiales de riesgo de las hipotecas ofrecidas en seguro, se basan principalmente en:
 - a) La relación entre el número de años que constituye el plazo para la hipoteca y la vida económica de las viviendas gravadas.
 - b) De las características de localización de los proyectos, - de la construcción y condiciones personales de los Deudores.

En ambas disposiciones, la ocurrencia sísmica, afecta los sistemas de evaluación establecidos. Por lo que es necesario la implementación de un sistema de regulaciones para construcciones aseguradas en zonas con fallas geológicas.

- 3o.- Los sistemas de evaluación de riesgos hipotecarios del FHA, se basan en presunciones razonables de que todos los valores están afectados - de riesgos futuros, que inciden en los futuros beneficiarios.

Por lo mismo la localización física de los proyectos, también comprende los riesgos que surgen de las características de las zonas de las propiedades consideradas.

- 4o.- En la mayoría de las estructuras empleadas en nuestro país, la resistencia de determinados componentes ha sido considerada de importancia secundaria.

Lo mismo puede opinarse en determinadas características especiales

de los mismos, vg. trabajabilidad, cambios volumétricos, etc.

Las especificaciones de calidad usadas en Guatemala, deben ser incluidas en las Normas de Construcción existentes en nuestro país y ser revisadas periódicamente.

50.- La depreciación puede definirse como pérdida en valor por cualquier causa. Frecuentemente puede ser aplicado en el sentido estrecho de pérdida en el valor causada por deterioro por agentes físico y naturales.

El deterioro se refiere al decaimiento y desintegro que ocurre en estructuras por el tiempo o por agentes violentos.

Es esencial comprender la naturaleza de las causas de depreciación de las viviendas, no porque exista la necesidad de medir la cantidad de depreciación que ha ocurrido desde que se terminó un inmueble, sino por la necesidad de estimar como estos agentes probablemente afectarán la utilidad o deseabilidad en el futuro.

60.- Los factores inspección y supervisión son de primordial importancia en el factor de seguridad de las construcciones.

Por lo mismo es necesario establecer las siguientes consideraciones:

- a) Establecimiento de inspecciones, esencialmente en las varias etapas de construcción de inmuebles con aseguramiento del FHA.
- b) Examen de las construcciones donde el uso de métodos y materiales dudosos ha sido reportado.

Las actividades y opiniones personales de los profesionales inspectores, por lo mismo deben subordinarse a las decisiones y criterio asegurador con respecto a métodos, materiales, etc., y requisitos de corrección.

