

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

**CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE LA
CONSTRUCCIÓN**

Héctor Hugo Guerra Arteaga

**Para obtener el Grado de Maestro en
Ingeniería, con salida terminal en Seguridad
Estructural, presenta el Tema:**

**Determinación del Estado de
Condición de Viviendas con Daños
Estructurales**

Director de Tesis: Dr. José Ángel Ortiz Lozano

Aguascalientes, Ags. Marzo 2009

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO
Y DE LA CONSTRUCCIÓN

DC-D-439

ASUNTO: Autorización de Tema
De Investigación de Campo.

**ING. HECTOR HUGO GUERRA ARTEAGA
P R E S E N T E.**

Con base en lo que establece el Reglamento de Docencia en el artículo 173, le informo que se le autoriza el Tema de Investigación de Campo: "Determinación del Estado de Condición de Viviendas con Daños Estructurales". Así mismo se le designa como asesor al Dr. José Ángel Ortiz Lozano. A fin de asignarle fecha para la verificación del Examen de Grado para la obtención del título de la Maestría en Ingeniería con salida terminal en Seguridad Estructural, deberá cumplir con lo establecido en los artículos 161, 162, 174 y 175.

Con el objeto de dar cumplimiento a este reglamento el paso siguiente será autorizar la impresión de su tesis, toda vez que presente la carta de liberación y/o acuerdo señalado en la Fracc. II del artículo 175.

Sin más por el momento, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"SE LUMEN PROFERRE"

Aguascalientes, Ags. 21 de noviembre 2008

M. EN A. MARIO ANDRADE CERVANTES
DECANO

c.c.p. M. EN URB. HUMBERTO DURAN LOPEZ
Secretario de Investigación y Posgrados.

c.c.p. M. EN VAL. JUAN JAVIER AMADOR ROMO DE VIVAR
Jefe del Depto. de Construcción y Estructuras.

c.c.p. Archivo.

JJARV/lbm

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

M. EN A. MARIO ANDRADE CERVANTES
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO
Y DE LA CONSTRUCCION
PRESENTE.

Por este conducto, le informo que el Ing. Héctor Hugo Guerra Arteaga, ha concluido la tesis que lleva por nombre **“Determinación del Estado de Condición de Viviendas con Daños Estructurales”**, de acuerdo a los objetivos y contenidos planteados para su autorización y en cuya tesis fungí como asesor, por lo que he autorizado al sustentante para que realice la impresión final del documento y realice los trámites pertinentes para obtener el grado de Maestría en Ingeniería con salida terminal en Seguridad Estructural, por la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Agradezco la atención que se sirva tener a la presente y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Aguascalientes, Ags. a 13 de Marzo del 2009


DR. JOSE ANGEL ORTIZ LOZANO
DIRECTOR DE TESIS

c.c.p. I.C. Héctor Hugo Guerra Arteaga
c.c.p. Archivo


18/03/09



AGRADECIMIENTOS:

El esfuerzo se premia con el logro de las metas propuestas, ésta es una etapa más en mi vida que me engrandece como profesionista pero más aún como persona. Los desvelos, las preocupaciones, la tensión nerviosa por el estudio, la investigación, los exámenes y el cumplimiento con los horarios de cinco horas por clase han rendido los frutos mas succulentos que en mi caso he podido saborear. La culminación de mis estudios.

Han cambiado en mí muchas percepciones de la vida que tenía al inicio de mis estudios. Viví el mejor de los compañerismos con mis condiscípulos; una actitud de servicio por parte de todos sin excepción alguna me hizo seguir adelante cuando creía que no llegaba a la meta. Gracias a todos mis compañeros que siempre estuvieron apoyándome durante el posgrado.

Gracias a los profesores por su filosofía de compartir sus vastos conocimientos conmigo y no quedárselos sólo para ellos, por su ayuda ante cualquier duda o consulta aunque no estuviéramos en clase. Por su interés en el avance en mis estudios y la preocupación que manifestaron para que cumpliera con los alcances del posgrado.

Gracias a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por admitirme en el posgrado que recién culmina, con el compromiso de mi parte de poner el nombre de la Universidad muy en alto en cualquier lugar donde me encuentre.

Gracias al Maestro Mario Andrade Cervantes, Decano del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción. Por su interés y apoyo para que todos lográramos nuestras metas.

Gracias al Dr. Mario Eduardo Zermeño de León y al Maestro Juan Javier Amador Romo de Vivar quienes fueron los coordinadores del posgrado y de los cuales sólo recibí el más amable de los apoyos y asesorías que en su momento necesité.

Gracias a mi Director de Tesis, el Dr. José Ángel Ortiz Lozano por su paciencia, su asesoría y sobre todo por su amistad sincera.

Por otra parte, quiero agradecer de una manera muy especial a una persona que fue el apoyo incondicional y uno de los factores que me empujó a seguir adelante con la consigna de que hay que terminar lo que uno inicia en la vida. Mi querida esposa Paty.

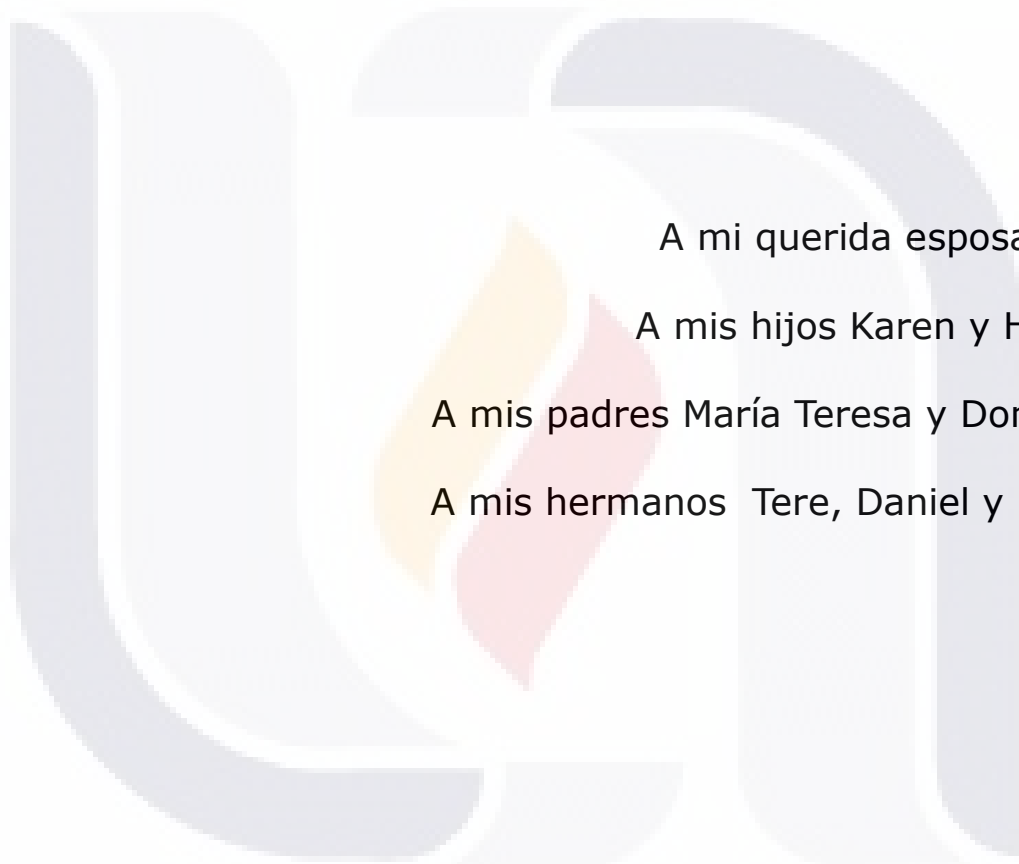
Gracias a mis queridos hijos Karen y Héctor por soportar mi mal humor, por aguantar sin salir a pasear los fines de semana porque tenía que estudiar y por comprenderme y apoyarme en ésta etapa de mi vida.

Gracias a mis padres María Teresa y Domingo por estar al pendiente de mí durante mis estudios y brindarme su valioso apoyo moral.

Gracias especiales a un amigo incondicional, que de no haber sido por él, no habría ingresado a éste posgrado. Gracias a Benjamín Sánchez.

Gracias a todos mis amigos y familiares que siempre estuvieron apoyándome y brindándome su apoyo en lo que se me ofrecía. Es imposible nombrarlos a todos porque correría el riesgo de omitir a alguno de ellos, pero todos ellos saben a quienes me refiero.

Y lo más importante gracias a **Dios**.



A mi querida esposa Paty

A mis hijos Karen y Héctor

A mis padres María Teresa y Domingo

A mis hermanos Tere, Daniel y Ulises

RESUMEN

La evaluación de la seguridad de un conjunto de viviendas requiere la aplicación de un sistema que permita la optimización de tiempos, recursos humanos y materiales. Dado el elevado volumen de viviendas dañadas que se tienen en Aguascalientes se propone una metodología para determinar sus condiciones de seguridad.

Las afectaciones debidas a la subsidencia y las producidas por construir sobre suelos inestables son los temas que se estudian en éste trabajo de investigación por considerarse determinantes para el planteamiento del tema. Ambas generan situaciones de inseguridad y pérdidas económicas para la población, y en el caso de la subsidencia, además, una cantidad de trabajo considerable para las dependencias de Gobierno, es necesario realizar inspecciones de evaluación de daños en cada vivienda, de manera periódica y permanente debido al carácter evolutivo y progresivo de éste fenómeno, así como una clasificación según su grado de deterioro.

El sistema propuesto se desarrolló de manera conjunta con el Dr. Alonso Farrera quien desde el año 2006, ha desarrollado sistemas de gestión de estructuras de puentes en el Estado de Chiapas. Los alcances de ésta tesis se enfocan a la inspección, evaluación y clasificación de viviendas dañadas con el fin de que se tomen medidas que garanticen su seguridad estructural.

Los propuestas de reparación o rehabilitación están fuera del alcance de éste trabajo, tienen que manejarse de manera individual pues dependen de la modulación de la estructuras, los materiales que las componen, la ubicación y el tipo de fallas en sus elementos.

Se plantea una metodología sencilla que pueda ser aplicada por los profesionistas de la construcción, el tiempo utilizado para realizar la inspección en campo, la evaluación y clasificación en gabinete es relativamente corto en comparación con otros sistemas desarrollados anteriormente.

La valoración del nivel de seguridad de una finca consiste en asignar valores a los elementos de la estructura dependiendo de la importancia de la misma en función de las consecuencias que habría en caso de llegar a la falla.

Se manejó de manera separada el estudio de viviendas afectadas por subsidencia y las desplantadas sobre rellenos inestables con el objetivo de establecer una comparativa de resultados.

Al final de la tesis se presentan las conclusiones y las propuestas de mejoras continuas que se pueden dar conforme se vaya dando uso de la metodología aquí propuesta.

ABSTRACT

The safety assessment of a housing requires a system that allows the optimization of time, manpower and materials. Given the volume of damaged dwellings that are Aguascalientes is proposed a methodology to determine their safety.

The impact due to subsidence and produced by building on unstable soils are the subjects examined in this research as being crucial for the approach to the topic. Both situations create uncertainty and economic losses for the population, and in the case of subsidence, in addition, a considerable amount of work for units of government, it is necessary to inspect damage assessment in each house, on a

regular and permanent due to the progressive and evolutionary nature of this phenomenon, and a classification according to their degree of deterioration.

The system was developed in conjunction with Dr. Alonso Farrera who since 2006 has developed management structures of bridges in the state of Chiapas. The scope of this thesis focuses on the inspection, evaluation and classification of damaged houses in order to take steps to ensure their structural safety.

The methods of repair or restoration are beyond the scope of this work, proposals for redress must be handled individually, depending on the modulation of the structures, the materials that compose them, and the type of faults in its components.

There is a simple methodology that can be applied by professionals in construction, the time taken to perform the field inspection, evaluation and classification in cabinet is relatively short compared with other systems developed earlier.

The assessment of the security level of an estate consists of assigning values to elements of the structure depending on the importance of taking into account the consequences which would in the event of failure.

Was handled separately from the study of houses affected by subsidence and trowel on unstable landfill with the aim of establishing a comparison of results.

At the end of the thesis presents conclusions and proposals for continuous improvements that can be taken as giving you use of the methodology proposed here.

Índice de Contenido

Introducción		1
Capítulo 1		
	Objetivos	
1.1	Objetivo General	3
1.2	Objetivos Específicos	3
Capitulo 2		
	Estado Del Conocimiento	
2.	Introducción	4
2.2	Causas de Fallas Estructurales	4
2.2.1	Subsidencia	5
2.2.2	Edificación sobre Rellenos	6
2.2.3	Deficiencias en el Diseño	9
2.2.4	Deficiencias en el Proceso Constructivo	9
2.2.5	Mala calidad y Degradación de los Materiales	10
2.2.6	Cambio de uso en las Estructuras	12
2.2.7	Acciones Imprevistas	12
2.3	Patologías	12

2.3.1	Introducción	12
2.4	Patologías por fallas en el Concreto Reforzado	13
2.4.1	Corrosión del acero de refuerzo	14
2.4.2	Oquedades Superficiales	15
2.4.3	Falla por Tensión	15
2.4.4	Falla por compresión	16
2.4.5	Falla por exposición al fuego	16
2.4.6	Falla por flexión	17
2.4.7	Falla por Cortante	18
2.4.8	Falla por Penetración o Punzonamiento	19
2.4.9	Falla por Torsión	19
2.4.10	Falla por Deflexión excesiva	20
2.4.11	Falla por Asentamiento Diferencial	21
2.4.12	Mala colocación del acero de Refuerzo	23
2.4.13	Asentamiento Plástico en Columnas	24
2.4.14	Falla de Junta de Colado	24
2.4.15	Falla en Columna Corta	24
2.5	Muros de mampostería	25
2.5.1	Introducción	25
2.5.2	Tipos de Muros	26
2.5.3	Piezas de Mampostería	26
2.5.4	Resistencia de la Mampostería	27
2.5.5	Acero de Refuerzo en Muros	28

2.5.6	Tipos de Falla	28
2.5.6.1	Introducción	28
2.5.6.2	Falla Por Tensión Diagonal	29
2.5.6.3	Falla Por Carga Axial	30
2.5.6.4	Falla Por Flexión	30
2.6	Grietas en muros	30
2.6.1	Introducción	30
2.6.2	Tipos de Grietas	31
2.6.3	Conclusiones	33
2.7	Normatividad y Métodos de evaluación	36
2.7.1	Introducción	36
2.8	NTCM-04	37
2.8.1	Evaluación	37
2.8.2	Conclusiones	40
2.9	Reconstrucción de Estructuras (Riva Palacio,1991)	41
2.9.1	Inspección Preliminar	41
2.9.2	Clasificación de Daños	42
2.9.3	Valoración de Daños Estructurales	43
2.9.4	Dictamen Técnico	44
2.9.5	Reporte de resultados	45
2.9.6	Conclusiones	45
2.10	Efectos de Hundimientos diferenciales	

	en construcciones a base de muros de mampostería (Meli, Hernández,1975)	46
2.10.1	Conclusiones	46
2.11	Optimización conjunta de las políticas de mantenimiento y rehabilitación en puentes mediante algoritmos genéticos. Aplicación al sistema de gestión de puentes del Estado de Chiapas (Alonso, 2006)	47
2.11.1	Conclusiones	48
2.12	Manual de Evaluación Postsísmica de la seguridad estructural de edificaciones (Rodríguez y Castrillón,1995)	48
2.12.1	Conclusiones	49
Capítulo 3		
Modelo Propuesto Para Determinar el EC		
3.1	Introducción	50
3.2	Desarrollo	51
3.3	Inspección	51
3.3.1	Formato de Inspección	52
3.4	Evaluación	55
3.4.1	Índice de Condición (IC)	55

3.5	Estado de Condición (EC)	58
-----	--------------------------	----

Capítulo 4

**Aplicación de la Metodología
en fincas afectadas por subsidencia**

4.1	Introducción	61
4.2	Finca No 1, Calle Benito Díaz No. 102,	62
4.2.1	Antecedentes	62
4.2.2	Localización	63
4.2.3	Inspección	64
4.2.4	Planos	73
4.2.5	Índice de Condición (IC)	75
4.2.6	Estado de Condición (EC)	75
4.2.7	Observaciones Adicionales	75
4.3	Finca No 2, Calle Perseo s/n,	77
4.3.1	Antecedentes	77
4.3.2	Localización	78
4.3.3	Inspección	79
4.3.4	Planos	90
4.3.5	Índice de Condición (IC)	92
4.3.6	Estado de Condición (EC)	92
4.3.7	Observaciones Adicionales	92

4.4	Finca No 3, Calle Río Amazonas No. 225	93
4.4.1	Antecedentes	93
4.4.2	Localización	93
4.4.3	Inspección	95
4.4.4	Planos	105
4.4.5	Índice de Condición (IC)	107
4.4.6	Estado de Condición (EC)	107
4.4.7	Observaciones Generales	107

Capítulo 5

Aplicación de la Metodología en viviendas desplantadas sobre material de Relleno

5.1	Introducción	108
5.2	Finca No 4, Calle Breca No. 203	110
5.2.1	Antecedentes	110
5.2.2	Localización	110
5.2.3	Inspección	111
5.2.4	Planos	121
5.2.5	Índice de Condición (IC)	123
5.2.6	Estado de Condición (EC)	123
5.2.7	Observaciones Adicionales	123

5.3	Finca No. 5, Calle Brechia No. 217	125
5.3.1	Antecedentes	125
5.3.2	Localización	125
5.3.3	Inspección	126
5.3.4	Planos	134
5.3.5	Índice de Condición (IC)	136
5.3.6	Estado de Condición	136
5.3.7	Observaciones Adicionales	136
5.4	Finca No. 6 Calle Mandrágora No. 113	137
5.4.1	Antecedentes	137
5.4.2	Localización	138
5.4.3	Inspección	138
5.4.4	Planos	151
5.4.5	Índice de Condición (IC)	153
5.4.6	Estado de Condición (EC)	153
5.4.7	Observaciones Adicionales	153

Capítulo 6

Conclusiones Finales

6.1	Conclusiones Relativas al Modelo de Evaluación	154
6.2	Conclusiones Relativas al Índice de Condición (IC)	154
6.3	Conclusiones Relativas al Estado de Condición (EC)	155

6.4	Conclusiones Relativas a la comparativa de resultados de los Capítulos 4 y 5	155
6.5	Conclusiones Generales	156
	Glosario de Términos	157
	Referencias	158



Índice De Figuras

2.1	Asentamiento en el centro de la Estructura	7
2.2	Viviendas sobre relleno sanitario	8
2.3	Desechos entre el relleno sanitario	8
2.4	Falla por Compresión	16
2.5	Flexión Simple	18
2.6	Flexión y Compresión Dominante	18
2.7	Falla por Cortante	19
2.8	Penetración o Puzonamiento.	19
2.9	Falla Por Torsión.	20
2.10	Deflexión excesiva	21
2.11	Asentamiento de apoyo	22
2.12	Asentamiento plástico en columna	24
2.13	Falla en columna corta	25
2.14	Agrietamiento en arco	32
2.15	Asentamiento en extremos	32
2.16	Asentamientos verticales y en arco	33
2.17	Escaso refuerzo interior en muros	35
2.18	Refuerzo horizontal y vertical	36
3.1	Equipo para inspección	52
C. Benito Díaz 102		
4.1	Localización	63

4.2	Subsidencia	63
4.3	Predios afectados	64
4.4	Plano Arquitectónico	73
4.5	Ubicación de patologías	74

C. Perseo s/n

4.6	Localización	78
4.7	Subsidencia	78
4.8	Predios afectados	79
4.9	Plano arquitectónico	90
4.10	Ubicación de Patologías	91

C. Amazonas 225

4.11	Localización	93
4.12	Subsidencia.	94
4.13.	Afectaciones	94
4.14	Plano arquitectónico	105
4.15	Ubicación de Patologías.	106
5.1	Terrazas formadas con muros de contención	109
5.2	Rellenos sanitarios de gran espesor	109

C. Breca 203

5.3	Localización.	110
5.4	Cercanía de discontinuidades	111

5.5	Plano arquitectónico.	121
5.6	Ubicación de Patologías.	122

C. Breca 217

5.7	Localización	125
5.8	Ausencia de subsidencia	126
5.9	Plano Arquitectónico	134
5.10	Ubicación de Patologías	135

C. Mandrágora 113

5.11	Localización	138
5.12	Plano Arquitectónico	151
5.13	Ubicación de patologías	152

Índice De Tablas

2.1	Resistencia a compresión de piezas de mampostería artificiales	27
3.1	Formato de inspección	54
3.2	Factores de Importancia de elementos estructurales	58
3.3	Estados de Condición	60
C. Benito Díaz		
4.1	Datos de inspección	72
4.2	Índice de condición	75
C. Calle Perseo		
4.3	Datos de Inspección	89
4.4	Índice de Condición	92
C. Amazonas 225		
4.5	Datos de Inspección	104
4.6	Índice de Condición	107
C. Breca 203		
5.1	Datos de Inspección	120
5.2	Índice de Condición	123

C. Brezia 217

5.3	Datos de Inspección.	133
5.4	Índice de Condición	136

C. Mandrágora 113

5.5	Datos de Inspección	150
5.6	Índice de Condición	153



Introducción

Por distintas situaciones originadas por la naturaleza o por el hombre, estamos enfrentando un problema serio de edificaciones con lesiones en sus estructuras, cimentaciones y otros elementos que afectan la seguridad de sus ocupantes, peatones y fincas colindantes.

Además del problema de la subsidencia¹ debida a la explotación descompensada de los mantos acuíferos, recientemente se ha generado otro con causalidades diferentes pero efectos similares, y que está dando lugar a que se multiplique de manera importante la cantidad de fincas dañadas en nuestra localidad.

En los últimos años, se ha incrementado considerablemente la construcción de vivienda económica o de interés social en nuestra ciudad. El control de calidad en su construcción ha disminuido de manera significativa. Se han detectado deficiencias que van desde el desplante de viviendas en suelos compresibles, principalmente terraplenes o rellenos, así como una mala calidad de los materiales, mano de obra, y la falta de observancia y cumplimiento de las normas de construcción.

En algunos desarrollos habitacionales, las viviendas se han deteriorado en periodos de 2 a 4 años después de construidas, a tal grado que un gran porcentaje de ellas han sido desalojadas por cuestiones de inoperancia, o por considerarse inseguras para sus ocupantes.

La preocupación de los habitantes de las viviendas y de las autoridades competentes encargadas de velar por la seguridad de las edificaciones y de la ciudadanía, se ha incrementado proporcionalmente a las dimensiones crecientes de ésta problemática.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

El gobierno de Aguascalientes, en sus distintos niveles, cuenta con dependencias dedicadas a atender la problemática de fincas dañadas según las circunstancias en las que se hayan provocado las lesiones de las mismas.

La Secretaría de Obras Públicas Municipales, cuenta con la Dirección de Control de Calidad y Fallas Geológicas cuyo personal, entre otras funciones, es el encargado de dar seguimiento al problema de fincas afectadas por el fenómeno de la subsidencia. En éste caso, debido a que dicho fenómeno es en la mayoría de los casos de carácter dinámico o evolutivo, se requiere un diagnóstico², en el que se hace necesario recomendar una monitorización periódica de las fincas para determinar si el estado de riesgo del inmueble se ha modificado a través del tiempo.

Cuando se presentan contingencias en las que intervienen las instancias encargadas de la protección inmediata de los ciudadanos, como la Coordinación Estatal de Protección Civil o la Dirección de Protección Civil Municipal, se requiere conocer el nivel de daño de algunas fincas para proceder a implementar las medidas de seguridad pertinentes como lo pueden ser apuntalamientos, la desocupación o hasta la demolición del inmueble. Para estos casos, el diagnóstico debe ser preciso e inmediato por las razones obvias del caso.

Por otra parte, la Secretaría de Desarrollo Urbano Municipal atiende peticiones de los ciudadanos que son propietarios de fincas en mal estado, solicitando apoyo para que se emita un dictamen (diagnóstico) por parte de un perito de obra que puede ser un ingeniero o arquitecto, sobre el estado de sus viviendas. En este tipo de situaciones, hay ocasiones en las que existe discrepancia de un diagnóstico a otro sobre una misma finca, debido a que no existe una metodología tipificada³

Capítulo 1

Objetivos

1.1 Objetivo General

Establecer un sistema normalizado de estudio y análisis de viviendas con diversas patologías ⁴, cuyo objetivo es el de determinar su estado de condición ⁵, y así coadyuvar con las instancias gubernamentales y la población en general en la emisión de diagnósticos fidedignos ⁶, en cuanto al estado de condición de una o más viviendas

1.2 Objetivos Específicos

- Proponer una metodología, de inspección, evaluación y clasificación aplicable a los casos de viviendas con lesiones estructurales.
- Utilizar un formato de inspección diseñado para realizar levantamientos en sitio, recabando información de los daños que presentan las viviendas y sus manifestaciones, dimensiones, dirección deformaciones y desplazamientos entre otros.
- Analizar y procesar los datos obtenidos en campo para lograr una clasificación de las viviendas mediante métodos de ponderación y obtener el estado de condición conforme a una escala previamente establecida.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Capítulo 2

Estado Del Conocimiento

2.1 Introducción

Conocer el estado de condición de una vivienda con patologías estructurales en nuestro Estado es una demanda creciente que requiere un enfoque técnico, específico y una estandarización de metodologías. El diagnóstico de las fincas afectadas en su estructura se deja a criterio del ingeniero o arquitecto que realiza el estudio, dando como resultado conclusiones subjetivas. En ésta investigación se determinarán los estados de condición de viviendas afectadas por dos fenómenos que han originado una gran cantidad de viviendas con patologías en nuestra localidad. La subsidencia, y la construcción sobre rellenos y suelos compresibles.

2.2 Causas De Fallas Estructurales

Se considera una falla estructural, cuando se rebasan ciertos limites como lo son el estado límite de servicio y estado limite de falla. El estado límite de servicio considera una situación en la que la estructura pierde la capacidad para trabajar correctamente. El estado limite de falla considera la situación en que la estructura presenta daños que afectan su capacidad para resistir nuevas cargas (Meli, 1994).

Las principales causas que originan fallas en las estructuras en general han sido determinadas por varios autores y estudiosos del tema. Un diseño estructural deficiente, la utilización de materiales con resistencia menor a la considerada en el proyecto, un mal proceso constructivo, sobrecargar la estructura, fuerzas

imprevistas de gran magnitud como sismos, inundaciones, explosiones e incendios, y por último la combinación de dos o mas causas de las mencionadas son las mas comunes que producen falla (Riva Palacio, 1991).

En los puntos 2.2.1 y 2.2.2 se mencionan dos tipos de agentes generadores de fallas en las estructuras que actualmente hemos venido padeciendo en nuestra región y que han generado un importante volumen de viviendas con daños estructurales que van de leves a graves.

2.2.1 Subsistencia

La explotación de los mantos acuíferos es una actividad generada por el ser humano que se realiza para satisfacer su necesidad de agua. Desde los años ochenta se han detectado diversos agrietamientos (hundimientos diferenciales a lo largo de trazas lineales) en el suelo de varias ciudades del norte y centro de México (Martínez y Nieto, 1990; Trujillo, 1985; Lermo et al, 1996), incluida la ciudad de Aguascalientes ocasionando importantes daños en obras civiles.

Lo anterior dio lugar a diversos estudios cuyas hipótesis atribuían el fenómeno principalmente a la sobreexplotación de acuíferos (Pacheco, 2007; Lermo et al, 1996; Zermeño, 2003; Arroyo et al, 2004; Álvarez, 1999), ya que, según los estudios realizados, siempre la extracción excede a la recarga, produciendo conos de abatimiento donde suceden las tres fases características de la deformación: Hundimiento por abatimiento del nivel del agua, generación de grietas y crecimiento de las mismas.

Otros estudios recientes indican que este fenómeno no sólo se debe a la sobreexplotación, sino también a los efectos del clima, las técnicas de explotación (diseño del pozo) y de la respuesta del terreno debida a los depósitos fluviolacustres (ríos y lagos).

2.2.2 Edificación Sobre Rellenos

La interacción suelo-estructura es otro problema fundamental que provoca fallas en la estructura. Si el suelo de desplante no presenta características homogéneas y no se considera en un inicio, se pueden presentar asentamientos en la estructura (Meli,1994).

La creciente demanda de viviendas en Aguascalientes ha originado el empleo de terraplenes o rellenos para cimentar las edificaciones. Debido a que las pendientes naturales del terreno en los límites de la expandida mancha urbana son muy pronunciadas (lomeríos), se ha generado la utilización de rellenos artificiales en forma de terrazas o la edificación incluso sobre rellenos ya existentes de grandes espesores que contienen un sinfín de objetos extraños no aptos para cimentar sobre ellos.

Cada vez es más frecuente, la edificación sobre suelos de baja calidad geotécnica o rellenos en nuestra localidad, con el consecuente aumento de la probabilidad de que se produzcan daños o patologías en los edificios, en especial los que han empleado cimentaciones superficiales tales como zapatas o losas de cimentación. Una incorrecta combinación del terreno y un sistema de cimentación superficial puede dar origen igualmente a daños en un inmueble (ASEFA, 2003).

El relleno ya sea natural o artificial, se trata de un terreno de baja compacidad, muy heterogéneo y con una deformabilidad potencial muy alta, resultando en la mayoría de los casos una probable fuente de daños. Su comportamiento es imprevisible frente a una cimentación, presentándose patologías la mayoría de las veces por asentamientos diferenciales y por otras causas que rompen la interacción suelo- estructura (Figura 2.1)

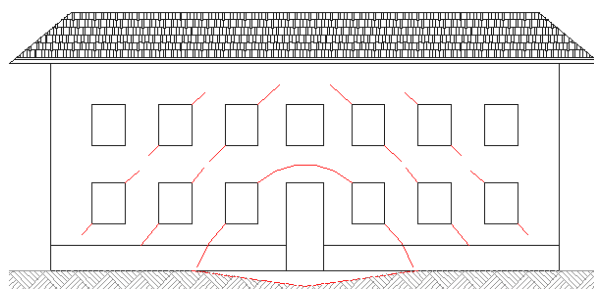


Figura 2.1 Asentamiento al centro de la Estructura

En ausencia de un estudio geotécnico o por insuficiencias en el mismo, se puede mal interpretar como firme un relleno. Si la edificación es pequeña (viviendas unifamiliares), se supone erróneamente que no deberían presentarse problemas debido a la escasa carga que se transmite al terreno; los asentamientos excesivos pueden presentarse en un lapso más largo de tiempo, poco a poco y debido a su escasa pre-consolidación (rellenos arcillosos).

El relleno, como material heterogéneo y poco compacto es muy sensible a la acción del agua. Antiguos cauces de agua pueden reactivarse en periodos de fuertes lluvias (lavado del suelo bajo cimentación), un caudal considerable de agua de lluvia (infiltración) o debido a la rotura de la infraestructura sanitaria, puede redistribuir las partículas en rellenos granulares (arenas y limos) o alterar elementos como metales, materia orgánica, etc, disolviéndolos parcialmente y creando huecos, además de aguas potencialmente agresivas al los concretos y aceros de refuerzo.

En depósitos de residuos sólidos urbanos como los basureros o rellenos sanitarios, y antiguas zonas deprimidas como los bancos de explotación de material, la presencia de rellenos de espesores de hasta 10 metros es habitual (figura 2.2). Muchas veces pueden interpretarse como terrenos naturales debido a su compacidad. La existencia de restos de piezas metálicas como la chatarra, plásticos u otros elementos extraños entre los rellenos puede ocasionar un

problema muy grave (Figura 2.3) (ASEFA, 2003).



Figura 2.2 Viviendas sobre relleno sanitario



Figura 2.3 Desechos entre el relleno sanitario

Es necesario para prevenir problemas la realización de un estudio geotécnico completo y no cimentar sobre rellenos, siendo estrictamente necesario atravesarlos hasta alcanzar el suelo firme mediante pilotes.

Las mejoras del terreno no garantizan al 100% la no aparición de patologías a corto, medio o largo plazo, debido a la heterogeneidad del material y a los numerosos factores que le influyen negativamente.

Las reparaciones son costosas y difíciles de ejecutar. Siempre que no se haya producido la pérdida del edificio, los asentamientos diferenciales se solucionan con micro pilotaje hasta un estrato resistente y así evitar más asentamientos derivados de fricciones negativas y errores de diseño.

2.2.3 Deficiencias En El Diseño

Una mala estimación y distribución de cargas y no utilizar los factores de carga adecuado durante el diseño de una edificación es uno los principales factores que originan un diseño estructural deficiente y por lo tanto fallas en la estructura a diferentes intervalos de tiempo.

En el caso de la estimación de cargas, siempre habrá una probabilidad por pequeña que ésta sea de ser rebasada aun cuando la estimación sea correcta: “Las variables en el diseño estructural no pueden predecirse con absoluta precisión. Existe incertidumbre, por ejemplo, en la carga viva máxima que actuará en un entrepiso, nunca se tiene la total certeza de que no sea rebasada” (Meli, 1994).

En la consideración de la resistencia de los materiales sucede lo mismo, la probabilidad de que la resistencia de estos no se exceda nunca será nula “El decir diseñar una estructura para que no falle es contradictorio, siempre existirá una probabilidad mayor que cero de que se rebasen los límites establecidos” (Meli, 1994).

2.2.4 Deficiencias En El Proceso Constructivo

El proceso constructivo de una estructura se compone de varias etapas. La detección y corrección de deficiencias en alguna de ellas tiene un costo ponderado

a razón de ser mínimo en las primeras etapas y mayor o máximo en las últimas. Es por lo tanto recomendable que el proceso de la construcción cumpla con los requisitos de seguridad desde la primer etapa, tal como la planeación y el proyecto pues conforme se avanza en el mismo, el costo y la complejidad de correcciones de las deficiencias se incrementan de manera geométrica (ley de Sitter).

Los problemas patológicos evolucionan y tienden a agravarse con el tiempo, cualquier fisura en algún elemento estructural puede conllevar a la corrosión del acero de refuerzo en el caso del concreto reforzado o el agrietamiento de muros apoyados en dicho elemento cuando presenta deflexiones excesivas.

La elaboración de planos con información incompleta o errónea, se provoca un deficiente proceso constructivo o mala calidad de la obra, una decisión equivocada, una interpretación incorrecta de los planos, cambio de dimensiones en los elementos y la falta de experiencia conducen a una mala calidad en el proceso constructivo.

G. J. Martínez S, cita en su artículo “Diagnóstico, evaluación y reparación de estructuras de hormigón” a los problemas de deficiencia de proyecto y deficiencia en la ejecución de la obra como el primer y segundo lugar de las principales las causas de falla.

2.2.5 Mala Calidad Y Degradación De Los Materiales

En los materiales, existen muchos factores que afectan su resistencia mínima considerada en el proyecto. En el caso del concreto, es común que una dosificación incorrecta, un curado deficiente, el retiro prematuro de cimbra, empleo de agregados o agua con impurezas, y no tomar en cuenta la temperatura del ambiente al colar redundan en una disminución de su resistencia. Además, la edad del concreto es también un factor determinante en ello: “definimos al hormigón

(concreto) como una piedra artificial. Esto nos puede dar a entender algo eterno, inmutable, inerte. Nada más lejos de la realidad. La tendencia a degradarse es todavía mayor cuando se combina con el acero de refuerzo, ya que al corroerse causa graves daños al concreto” (Martínez Ramón, www.construrario.com, 2006). Las causas principales de la degradación del concreto son las físicas, como el agrietamiento, la erosión, los ciclos de hielo y deshielo; Las causas químicas como el ataque de ácidos, sales o sulfatos y la corrosión del acero de refuerzo debido a carbonatación y cloruros. Siendo la primera y la última las mas frecuentes.

Los efectos de temperatura y humedad en las estructuras son otro factor importante que debe tomarse en cuenta en el diseño estructural para evitar fallas que rebasen los estados límite de falla y servicio. “Los materiales de una estructura sufren cambios volumétricos en sus dimensiones debido a variaciones en la temperatura y humedad, se producen fuerzas internas que podrían ser mayores de las imaginadas si la estructura no tiene libertad de movimiento y espacio para hacerlo” (Meli, 1994). La restricción al libre movimiento de la estructura produce esfuerzos internos en los elementos estructurales.

Los cambios de temperatura producen diferentes comportamientos en función del material que los experimenta. En estructuras que contienen elementos de distintos materiales como el concreto y el acero estructural como las vigas de acero se han presentado graves problemas por cambios volumétricos ya que el acero tiende a deformarse en mayor medida que el concreto. Sin embargo el concreto reforzado no manifiesta éste problema a pesar de que es también una combinación de acero y concreto, además los coeficientes de dilatación por temperatura de ambos materiales son similares. La explicación de ésta discrepancia en su respuesta en los dos casos radica en el grado de exposición de cada material a los cambios de temperatura. En el concreto reforzado, el acero no está expuesto a la intemperie, además el concreto transmite el calor lentamente, se requieren semanas o meses para que la temperatura exterior se transmita al interior del elemento. Cuando el

acero está expuesto, alcanza temperaturas mayores a la ambiental y su deformación es muy superior a la del concreto.

2.2.6 Cambio De Uso En Las Estructuras

La sobrecarga en las estructuras es común en edificaciones a las cuales se les ha cambiado el uso p. Ej. Cuando una edificación se diseñó para oficinas y se convierte en bodega, la carga viva se incrementa considerablemente y rebasa la carga viva de diseño. También se presenta cuando se construyen muros divisorios, sobrefirmes o pisos adicionales rebasando la carga muerta considerada en el diseño.

2.2.7 Acciones Imprevistas

Las fuerzas mayores imprevistas son de dos tipos: las producidas por fenómenos naturales como el sismo, inundaciones, viento y subsidencia. Las fuerzas imprevistas provocadas por otros factores son los incendios, las explosiones e impactos de cuerpos ajenos a la estructura, la acumulación de agua en azoteas por taponamiento del drenaje pluvial o el hecho de no considerar el peso de la nieve p. Ej. la nieve que se deposita en los techos tiene un peso de 1 kg/m² por cada centímetro de espesor. El peso aumenta del orden de 2 veces por la compactación en la parte inferior de un estrato con algunos decímetros de espesor y hasta 4 o 5 veces cuando la nieve se ha convertido en hielo (Meli, 1994).

2.3 Patologías

2.3.1 Introducción

En la ingeniería civil, el concepto Patología se puede definir como la parte que estudia los síntomas, mecanismos y causas de los defectos de las obras civiles,

es el estudio de las partes que componen el diagnóstico del problema (do Lago, 1997). Al igual que un paciente, las estructuras presentan síntomas provocados por lesiones en sus componentes de manera local o general, interna o externa y que en ocasiones puede resultar complicado hacer un diagnóstico correcto del problema pues una grieta en algún elemento estructural por ejemplo, puede deberse a una falla por esfuerzos mecánicos como compresión, cortante, flexión, torsión, combinaciones de estos esfuerzos o contracciones y dilataciones del material por humedad o temperatura y otras tantas causas que provocan los mismos síntomas.

Un diagnóstico correcto y completo puede llegar a definir claramente todos los aspectos del problema estructural. Cada día es mayor la cantidad de estructuras que presentan deterioro prematuro causando costos altos de reparaciones que también pueden ser técnicamente muy complejas.

La calidad y duración de estas reparaciones depende de la correcta evaluación y diagnóstico del estado de dichas estructuras, las cuales deben estar basadas en una adecuada y correcta inspección. Al no existir normativas para realizar las inspecciones se han venido ejecutando de manera empírica y subjetiva (O'Reilly, 1997).

2.4 Patologías Por Fallas En El Concreto Reforzado.

A principios de 1849 se comenzó a utilizar en Francia el concreto reforzado con acero en edificaciones y otras obras civiles. Su uso se incrementó de manera importante a nivel mundial debido a su efectiva capacidad para resistir sobrecargas y algunas acciones del medio ambiente. Las patologías en el concreto reforzado se han incrementado con el uso de los concretos modernos. Se ha asociado la relación agua-cemento con la resistencia a la compresión del

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

concreto, los diseñadores se han ocupado únicamente por la resistencia a la compresión sin considerar agrietamientos, permeabilidad y exposición a medios ambientes agresivos que merman la durabilidad del concreto (Rivera 1997).

Actualmente, con el implemento de camiones revoladora y bombas de concreto, se han producido concretos con mayor fluidez aumentando el consumo de agua que propicia el agrietamiento y la permeabilidad del concreto. En los años setenta, aparecieron los aditivos superfluidificantes que han minimizado estos efectos, sin embargo, en muchos casos se continúa utilizado alta relación agua/cemento sin uso de aditivos y como consecuencia tenemos estructuras de concreto que se están deteriorando de una manera muy rápida a edad temprana, lo cual genera altos costos de reparación.

El concreto, como cualquier material, tiene su propia sintomatología ante las lesiones que pudiera padecer y en algunos casos es muy similar a la sintomatología de los muros de mampostería.

2.4.1 Corrosión Del Acero De Refuerzo

La corrosión de armaduras es un proceso químico que provoca la oxidación del acero en el concreto. Los factores que afectan a este fenómeno están asociados a las características del material, al medio ambiente y a la disposición del acero de refuerzo. Los síntomas se manifiestan a través de fisuras paralelas a la dirección del refuerzo.

En elementos con contenido de humedad alto, los primeros síntomas de corrosión se manifiestan con la manchas de óxido en la superficie del concreto. Se observa regularmente en concretos de mala calidad con alta relación agua/cemento y en elementos porosos expuestos a la humedad. Los síntomas se presentan dependiendo de la calidad del concreto y el espesor del recubrimiento en el acero y del diámetro del mismo.

La carbonatación es otro agente que produce corrosión, es producto de la reacción química que produce carbonato de calcio ocasionando que el concreto se acidifique penetrando al interior del concreto, la carbonatación se presenta en concretos de baja calidad y ambientes húmedos. Estos productos de corrosión se acumulan e incrementan el volumen original del acero de refuerzo originando fisuras y desprendimiento del recubrimiento. El ataque de cloruros es otro factor importante en la corrosión del acero. Existen casos de corrosión por componentes orgánicos cuando se utilizan estructuras de concreto como contenedores de aceite y grasas, leche y derivados, vino y cerveza.

2.4.2 Oquedades Superficiales

Se produce en concretos de mala calidad con poca adherencia de los agregados (desagregación) y baja resistencia en general, se puede describir como el deterioro y desprendimiento de los estratos superficiales del concreto dejando expuesto el acero de refuerzo que por consiguiente provoca la corrosión del mismo y la disminución de la resistencia del elemento. Sus causas principales pueden ser una dosificación inadecuada de los componentes del concreto, tamaño del agregado grueso inadecuado, colado y compactación inadecuada y excesiva cantidad de acero de refuerzo.

2.4.3 Falla Por Tensión

Se manifiesta con la aparición de fisuras en las zonas de tensión del elemento, por lo tanto su posición es perpendicular al refuerzo por tensión, atraviesan toda la sección y también suelen coincidir con el refuerzo transversal (estribos). Estos se generan debido a que el refuerzo por tensión ha sido escaso, ya sea por deficiencias de cálculo, o cargas aplicadas a los elementos han sobrepasado a las de diseño.

2.4.4 Falla Por Compresión

Se presentan generalmente en las columnas, los síntomas se manifiestan con fisuramientos en la mayoría de los casos paralelos al eje del elemento (Figura 2.4) dependiendo de la esbeltez y las condiciones de apoyo o continuidad en los extremos. Son visibles cuando se ha alcanzado el 80-90% de la resistencia del elemento.

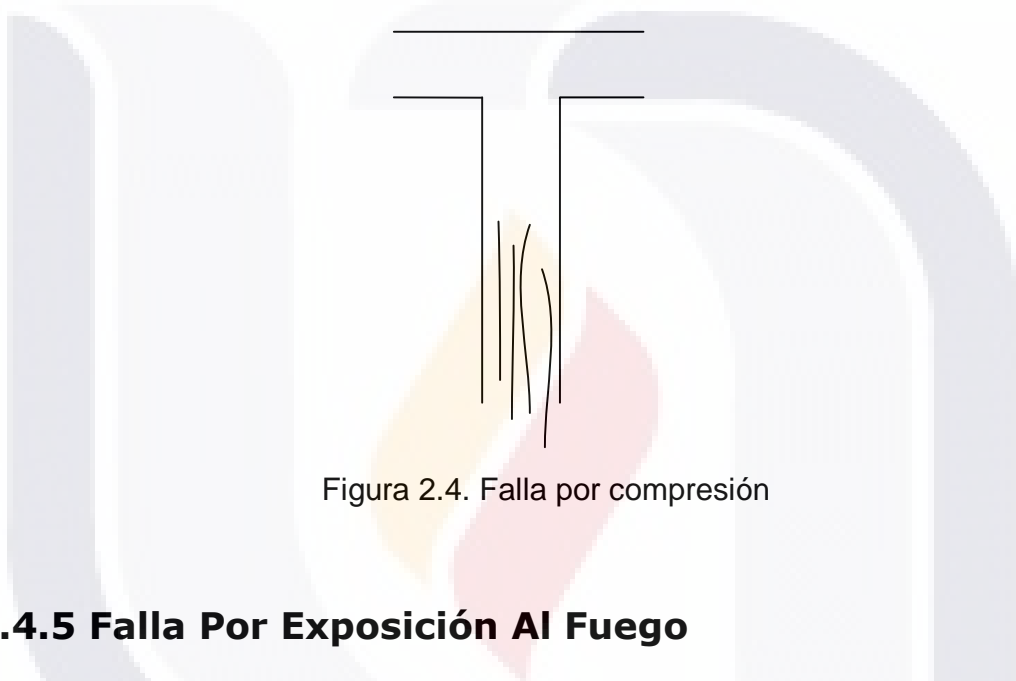


Figura 2.4. Falla por compresión

2.4.5 Falla Por Exposición Al Fuego

En éste caso conviene conocer las características de comportamiento del concreto y del acero por separado para poder hacer un diagnóstico preciso. El concreto sufre daños, solo cuando la temperatura a la que se expone en un incendio es mayor a 300 grados centígrados. A partir de ese nivel de calor se presenta una pérdida en la resistencia que ya no se recupera después del incendio, sino que disminuye aún más (Pérez Valcárcel, 1994), la ventaja es que su bajo coeficiente calorífico retarda el tiempo para alcanzar niveles peligrosos. Existe un método de evaluación aproximado pero limitado para evaluar la temperatura alcanzada durante un incendio, sólo aplica para concretos con agregados silíceos y sirve como estimación inicial para luego medir la resistencia por extracción de probetas. Consiste en observar la coloración del concreto: temperaturas hasta de 300

grados (color gris), de 300 a 600 grados (rosa a rojo), de 600 a 900 (gris rojizo), de 900 a 1,200 grados (amarillo claro o blancuzco).

Por su parte, el acero sufre una importante pérdida de resistencia durante el incendio pero la recupera casi por completo después de ocurrido el siniestro, si resiste el incendio podrá ser utilizado nuevamente (Pérez Valcárcel). En el caso del acero tensado el daño es irreversible y queda inutilizable, el enfriamiento brusco del acero expuesto al contacto con el agua por los trabajos de extinción del fuego puede producir a su vez, el templado y la fragilización del acero.

2.4.6 Falla Por Flexión

Es de las más frecuentes en los elementos de concreto, sobretodo en vigas, el agrietamiento por flexión se inicia en la armadura, progresa en vertical hacia la fibra neutra y al final se orienta buscando el punto de aplicación de la carga deteniéndose al alcanzar la zona de compresión en la parte inferior o superior (momentos positivo y negativo respectivamente), son de evolución lenta lo que le da características de ductilidad, aparecen con la carga y desaparecen o se reducen al descargar el elemento, no afectan a toda la altura de la pieza, sino que llegan aproximadamente hasta el eje neutro, son perpendiculares al eje del elemento y se inclinan en función del valor del esfuerzo de corte (figura 2.5). De seguir evolucionando se puede llegar a rebasar el estado límite de servicio y debe repararse.

Cuando los esfuerzos son combinados como la flexocompresión o flexotensión existen dos casos, cuando la flexión es mayor a los esfuerzos axiales el comportamiento es parecido al de la flexión simple, si el esfuerzo dominante es el axial y el menor es el de flexión, el comportamiento será similar al de compresión (figura 2.6) o tensión simple.

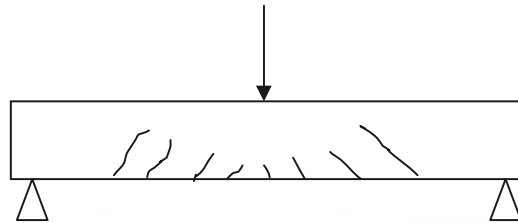


Figura 2.5. Flexión simple

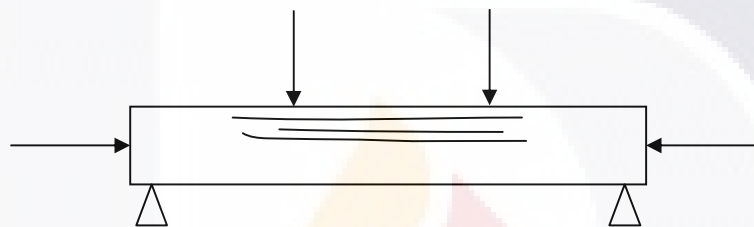


Figura 2.6 Flexión y compresión dominante

2.4.7 Falla Por Cortante

Es también una de las más frecuentes en las estructuras de concreto, su manifestación comienza con fisuras en el alma de la viga, generalmente a 45 grados con respecto a la directriz del elemento, conforme evoluciona se incrementa su longitud y puede llegar a partir la viga en dos partes provocando el colapso, evolucionan rápidamente, pueden manifestarse en conjunto de varias o una sola (figura 2.7), rebasan rápidamente el estado límite de servicio y en casos graves el estado límite de falla. Debe apuntalarse o en su caso desalojar el edificio

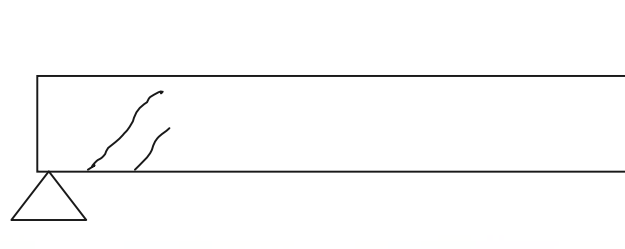


Figura 2.7. Falla por cortante

2.4.8 Falla Por Penetración o Punzonamiento

Se presentan en las uniones de columnas con losas planas y columnas con zapatas de cimentación, su efecto es similar al cortante pues los esfuerzos son los mismos (figura 2.8). Requieren especial atención pues también son de rápida evolución y pueden llegar a establecer situaciones de grave riesgo en períodos de tiempo cortos.

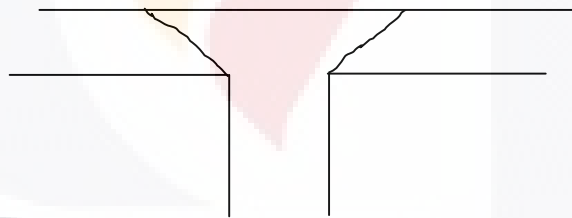


Figura 2.8. Penetración o punzonamiento

2.4.9 Falla Por Torsión

Se presenta casi siempre acompañada por sollicitaciones de flexión y corte, generando tensiones tangenciales en la pieza, en forma similar a las originadas por los esfuerzos de corte, de ahí que los síntomas de esta falla se pueden confundir con los de la falla por cortante, la manera de distinguir un síntoma de

otro es que en la falla por cortante las fisuras se inclinan hacia el mismo lado en las dos caras opuestas de la viga mientras que en la falla por torsión las de la cara opuesta se inclinan en sentido contrario (figura 2.9), también se puede distinguir como un agrietamiento helicoidal, cuando la resistencia a torsión de la pieza no es necesaria para su equilibrio o la de otros elementos ligados a ella, generalmente no se toma en cuenta se le considera una sollicitación secundaria



Figura 2.9. Falla por torsión

2.4.10 Falla Por Deflexión Excesiva

Las patologías por exceso de deformaciones verticales en elementos horizontales se han agudizado ya que en la actualidad se utilizan construcciones con secciones más esbeltas y flexibles lo que favorece el exceso de deformaciones, las flechas tanto instantáneas como diferidas son superiores a las que en su tiempo fueron normales para los mismos claros y las mismas cargas. Debe revisarse el cumplimiento de las deflexiones máximas permitidas por la legislación independientemente de verificar si las deformaciones afectan el uso del inmueble (figura 2.10).

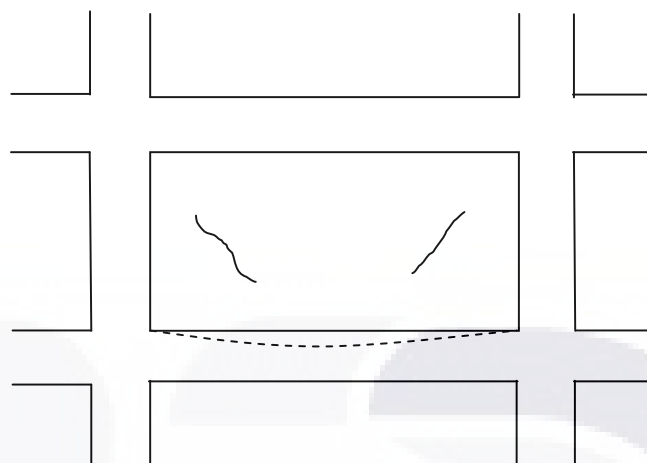


Figura 2.10. Deflexión excesiva

2.4.11 Falla Por Asentamiento Diferencial

Entre las causas más frecuentes que generan la aparición de fisuras y daños en las estructuras de concreto están los asentamientos diferenciales (descensos de apoyos). Si el desplazamiento por asentamiento de uno de los apoyos es mayor que resto de los demás las consecuencias sobre la estructura pueden ser significativas (figura 2.11), tanto desde el punto de vista de su resistencia como de su durabilidad, provocan en las estructuras un estado de concentración de esfuerzos en puntos donde no se había considerado este estado de deformaciones.

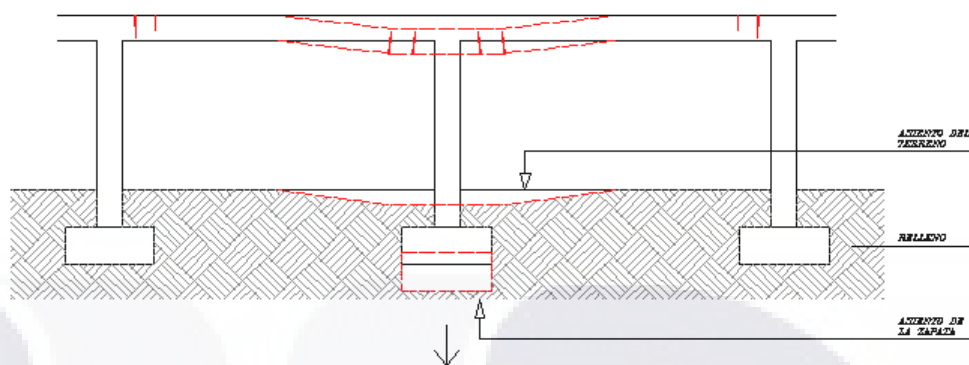


Figura 2.11. Asentamiento de apoyo

Los asentamientos diferenciales pueden ser provocados por distintas causas, pero en nuestro caso estudiaremos las mas significativas para nuestro tema que es el de determinar el estado de condición de viviendas mencionaremos

- Las producidas por sobrecargas no contempladas en el diseño,
- Deformación excesiva del suelo de desplante,
- Aparición de discontinuidades en el subsuelo (subsistencia) característica en nuestra región actualmente,
- Cimentación mal diseñada
- Construcción desplantada sobre rellenos y/o terraplenes de mala calidad.
- Existencia de suelos dinámicos o deformable (expansivos, compresibles, plásticos)
- Construcción de fincas aledañas
- Apoyo de los elementos de la cimentación de la misma estructura sobre estratos con diferentes características
- Deseccación del suelo al extraerle el contenido de humedad al que estaba habituado
- Inyección en terrenos cercanos a la estructura que en este caso pueden producir ascensos de los apoyos

En algunos casos prácticos, se puede determinar el grado de riesgo de aparición de fisuras por asentamientos diferenciales si se obtienen los valores de dichos asentamientos. Una medida del riesgo de la aparición de tales fisuras se puede obtener a través del valor de la distorsión angular, conociéndose como tal a la relación entre el asentamiento diferencial entre dos puntos y la distancia entre los mismos

Numerosos autores y reglamentos recomiendan valores límites de estas distorsiones, en función del tipo de estructura, con el fin de evitar las consecuencias ya vistas que genera este problema.

En general, y para disponer de cierto grado de seguridad, se propone como límite admisible los siguientes valores de la distorsión angular:

- 1/500 para estructuras hiperestáticas de concreto armado del tipo flexible (pórticos formados por placas y elementos lineales).
- 1/200 para estructuras de concreto armado isostáticas.

Estos valores límites deben ser compatibles con los cerramientos empleados en la construcción ya que aunque no se produzcan daños visibles en la estructura, pueden aparecer daño en los cerramientos, que afectan la estética, la impermeabilidad, etc.

2.4.12 Mala Colocación Del Acero De Refuerzo

El no mantener la separación mínima reglamentaria de 2.50 cm entre las barras (NTC-04) de modo que el hormigón pueda ser colocado y vibrado adecuadamente, afecta tanto la capacidad portante como la durabilidad. Una situación particularmente sensible a este problema la constituyen las zonas de empalme de las armaduras. La longitud de desarrollo insuficiente en el acero de

refuerzo, genera grietas en el concreto al tratar de absorber los esfuerzos de tensión en ausencia del acero

2.4.13 Asentamiento Plástico En Columnas

Se presenta en la parte superior de las columnas, cercano a la unión viga-columna o viga-losa, se produce por un mal colado monolítico de la columna con las trabes o losas que se apoyan en ella, vibrado deficiente, utilización de concreto muy fluido sin utilizar aditivo (Figura 2.12).

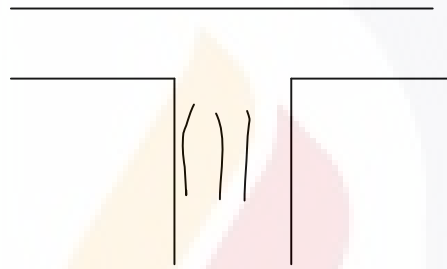


Figura 2.12. Asentamiento plástico en columna

2.4.14 Falla De Junta De Colado

Omisión del uso de aditivos para unir concretos de diferentes edades, se manifiesta con una grieta o fisura en la línea de la junta

2.4.15 Falla En Columna Corta

Se producen cuando la reducida rigidez de la columna en comparación con la de los muros que la rigidizan la convierte en el punto débil de la estructura liberando la energía de las deformaciones producidas por empujes laterales (figura 2.13) o movimientos térmicos e hidráulicos en la misma.

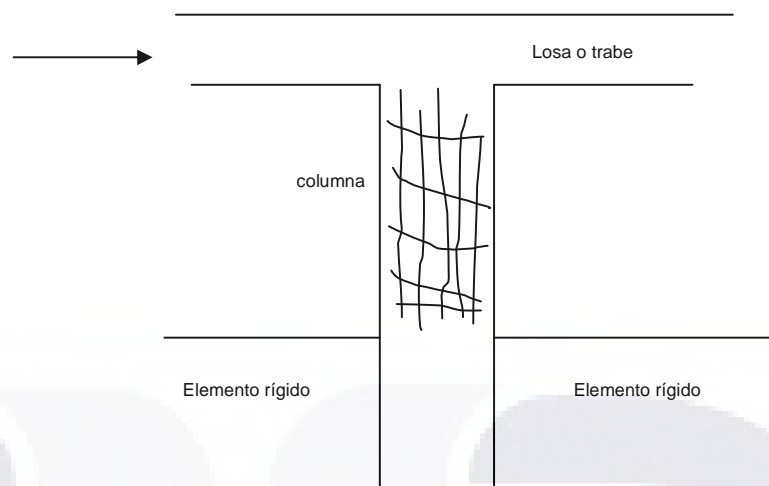


Figura 2.13. Falla en columna corta

2.5 Muros De Mampostería

2.5.1 Introducción

Los muros de mampostería, son el principal elemento portante de los sistemas de piso, ya sea de azotea o entrepiso. Transmiten la carga vertical a la cimentación por lo que es también de suma importancia el estudio de sus patologías para lograr mejores evaluaciones en las inspecciones.

Se estudiará el comportamiento patológico de muros de mampostería confinada y muros con refuerzo interior, son los elementos más utilizados para la construcción de viviendas en nuestra región. Conforme ha transcurrido el tiempo y por cuestiones que convienen a nuestra ecología y medio ambiente se ha venido incrementando el uso de mampostería con refuerzo interior y piezas de block hueco de concreto y reducido el porcentaje de utilización del tabique de barro.

Se mencionarán las patologías más comunes en muros de viviendas, las cuales se han elegido en base a la importancia que tienen respecto de la posible

inseguridad que se pueda causar en los inmuebles y por ende el impacto que causan en sus propietarios.

2.5.2 Tipos De Muros

Las Normas Técnicas Complementarias para diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería publicadas el 6 de Octubre del año 2004 (NTCM-04) clasifican a los muros de mampostería en cuatro tipos

- De mampostería confinada
- Mampostería con refuerzo interior
- Mampostería no confinada ni reforzada interiormente (no cumplen con las características de los dos tipos anteriores)
- Mampostería de piedras naturales

2.5.3 Piezas De Mampostería

Se conocen principalmente dos tipos de piezas de mampostería, De piedras naturales

- areniscas,
- basalto (piedra braza),
- granito natural y
- mármol

De piezas artificiales

- De barro recocido
- Bloques de extrusión
- Bloques de concreto

Para los fines del presente trabajo, estudiaremos las características de las piezas artificiales por ser el material de mayor uso para la construcción de viviendas

2.5.4 Resistencia De La Mampostería

En la Tabla 2.1 se indican las resistencias a compresión de algunas piezas de mampostería artificiales.

Material	Resistencia compresión fp (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (cv)	Peso volumétrico (ton/m ³)	
Tabique barro recocido	25-115	10-30	1.30-1.50	
Tabique extruido perforaciones verticales	150-430	11-25	1.65-1.96	
	310-570	15-20	1.61-2.06	
	150-400	11-26	1.66-2.20	
Tabique extruido macizo	375-900	5-16	1.73-2.05	
Tabique extruido, perforaciones horizontales	75-80	13-18	1.25-1.32	
	50-80	16-30	1.69-1.78	
Bloques de concreto	Ligero	20-50	10-26	0.95-1.21
	Medio	20-80	7-29	1.32-1.70
	pesado	70-145	7-28	1.79-2.15

Tabla 2.1. Resistencia a compresión de piezas de mampostería artificiales

El adobe, característico en comunidades rurales cuenta con una resistencia a la compresión estimada de 15 kg/cm², dependiendo de los componentes con los que está fabricado pues sabemos que son piezas de barro sin cocer con la diferencia de que se mezcla con fibras de diferentes tipos como estiércol o paja. Un nuevo tipo de tabique de suelo-cemento está entrando en auge desde hace poco, tiene un bajo costo, se fabrica mezclando suelos de diferentes características con cemento portland (Vasconcelos, Sánchez, 2002).

2.5.5 Acero De Refuerzo En Muros

El refuerzo que se utilice en dadas y castillos de los muros confinados debe componerse de varillas corrugadas, o armaduras soldadas por resistencia eléctrica, se admitirá el uso de barras lisas como el alambroón únicamente como estribos, el diámetro mínimo de alambroón es de 5.5 mm (NTCM-04).

Para el refuerzo que debe colocarse como refuerzo interior en juntas o en huecos de las piezas es recomendable emplear la mayor cantidad de barras y alambres de pequeño diámetro para asegurar un recubrimiento adecuado y facilitar el correcto llenado de los espacios donde se coloca el refuerzo. El tipo de acero que se utiliza en la mampostería confinada y en la mampostería con refuerzo interior, no difiere del empleado en el concreto reforzado.

La utilización en la junta de mortero, de barras y alambres de diámetro pequeño, ha demostrado que mejora la resistencia al cortante, reduce el ancho de grietas y proporciona una mayor capacidad de deformación ante fuerzas laterales (Hernández y Meli, 1975; Díaz y Vázquez del Mercado, 1995). El refuerzo en la junta de mortero debe hacerse, necesariamente, con alambres delgados cuyo diámetro no exceda la mitad del espesor nominal de la junta. Las NTCM prohíben explícitamente el uso de la escalerilla (alambres soldados) como refuerzo horizontal debido a la falla frágil en los puntos de soldadura. En todo caso, el alambre puede ser liso o corrugado.

2.5.6 Tipos De Falla

2.5.6.1 Introducción

Las fallas en los muros de mampostería varían con respecto a sus diferentes características, de acuerdo al tipo de material y la cantidad y disposición del acero de refuerzo. En términos generales, los daños de un tipo a otro difieren principalmente de manera cuantitativa y a menor escala de manera cualitativa.

2.5.6.2 Falla Por Tensión Diagonal

La falla de un muro por efecto de fuerzas cortantes ocurre generalmente a través de grietas inclinadas debidas a tensiones diagonales. Estas grietas se forman generalmente a lo largo de las juntas, propiciadas por la debilidad de la unión pieza-mortero; sin embargo, para piezas con baja resistencia y buena adherencia con el mortero, las grietas atraviesan indistintamente piezas y mortero.

Es importante estudiar el comportamiento de la mampostería ante combinaciones de carga que introducen esfuerzos principales de tensión con distintas inclinaciones con respecto a las juntas. Además, es de interés el estudio de los mecanismos de falla por las juntas y el efecto de la calidad del mortero y de su adherencia con las piezas en la resistencia.

Un primer modo de falla es cuando el agrietamiento diagonal atraviesa las piezas. Este tipo de falla normalmente se da cuando la resistencia a la tensión de las piezas es menor en relación con la resistencia de adherencia del mortero con las piezas.

El segundo modo de falla, corresponde a aquel en que el agrietamiento se produce en las juntas, y se produce cuando la resistencia de las piezas es mayor en relación con la resistencia de adherencia del mortero con las piezas, por lo que el agrietamiento ocurre en el elemento débil que en este caso es la junta.

Este tipo de falla es muy común en mamposterías hechas con piezas refractarias. Finalmente, cuando el esfuerzo resistente a la tensión de las piezas es semejante a la adherencia entre piezas y mortero, se da un modo de falla mixto en que el agrietamiento diagonal se da tanto en las piezas como en las juntas. La variación de la resistencia con el ángulo de la carga es muy definida sólo cuando la falla es por juntas (Tena y Miranda, 2002).

2.5.6.3 Falla Por Carga Axial

Es poco probable que ocurra debido a que el área de los muros es grande; podría ocurrir si las piezas son de muy mala calidad, o porque han perdido capacidad de carga por efecto del intemperismo. Se identifica esta falla porque el material literalmente se aplasta cuando es de baja calidad, o si es de buena calidad, aparecen numerosas grietas verticales.

2.5.6.4 Falla Por Flexión

Se produce cuando se alcanza el esfuerzo resistente en tensión de la mampostería, el cual es muy bajo (del orden de 1 a 2 kg/cm²) y puede ocurrir en el plano del muro o perpendicular a éste. La flexión en el plano del muro es grave cuando no hay acero de refuerzo; al haber refuerzo, éste toma los esfuerzos de tensión que la mampostería no es capaz de soportar.

Los problemas de flexión en el plano del muro se identifican mediante grietas horizontales que se forman en los extremos del muro, siendo mayores las grietas en la parte inferior y disminuyendo en longitud a mayor altura del muro, es raro que en una estructura se tengan problemas por flexión porque la carga vertical sobre los muros contrarresta los efectos de los momentos (volteo), o porque lo evita el acero de refuerzo colocado en los extremos del muro.

2.6 Grietas En Muros

2.6.1 Introducción

Las grietas en un muro pueden indicar un posible colapso, alterar la apariencia arquitectónica, o marcar el inicio de daños severos *a posteriori*, como servir de entrada para lluvia y demás agentes agresivos que puedan degradar el acero de

refuerzo. Una grieta aparece cuando las deformaciones del muro exceden la deformación permisible de agrietamiento de la mampostería.

No existe una clasificación universal y absoluta de la anchura de grietas que pueda considerarse peligrosa, ya que depende de la función de la estructura, tipo de acción, forma de grieta, entre otras.

Antes de agrietarse, un muro tiene un comportamiento elástico lineal aún para cargas alternadas; después que se agrieta, su comportamiento dependerá de la cantidad y disposición del acero de refuerzo. Si el refuerzo es poco, tendrá una reducida capacidad de disipar energía, por lo que comúnmente se pierde resistencia drásticamente. Pero si tiene refuerzo suficiente, el muro es capaz de soportar altos niveles de carga con grandes deformaciones; incluso puede llegar a tener un comportamiento equivalente al elastoplástico (Hernández y Meli, 1975).

Para cargas alternadas, el deterioro ó pérdida de rigidez y resistencia del muro es pequeño cuando se tienen distorsiones menores a la del agrietamiento; después de éste, el deterioro depende de la manera como se refuerce el muro. El material hueco es más sensible al deterioro que uno macizo, y es diferente la intensidad del deterioro si la falla es por flexión (dúctil) a que si es por cortante o por tensión diagonal (frágil), siendo mayor en los últimos casos; la carga vertical reduce apreciablemente el deterioro.

2.6.2 Tipos De Grietas

Las grietas en los muros, generalmente son causadas por desplazamientos verticales en algunos puntos en específico. Al presentarse un asentamiento diferencial, se presentan esfuerzos de tensión diagonal. Cuando la mampostería no resiste los esfuerzos de tensión, se fractura de manera perpendicular a la dirección del esfuerzo, se manifiesta con fisuras con una trayectoria perpendicular al punto del asentamiento. En estructuras de mampostería, un asentamiento

provoca grietas en forma de arco y en las zonas más débiles del muro como los huecos de las ventanas.

En la figura 2.14, se aprecia un agrietamiento típico al centro de la estructura, se manifiesta en forma de arco en el muro sin aberturas. Nótese también la inclinación de las grietas que son perpendiculares al punto de asentamiento. En los muros con aberturas como las ventanas las grietas presentan la misma inclinación pero se manifiestan en las esquinas de las ventanas, debido a que son los puntos más débiles del muro.



Figura 2.14. Agrietamiento en arco

Cuando los asentamientos se manifiestan en los extremos de la estructura, las grietas cambian de dirección como se muestra en la figura 2.15. Pues los esfuerzos de tensión cambian al no tener apoyos en los puntos extremos de los muros.

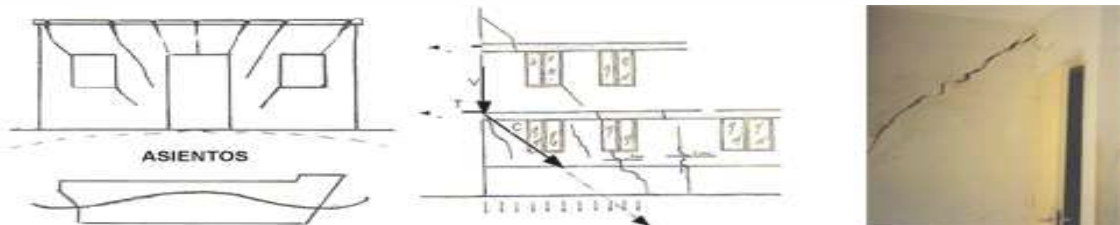
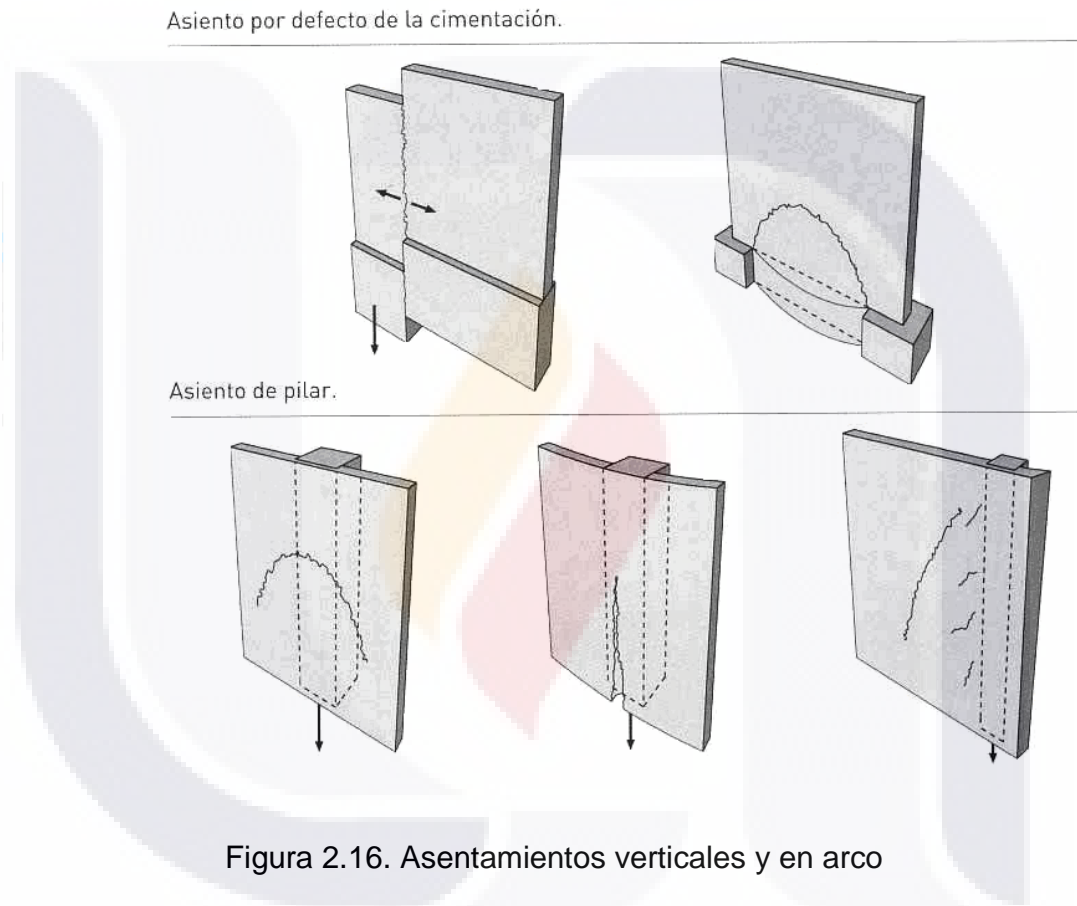


Figura 2.15. Asentamiento en extremos

Las grietas por asentamiento pueden manifestarse de manera vertical cuando el desplazamiento o descenso se manifiesta bajo un elemento de mayor rigidez en el muro como es el caso de un castillo o columna. Si hay un asentamiento brusco p. Ej. En el caso de la subsidencia, se pueden presentar agrietamientos tanto verticales como en arco (figura 2.16)



2.6.3 Conclusiones

Para evitar la falla frágil de la mampostería, es necesario que ésta se refuerce adecuadamente, si no se unen correctamente los muros entre sí y los muros con la losa, los movimientos sísmicos ligeros, o vientos fuertes o empujes de tierra o agua podrían hacer colapsar a la construcción. De aquí se ve la necesidad de dar continuidad a los distintos elementos, esa continuidad la dan las dadas y castillos,

cuya principal función no va a ser el soportar cargas en condiciones normales de operación, sino el mantener unidos a los elementos; una vez que la mampostería, se agrieta, el refuerzo que tienen esas dalas y castillos, así como el que se coloque dentro del muro, contribuyen a evitar la falla frágil de la mampostería soportando básicamente los esfuerzos por flexión y por cortante.

Cuando se estructura a base de muros de carga se pueden tener dos alternativas para reforzar a los muros de mampostería confinada o con refuerzo interior. En las mamposterías confinadas los muros están rodeados en su perímetro por castillos y dalas que forman un marco que encierra tableros relativamente pequeños, proporcionando una capacidad de deformación mucho mayor que la de un muro no reforzado, así como una liga muy efectiva con los elementos adyacentes; actualmente se cuenta con criterios para fijar la distribución de los elementos resistentes y su refuerzo, así como procedimientos para el diseño de estructuras de mampostería.

Hay que hacer notar sin embargo, que si con éste sistema se reduce mucho la posibilidad de un colapso de la construcción y de daños mayores, no se evita la posibilidad de agrietamientos diagonales en los muros, ya que la resistencia en tensión diagonal de la mampostería no se incrementa apreciablemente por la presencia de dalas y castillos ni del refuerzo horizontal

La función de estos elementos es precisamente evitar la falla frágil cuando se agrieta la mampostería. En Estados Unidos y otros países, el sistema constructivo consiste en reforzar los muros de piezas huecas con barras verticales en los huecos de las piezas y horizontales en las juntas o piezas especiales. La experiencia sobre el comportamiento sísmico de estas construcciones es más o menos amplia, hay evidencia de que con cantidades altas de refuerzo se obtiene un incremento en la resistencia con respecto a la mampostería no reforzada y un comportamiento bastante dúctil.

Hay que recalcar que las cantidades de refuerzo necesarias para lograr un comportamiento adecuado son muy altas y que se requieren separaciones pequeñas del refuerzo tanto vertical como horizontalmente. El procedimiento tiene distintas modalidades que llegan en muros de edificios altos hasta el relleno total de los huecos de las piezas con concreto y el colado de muros delgados de concreto entre dos paños de muros de mampostería.

En México, el refuerzo interior tiene requiere de mayor supervisión y, cuando se usa se emplean cantidades de refuerzo mucho menores que las mínimas especificadas por la normatividad (Fig. No. 2.17), con lo cual se ha demostrado, tanto en laboratorio como en estructuras reales, que se tiene un comportamiento poco eficiente.



Figura No. 2.17. Escaso refuerzo interior en muros

Este procedimiento de refuerzo tiene la ventaja, sobre el de confinar con dalas y castillos, a que el muro puede quedar aparente; tiene sin embargo la desventaja de que las piezas huecas tienden a tener fallas locales por desprendimiento de sus paredes, que la liga que se obtiene entre los distintos elementos es menos efectiva y que la cantidad de refuerzo necesaria para asegurar un buen comportamiento es mayor.

Estos aspectos negativos son más importantes si las piezas son de barro, ya que el concreto en los huecos no se adhiere a las piezas. Mucho de este problema se ha evitado en México usando varillas de diámetro pequeño y alta resistencia entre las juntas del mortero (Figura 2.18); en los múltiples ensayos que se han realizado, se ha observado que no ocurre una falla explosiva como es común que ocurra cuando no se tiene este refuerzo, ya que éste evita concentrar la zona de daño en los extremos superior e inferior de los muros, permitiendo, al actuar como estribos y distribuir los esfuerzos cortantes en una zona más amplia.



Figura 2.18. Refuerzo horizontal y vertical

2.7 Normatividad Y Métodos De Evaluación.

2.7.1 Introducción

En nuestro Estado, cada vez es mayor el número de viviendas que de manera repentina o prematura se han dañado por diferentes cuestiones, el problema de la subsidencia en Aguascalientes se ha convertido en una de las principales causas de daño a las viviendas, pero de igual manera, en los últimos años se ha dado

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

también la problemática de la construcción de viviendas de nueva creación, que se ha deteriorado a tal grado que algunas ya son inhabitables.

El Código Municipal de Aguascalientes vigente, publicado el 12 de Noviembre del año 2007 establece que: “Mientras no se cuente con Normas Técnicas Complementarias propias, se considera como parte de él y de aplicación supletoria las Normas pertenecientes al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal”.

Es de imperante necesidad el implemento de técnicas objetivas y normalizadas de inspección, análisis y diagnóstico de fincas con deterioro para dar a conocer en primera instancia al propietario, las condiciones de su vivienda se tomen las medidas necesarias de monitorización, prevención, reparación que den de alguna manera una idea clara del estado de sus viviendas.

De igual manera, apoyar a las autoridades competentes a implementar un tabulador sobre el estatutos de riesgo de los inmuebles y pueda elaborar programas de reparación, apoyo al propietario, protección del ciudadano y monitorización dando prioridad a las fincas con mayor daño y sobre todo garantizar una seguridad a los ocupantes, peatones y fincas colindantes.

2.8 NTCM-04

2.8.1 Evaluación

En el Capítulo 11, “Evaluación y Rehabilitación”, las Normas Técnicas Complementarias Para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (2004), establecen la necesidad de evaluación de una finca cuando existan indicios de que ha sufrido algún daño, presente problemas de servicio o de

durabilidad, se realicen modificaciones al inmueble, se cambie de uso o cuando se requiera verificar el cumplimiento del reglamento de construcciones.

En el proceso de evaluación, determina los siguientes pasos preliminares

- a) Recopilar memorias, especificaciones, planos arquitectónicos y estructurales, así como informes y dictámenes disponibles.
- b) Inspeccionar la edificación, así como reconocer su edad y calidad de la construcción.
- c) Estudiar el reglamento y normas de construcción en vigor a la fecha de diseño y construcción de la estructura.
- d) Determinar las propiedades de los materiales y del suelo.
- e) Definir el alcance y magnitud de los daños.
- f) Tener entrevistas con los propietarios, ocupantes, así como con los constructores y diseñadores originales.
- g) Obtener información sobre las acciones que originaron el daño, tal como su magnitud, duración, dirección, espectros de respuesta u otros aspectos relevantes.

Se incluye una escala de cinco niveles para clasificación según el daño de los elementos de la estructura

- a) **Insignificante.** que no afecta de manera relevante la capacidad estructural (resistente y de deformación). La reparación será de tipo superficial.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- b) **Ligero.** cuando afecta ligeramente la capacidad estructural. Se requieren medidas de reparación sencillas para la mayor parte de elementos y de modos de comportamiento.
 - c) **Moderado.** cuando afecta medianamente la capacidad estructural. La rehabilitación de los elementos dañados depende del tipo de elemento y modo de comportamiento.
 - d) **Severo.** cuando el daño afecta significativamente la capacidad estructural. La rehabilitación implica una intervención amplia, con reemplazo o refuerzo de algunos elementos.
 - e) **Muy grave.** cuando el daño ha deteriorado a la estructura al punto que su desempeño no es confiable. Abarca el colapso total o parcial. La rehabilitación involucra el reemplazo o refuerzo de la mayoría de los elementos, o incluso la demolición total o parcial.

Si la edificación no presenta daños estructurales se deberá estudiar su desempeño, sobre todo para etapas futuras, determinar la capacidad remanente de cada elemento para cada modo de comportamiento posible.

Se deberá evaluar también la capacidad estructural utilizando análisis convencionales considerando la deformabilidad y la irregularidad en la estructura y cimentación

Una vez evaluado el desempeño de la estructura y cimentación se debe determinar la necesidad de rehabilitación

Daño ligero.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Si se concluye que cumple con la normatividad vigente y sólo presenta daños estructurales ligeros deberá elaborarse un proyecto de rehabilitación y restauración que considere la reparación de los elementos.

Daño mayor.

Si se concluye que no cumple con el reglamento, se presentan daños de mayor nivel que pongan en peligro la estabilidad de la estructura, deberá elaborarse un proyecto de rehabilitación o en su caso la demolición parcial o total de la edificación.

Los siguientes incisos contemplan la etapa de rehabilitación, no se incluyen debido a que está fuera de los alcances del presente trabajo.

2.8.2 Conclusiones

La normatividad vigente puntualiza la “necesidad” de realizar evaluaciones de fincas con daños o modificaciones a su estructura y uso. El estudio y diagnóstico de fincas dañadas, es por lo tanto, una obligación establecida por la ley en la materia.

La clasificación para las fincas dañadas que se indica en las NTCM-04, sirve como punto de partida para la metodología aquí propuesta, la cual tiende a implementar mejoras en su forma sin dejar de atender el objetivo establecido en los reglamentos de construcción.

2.9 Reconstrucción De Estructuras (Riva Palacio 1991).

2.9.1 Inspección Preliminar

Cuando una estructura se encuentra fallada, se debe hacer una inspección preliminar de manera visual en toda la construcción. Deberá ser coordinada por especialistas que tengan conocimiento y experiencia en la materia. Se debe investigar cual fue el sistema utilizado en diseño y construcción de todos los elementos de la estructura. Conocer el sistema de cimentación. Se revisarán desplomes y realizar mediciones en los elementos dañados, tal vez sea necesario retirar aplanados o recubrimientos de los mismos. Para que la información sea confiable es necesario usar formatos que contengan los siguientes conceptos.

- **Localización del inmueble**
- **Sistema estructural**
- **Daños de los elementos estructurales**
- **Daños en elementos no estructurales**
- **Identificación de problemas de estructuración**
- **Diagnóstico de la posible causa de daños**
- **Equipo mínimo a utilizar en la inspección**

-Cinta métrica

-Plomada

-Nivel

- Linterna
- Casco
- Cámara fotográfica
- Binoculares
- Formas de inspección
- Martillo y cincel
- Grietómetro

2.9.2 Clasificación De Daños

Daños No Estructurales.

En ellos no existe reducción en la capacidad sismo-resistente. No requiere desocupación del inmueble los más comunes son:

- Vidrios rotos.
- Tuberías e instalaciones dañadas.
- Desprendimiento de recubrimientos.
- Agrietamiento de muros divisorios de mampostería

Daños Estructurales.

- **Daño estructural ligero.**

Grietas de menos de 0.5 mm de ancho en elementos de concreto y de 1 a 3 mm en muros de mampostería; no existe reducción en la capacidad sismo-resistente, no requiere desocupar, la reparación consistirá en la restauración de elementos dañados

- **Daño estructural fuerte**

Grietas de 0.5 a 1.00 mm de ancho en elementos de concreto y de 3 a 10 mm en muros de mampostería, existe una reducción importante en la capacidad sismo-resistente, debe desocuparse y mantenerse solo acceso controlado, previa rehabilitación temporal. Es necesario realizar un proyecto de reparación para la restauración y el refuerzo de la estructura.

- **Daño estructural grave.**

Grietas de más de 1 mm de ancho en elementos de concreto, desprendimiento de recubrimiento en columnas, aplastamiento del concreto, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en columnas y muros de concreto, agrietamiento en losas planas alrededor de las columnas, aberturas en los muros de mampostería; así como desplome en columnas de más del 1 % de su altura. Debe desocuparse y restringirse el acceso y la circulación dentro de la estructura; es necesario proteger peatones y edificaciones vecinas, mediante rehabilitación temporal o proceder a la demolición urgente.

2.9.3 Valoración De Daños Estructurales

- Investigación documental
- Determinación de cargas
- Análisis estructural
- Análisis convencional
- Análisis no lineal (estructuras complejas)
- Conocimiento de la resistencia
- Mecánica de suelos (desplome de muros o asentamientos)
- Sistemas electromagnéticos o radiografías
- Toma de decisiones

2.9.4 Dictamen Técnico

En la inspección de daños se deben revisar exteriores por colapso o agrietamiento por asentamiento, verificar si el daño es por el derrumbe de alguna construcción vecina o si una construcción vecina pone en peligro el inmueble en estudio debe señalarse la ubicación.

- **Daños en la estructura.**

Determinar si debe llevarse a cabo la reparación estructural factible, demolición total o parcial o demolición inmediata.

- **Daños menores.**

Entre ellos están comprendidos: los resanes y aplanados interiores, reposición y reparación de pisos sin afectar elementos estructurales; pintura y revestimientos interiores; reparación de instalaciones hidráulicas y sanitarias; reparación de azoteas sin afectar elementos estructurales.

- **Daños mayores.**

Deberá estipularse el número y fecha de la licencia de construcción, el perito responsable. En la realización de estudios especiales, la determinación en campo de la posición y diámetro del acero de refuerzo se hará por medio de ultrasonido u otros. Ello va a determinar el nivel de daño en trabes, losas, columnas. En la determinación en campo de las secciones se deberá decidir si requiere un retiro parcial de recubrimientos al señalar el nivel de daño en un elemento. La determinación de la resistencia del concreto: por ultrasonido, penetrómetro, corazones u otros para poder señalar el nivel de daño del elemento.

2.9.5 Reporte De Resultados

En el diagnóstico o evaluación de resultados deberá considerarse la estructura y cimentación. En el análisis de la capacidad remanente de resistencia a sismos con las condiciones reales, deberán incluirse cálculos típicos, habrá de señalarse claramente.

Clasificación de la construcción, solicitaciones, factores de carga, procedimiento de cálculo, reporte de resultados. Señale con claridad cimentaciones torsiones, estructuración solicitaciones y refuerzo. El reporte detallado deberá incluir: resultados de estudios especiales, ensayos de laboratorio estado físico de la construcción, asentamientos grietas en los elementos y nivel de riesgo.

2.9.6 Conclusiones

Es una metodología compleja y costosa para quién va a solventar los gastos de la inspección y las reparaciones que en casi todos los casos recae en el propietario. En los fraccionamientos populares o de interés social resulta difícil su realización.

2.10 Efectos de Hundimientos Diferenciales En Construcciones a Base de Muros de Mampostería (Meli, Hernández, 1975)

Estudiaron estos efectos tratando de encontrar una relación entre la distorsión angular y el agrietamiento de los muros, encontraron que no había manera de relacionarlos cuantitativamente en base a mediciones *a posteriori* y propusieron definir niveles de daño en función del agrietamiento de los muros más dañados.

D1.- Grieta reparable sin necesidad de procedimientos elaborados de refuerzo (ancho de grieta menor de 0.5 mm).

D2.- Grieta que empieza a afectar elementos de refuerzo y requiere fortificación de los muros.

D3.- Agrietamiento que afecta radicalmente la capacidad del muro y obliga a reestructuraciones y reparaciones de consideración en la construcción.

D4.- La distorsión general de la construcción es tal que obliga a su demolición.

2.10.1 Conclusiones

Se considera un buen parámetro para la valoración de los muros dañados en las viviendas objeto de estudio en el presente trabajo.

2.11 Optimización Conjunta de las Políticas de Mantenimiento Y Rehabilitación en Puentes Mediante Algoritmos Genéticos. Aplicación Al Sistema De Gestión De Puentes Del Estado De Chiapas (Alonso, 2006).

Establece una metodología que sirve de base para la propuesta en éste trabajo de investigación haciendo una adecuación para el caso de viviendas de mampostería.

El cuerpo principal de su trabajo se enlista a continuación

- Determinar la condición actual de la estructura:
- Detectar la presencia de defectos.
- Determinar la causa y extensión del deterioro.
- Evaluar la efectividad de las diferentes técnicas de reparación.
- Proveer información necesaria para evaluar la capacidad de carga.

De forma general, las inspecciones se pueden clasificar en cuatro grandes grupos:

- Superficiales.
- Generales.
- Mayores.
- Especiales.

Propone un formato de inspección para estructuras de puentes en el que se detallan puntos fundamentales de información para el procesamiento de datos y llegar a una clasificación de ellos para su mantenimiento y rehabilitación.

2.11.1 Conclusiones

El Gobierno del Estado de Chiapas, actualmente lo ha adoptado como sistema de gestión de sus puentes y ha constatado el beneficio de su utilización. Anteriormente los puentes se rehabilitaban de manera conjunta (toda la estructura). Con ésta metodología, las rehabilitaciones se realizan en puntos específicos obteniendo una optimización de costos en su mantenimiento y reparación.

2.12 Manual De Evaluación Postsísmica De La Seguridad Estructural De Edificaciones (Rodríguez Y Castrillón, 1995).

Propusieron una metodología de inspección y clasificación para estructuras con daños después de un movimiento telúrico. Para nuestro caso e intención los conceptos a verificar para una estructura dañada por cualquier otra causa son los mismos que se proponen en ésta publicación. Se propone un algoritmo para la evaluación de daños postsismo en estructuras. Nótese que se tratan dos tipos de evaluaciones: la evaluación rápida y la evaluación detallada. En la primera se distinguen rápidamente las edificaciones con una seguridad aceptable y en la segunda se requiere realizar una evaluación más a detalle, cuando en la primera evaluación se generan algunas incertidumbres. Se propone también una clasificación según los daños que reporte una edificación y se muestra:

Clasificación de Usos (color) Descripción

Habitable (verde)

No se encuentra en peligro aparente. La capacidad original para resistir cargas no presenta disminución significativa. No ofrece peligro para las vidas humanas, se puede ocupar.

Cuidado (amarillo)

Presenta disminución significativa en su capacidad para resistir cargas. La entrada de propietarios se permite solo confines de emergencia y únicamente bajo su propio riesgo.

No se permite el uso continuo, ni la entrada al público.

Insegura (rojo)

Alto riesgo, posible derrumbe ante réplicas del temblor principal. La entrada está prohibida. La edificación es insegura para ocupar o entrar, excepto por las autoridades.

Área insegura

El área específica designada con este letrero es insegura. No se debe entrar o utilizar, excepto por las autoridades.

2.12.1 Conclusiones

Proponen dos maneras de evaluación postsísmica de fincas dañadas, la “evaluación rápida” y la “evaluación detallada”. En la primera se inspecciona de manera somera, casi siempre desde el exterior por seguridad de los inspectores. Si la incertidumbre del estado de condición persiste, se hace una evaluación detallada que conlleva mayor tiempo de estudio y análisis. Para el alcance del presente trabajo, las inspecciones salen de los rangos definidos, la primera no lleva al grado de detalle que se propone y la segunda implica un mayor costo y mayor tiempo del planteado.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Capítulo 3

Modelo Propuesto para Determinar el EC

3.1 Introducción

En el Estado de Aguascalientes no se cuenta con un sistema de inspección de fincas con daños estructurales, siempre se han realizado a criterio del profesional que realiza la inspección. Se requiere un método sistematizado y objetivo que dé a conocer de manera rápida, eficiente y económica las condiciones de las viviendas con daños estructurales que causan incertidumbre en cuanto a su estabilidad y seguridad estructural. Un modelo que establezca la necesidad de una intervención a corto, mediano o largo plazo y permita una clasificación en base a su estado de condición (EC).

El objetivo de éste trabajo es básicamente establecer un sistema que determine los parámetros que garanticen la seguridad estructural de las viviendas, establezca medidas preventivas a seguir, y dé apoyo a las instancias de Gobierno y la sociedad en general para una clasificación de viviendas para su continuo estudio y monitorización.

3.2 Desarrollo

En el año 2006, El Doctor Francisco Alberto Alonso Farrera, quien es Profesor investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas, desarrolló una metodología para la gestión de los puentes del Estado de Chiapas para la evaluación en sitio de dichas estructuras.

Con el apoyo y asesoría del Doctor Alonso Farrera y del Doctor en Ingeniería José Ángel Ortiz Lozano, quien es Profesor Investigador del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción de la Universidad Autónoma de Aguascalientes se estableció la adecuación de la metodología desarrollada por el Dr. Alonso para las viviendas y edificaciones en general de nuestro Estado.

A continuación se muestra el desarrollo de una metodología de inspección y evaluación estandarizada que permite determinar el EC de una vivienda con daños en su estructura, con el fin de establecer una clasificación objetiva de su situación estructural para su posterior intervención.

Esta metodología permite estandarizar criterios de inspección y evaluación, con lo cual los diagnósticos emitidos por los inspectores tenderán a ser mas uniformes.

3.3 Inspección

Se utilizará un formato de inspección cuya descripción se verá más adelante para recabar la información necesaria sobre ubicación propietario, antigüedad de la finca, sistema constructivo y recopilación y registro de las patologías que se presenten, dimensionando los efectos de desplazamientos verticales, horizontales y angulares, agrietamientos y asentamientos, determinando la posición y trayectoria tanto de los elementos estructurales y de cimentación, para la posterior

elaboración de un plano a escala de la finca. El equipo a utilizar para las inspecciones es mínimo y se enlista a continuación (figura 3.1):

- flexómetro
- cámara fotográfica
- nivel de manguera o láser
- Distanciómetro
- Grietómetro
- Medidor longitudinal de grietas
- formato de inspección



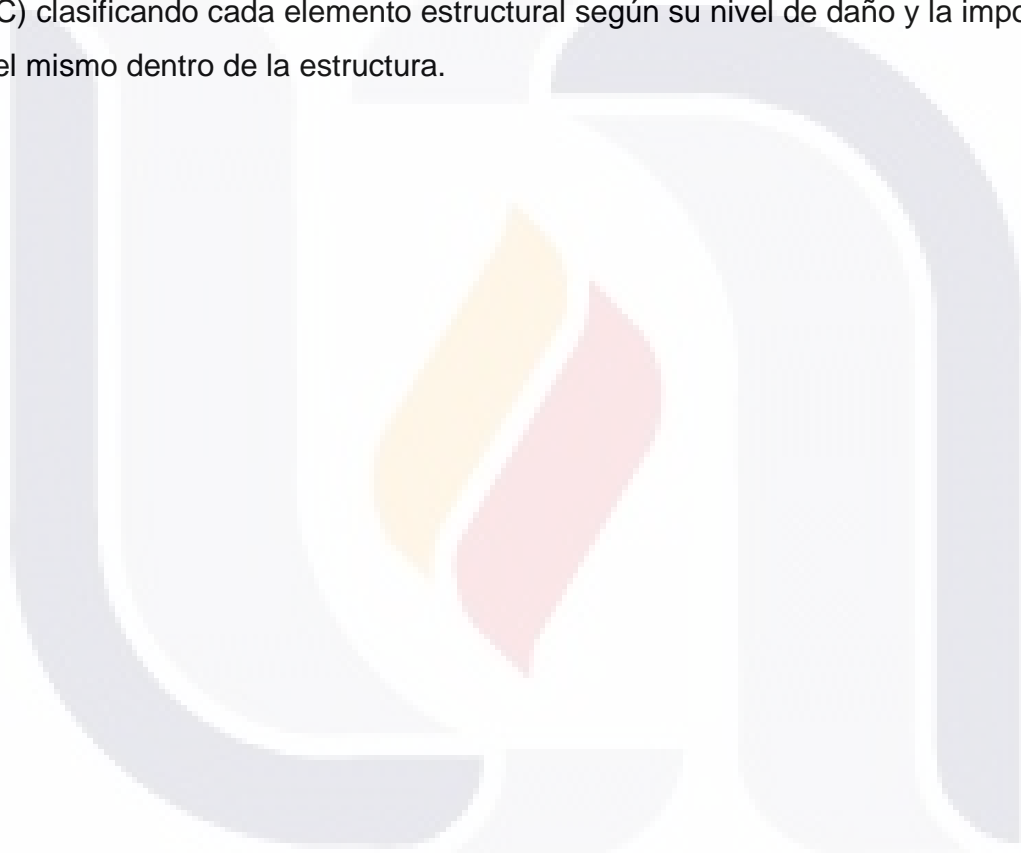
Figura 3.1. Equipo para Inspección

3.3.1 Formato de Inspección

La apreciación visual representa una parte muy importante dentro del proceso de inspección, la información recabada en éste proceso es de vital importancia. Asimismo, mediante la inspección visual podemos conocer el estado general de los daños en la estructura en cuando a apariencia, tipos de fisuras o agrietamientos, longitud y profundidad de las mismas, áreas afectadas, medición de deformaciones y desplazamientos.

En este sentido, la tarea de inspección visual debe de estar soportada por un formato de inspección adecuado, incluyendo la información necesaria para posteriormente realizar una correcta evaluación del EC de una estructura.

En este trabajo se propone un formato de inspección desarrollado para estructuras tipo edificación, se pretende que pueda ser llenado fácilmente por personal técnico de la construcción (Tabla 3.1) y poder llegar a la obtención del índice de condición (IC) clasificando cada elemento estructural según su nivel de daño y la importancia del mismo dentro de la estructura.



Componentes	Descripción
I.- Datos Generales	código de la estructura
	nombre de la edificación
	dirección
	ciudad
	municipio
	estado
	código postal
	nombre del propietario
	fecha de inspección
	uso
	fecha de construcción
	numero de niveles
	ancho
	largo
	superficie total construida
	superficie libre
	área total construida
Finca habitada/deshabitada	
tipo de acabado exterior	
nombre (s) del (los) inspector (es)	
II.- Superestructura	tipo de losa azotea
	tipo de losa entrepiso
	tipo de estructuración
	material de muros
	acabado interior
III.- Subestructura	tipo de cimentación
IV.- Acabados y equipamiento	tipo de ventanas
	tipo de puertas
	tipo de escaleras
	tipo de pisos
V.- Observaciones al funcionamiento	ubicación, descripción y fotos, de patologías
	sistema de piso
	sistema estructural
	sistema de cimentación
VI.- Descripción gráfica	equipamiento
	Planos ó croquis

Tabla 3.1. Formato de inspección

3.4 Evaluación

Se desarrolló un modelo de evaluación de la vivienda basado en algunos índices para cada elemento estructural que afecte a la vivienda directamente en su estado de condición con el fin de establecer un diagnóstico objetivo de la situación estructural para su posterior intervención.

Se propone que el inspector clasifique de forma general a la edificación teniendo como base la condición de cada uno de los componentes en el momento de su inspección.

Mediante este sistema, se pretende determinar el grado de afectación de los componentes estructurales de las viviendas dañadas, mediante un análisis objetivo y cuantitativo en base a observaciones directas.

Dicha metodología, asigna pesos específicos a estas observaciones y, en base a los mismos, el modelo determina de manera numérica el estado de condición del componente estructural, permitiendo con esto tener una evaluación más precisa.

3.4.1 Índice de Condición (IC)

En una revisión del estado del conocimiento sobre los procesos existentes para la evaluación del estado de condición, se observó que la mayoría utilizan un índice de condición (IC) como una medida que conduce al estado de condición en que se encuentra la estructura y sus elementos en el momento de la inspección.

La diferencia entre estos tipos de procedimientos es el método que cada uno de ellos emplea para cuantificar su índice de condición. El IC es una medida efectiva para cuantificar de una manera relativa el deterioro general de la estructura, especialmente en el caso de una serie de estructuras similares.

Debe ser calculado en una base regular para cada estructura inspeccionada, usando la mayor cantidad de datos de la inspección visual.

Se propone un modelo para la evaluación del estado de condición que tiene como base principal el uso de los índices de condición que se aplican a los elementos estructurales cuyo deterioro puede afectar de manera directa a la estructura al momento de evaluar su estado de condición. Los elementos pueden incidir en el cambio de un estado de condición a otro en este modelo propuesto son:

- Losas.
- Vigas.
- Muros de carga.
- Columnas.
- Cimentación.
- Otros elementos de Subestructura.

Los índices mencionados anteriormente con los que se evaluará el estado de condición de la estructura y que se determina para cada elemento se refiere a:

- a) El porcentaje de daño en las observaciones de deterioro presentes en el momento de la inspección, evaluadas con respecto a la estabilidad de la estructura.
- b) El factor de importancia del daño que tiene el elemento estructural con respecto a los otros elementos estructurales en que se divide la vivienda.

El modelo propuesto para la evaluación del estado de condición se determina por medio del **Índice de Condición (IC)**, el cual se calcula usando la siguiente expresión:

$$IC = 5(P_T F_T + P_V F_V + P_{MC} F_{MC} + P_E F_E + P_P F_P + P_{sb} F_{sb})$$

Donde:

P_T = Porcentaje de daño en losas

P_V = Porcentaje de daño en vigas

P_{MC} = Porcentaje de daño de muros de carga

P_E = Porcentaje de daño en columnas

P_P = Porcentaje de daño en cimentación

P_{SB} = Porcentaje de daño en otros elementos de subestructura

F_T = Factor de importancia del daño en losas

F_V = Factor de importancia del daño en vigas

F_{MC} = Factor de importancia del daño de muros de carga.

F_E = Factor de importancia del daño en columnas

F_P = Factor de importancia del daño en cimentación

F_{SB} = Factor de importancia del daño en otros elementos de subestructura

En la expresión anterior se emplea el valor de 5, ya que se proponen 5 estados de condición. El porcentaje de daño es un valor decimal que va del 0 a 1 y este es propuesto por el inspector después de analizar las observaciones que presenta el elementos estructural y lo determina en relación a que tanto, ese deterioro puede afectar a la estabilidad y seguridad del elemento con respecto a la estructura en general.

El factor de importancia de daño se calcula teniendo en cuenta la importancia del elemento con respecto a la estructura general del edificio, por lo que se proponen valores para este índice, los cuales reflejan la importancia del elemento sobre el porcentaje de daño del mismo con respecto a los otros elementos. Estos índices se determinaron mediante un análisis del deterioro que puede presentarse en el elemento, teniendo en cuenta el porcentaje del mismo que puede llevar al colapso el edificio.

Para cada elemento estructural se asigna una probabilidad de que a cierta cantidad de daño, este elemento represente un peligro de falla inminente para la estructura de la vivienda y, por otro lado, mediante la asignación de un porcentaje de fallas para este tipo de elementos, el cual fue obtenido de un estudio estadístico basado en la revisión y el análisis del estado del conocimiento (Muñoz, 1994), se determinaron los siguientes factores de importancia para cada elementos estructural (Tabla 3.2).

Elemento	Factor De Importancia
Losas	2.14
Vigas	1.88
Muros de carga	3.75
Columnas	1.88
Cimentación	2.14
Otros elementos de subestructura	1.88

Tabla 3.2. Factores importancia de elementos estructurales

Para los fines de la presente tesis, los factores de importancia mostrados en la tabla anterior se modificaron tomando en cuenta que se estudiarán viviendas de tipo popular y de interés social, que son fincas con estructuras a base de muros de carga, donde la cantidad de traveses y columnas es mínima en comparación con los elementos estructurales principales que son las losas, los muros de carga y la cimentación corrida. La falla de uno de los elementos considerados como principales es de mayor relevancia para estos casos.

3.5 Estado de Condición (EC)

La evaluación del estado de condición se debe basar en una simple calificación de cada uno de los componentes inspeccionados o de la estructura en general. La evaluación de cualquier proceso de deterioro deberá de tener en cuenta todos los tipos de defectos vistos durante la inspección, en especial en aquellas que pueden

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

producir un impacto visual sustancial en la seguridad y durabilidad de algún miembro de la estructura (IC).

Por lo tanto, la evaluación del estado de condición de un componente que se considere dañado debe contar al menos con:

- El tipo de daño y su efecto en la seguridad y/o durabilidad de la estructura.
- Efectos del componente afectado en la seguridad y estabilidad de la estructura o del propio componente.
- La intensidad máxima de cualquier defecto o daños de los miembros inspeccionados.
- La extensión y la propagación esperada del daño en el miembro inspeccionado dentro del componente

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y con los resultados que se obtienen de la expresión para calcular el índice de estado de condición (IC), se determinaron los siguientes estados de condición (EC) para cada uno de las viviendas que se vayan a analizar. Estos EC se presentan en la Tabla 3.3:

Índice De Condición (Ic)	Estado De Condición (Ec)	Descripción
0 – 3.75	Buen Estado	La edificación no presenta ningún daño
3.75 – 7.50	Aceptable	Presenta deficiencias menores con evolución lenta y únicamente requiere de trabajos rutinarios de mantenimiento.
7.50 – 11.25	Regular	La estructura presenta una o varias deficiencias importantes, que de no atenderse pueden evolucionar hasta deficiencias graves; estos problemas requieren atención a mediano plazo.
11.25 – 15.00	Malo	Presenta una o más deficiencias graves que implican un peligro inminente para la seguridad de los usuarios; estos problemas requieren de atención inmediata.
> – 15.00	Dañado	Presenta daños que puede provocar el colapso a corto plazo, requiere de trabajos de rehabilitación urgentes.

Tabla 3.3 Estado de condición

Capítulo 4

Aplicación del Modelo Propuesto en Fincas afectadas por Subsistencia

4.1 Introducción

De un conjunto de 30 inmuebles, se hizo una selección de 6 fincas que resultan ser representativas para la presentación de la tesis.

Tres de ellas presentan afectaciones por el fenómeno de subsidencia. Dos son viviendas y una es un salón de usos múltiples con el fin de comprobar que la metodología propuesta es aplicable para fincas con uso diferente al habitacional con estructura a base de muros de carga.

Las tres restantes, son de reciente construcción, y tienen la problemática de estar desplantadas sobre suelos de relleno o terraplenes con baja calidad en sus características físicas y mecánicas.

Las inspecciones se realizaron conjuntamente con los ex-alumnos de la licenciatura en Ingeniería Civil, de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, egresados el pasado mes de diciembre del año 2008. Y en otros casos con personal de la Secretaría de Obras Públicas Del Municipio de Aguascalientes, encargado del estudio y seguimiento del agrietamiento en el subsuelo de nuestra localidad (subsistencia).

Para la identificación y ubicación de fincas ubicadas sobre discontinuidades se utilizó el SIDDIS 2007 (Sistema Digital de Discontinuidades en el Subsuelo de la ciudad de Aguascalientes). Se utilizó de manera complementaria el sistema Google Earth en ambos casos, pero principalmente en los que las ubicaciones de las viviendas no están registradas en el SIDDIS.

4.2 Finca No. 1

Calle Benito Díaz No 102

4.2.1 Antecedentes

Se trata de una vivienda ubicada al poniente de la ciudad, en la Colonia Olivares Santana, calle Benito Díaz No. 102.

Se verificó previamente a la inspección la localización de la finca primeramente en el sistema de información geográfica Google Earth con registros de imágenes satelitales del año 2008 (Figura 4.1). Posteriormente se ubicó en el SIDDIS 2007, encontrándose que está construida sobre la discontinuidad denominada “Las Brisas- Olivares” (Figuras 4.2 y 4.3) .

Esta discontinuidad ha permanecido sin movimiento en los últimos seis años según información proporcionada Por la Dirección de control de Calidad y Fallas Geológicas de la Secretaría de Obras Públicas del Municipio de Ags.

4.2.2 Localización



Figura 4.1. Localización



Figura 4.2. Subsistencia



Figura 4.3. Predios afectados

4.2.3 Inspección

Código	001
Nombre Edificación	casa habitación
Dirección	calle Benito Díaz 102 col. Enrique Olivares Santana
Ciudad	Aguascalientes
Municipio	Aguascalientes
Estado	Aguascalientes
Código Postal	20010
Nombre del Propietario	Zenón García Contreras
Fecha de Inspección	Aguascalientes

Uso	Descripción	Foto
-----	-------------	------

<input checked="" type="checkbox"/> Casa <input type="checkbox"/> Habitación <input type="checkbox"/> Oficina <input type="checkbox"/> Escuela <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Bodega <input type="checkbox"/> Mixto <input type="checkbox"/> Otros	Vivienda de un nivel, con estructura de muros de carga de mampostería de piezas de barro recocido confinada con dalas y castillos de concreto. Cimentación de piedra braza y cubierta de azotea de vigueta de acero y cuña de barro recocido.	
--	--	--

Fecha de Construcción	29 – 30 años
Número de Niveles	1
Longitud de Ancho	6 m
Longitud de Largo	20 m
Superficie Construida	Total 107.00 m ²
Superficie Libre	13.00 m ²
Finca habitada	si

Nivel	1	2	3	4	Total
Área Total Construída	107.00m ²				107.00 m ²
Acabado Exterior	2				1 Pintura de Aceite 2 Pintura Vinílica 3 Azulejo 4 Acabado Aparente 5 Otros

Nombre de Inspectores:

- Héctor Hugo Guerra Arteaga
- Jorge Alberto Castañeda Calderón.
- Salvador Vilchis Martínez.
- David Eduardo Ibarra Bautista.
- Rodrigo Castorena Perales.
- Alejandro Roque Alcántar.
- Leonardo Alejandro Martínez Ruiz.

Isaac Salomón de Anda Pérez

súper estructura

	Tipo	Descripción			
Losa de Azotea	7, vigueta de acero y cuña	1 Concreto 2 Losa-Acero 3 Teja de Barro 4 Lámina Metálica 5 Lámina de Cartón 6 Madera 7 Otros (describir)			
Nivel	1	2	3	4	Tipo
Losa de Entrepiso	na				1 Concreto 2 Losa-Acero 3 Madera 4 Otros (describir)
Tipo de Estructuración	2				1 Marco Rígido 2 Muros Confinados 3 Muros Reforzados Interiormente 4 Otros (describir)
Material de Muros	2				1 Concreto 2 Tabique 3 Tabicón 4 Block Hueco 5 Adobe 6 Otros (describir)
Acabado Interior	1, 3				1 Pintura Vinílica 2 Pintura de Aceite 3 Azulejo 4 Acabado Aparente 5 Obra negra 6 Otros (describir)

sub estructura


	Tipo	Descripción
Tipo de Cimentación	2, piedra braza	1 Zapatas Aisladas 2 Zapatas Corridas 3 Losa de Cimentación 4 Otros (describir)

acabados y equipamiento



Nivel	1	2	3	4	Tipo
Ventanas	1, 2				1 Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro
Puertas	1, 2				1 Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro
Escaleras	NA				1 Herrería Metálica 2 Concreto 3 Madera 4 Mixto 5 Otro (describir)
Pisos	1,2				1 Loseta 2 Piso de Pasta 3 Azulejo 4 Cemento Pulido 5 Cemento Pintado 6 Cemento Planchado 7 Rústico 8 Madera 9 Otro



observaciones al funcionamiento



sistema de piso

Ubicación	Descripción	Fotografías
sala comedor	Daños en las losetas de los pisos apoyados sobre los firmes de concreto debidos a los hundimientos diferenciales. Fisuras en las piezas de loseta de cerámica con separación de 1 a 3 mm	

<p>patio interior</p>	<p>Fisuras en piezas de mosaico de 1 a 2 mm de separación</p>	
<p>baño</p>	<p>Daños en piso de loseta, presenta diferencia de niveles e inclinación de la parte del bloque que baja. Fisuras en piezas de cerámica antiderrapante</p>	

Ubicación	Descripción	Foto No
<p>Muro lateral de colindancia izquierdo, cara exterior</p>	<p>Fisura a 45° por cortante denotando un asentamiento diferencial, en algunos tramos se fracturó el tabique y en otros sigue la trayectoria de las juntas de mortero</p>	
<p>Muro lateral de colindancia izquierdo, cara exterior</p>	<p>Fisura vertical paralela al castillo con agrietamiento de algunas piezas de tabique. Asentamiento diferencial</p>	

<p>Recámara posterior (muro lateral de colindancia izquierdo, cara interior)</p>	<p>Grieta ligeramente inclinada, menos de 20° de inclinación en parte superior de muro</p>	
<p>Recámara posterior (muro lateral de colindancia izquierdo, cara interior)</p>	<p>Agrietamiento vertical que atraviesa el muro en cruce de muro lateral con muro transversal de recámara y ventana hacia patio interior.</p>	

		
<p>Muro transversal al predio entre patio y re recámara posterior. Visto desde el patio.</p>	<p>Agrietamiento horizontal, despegue de dala con losa. Denota hundimiento diferencial y grieta por diferencia de rigideces o alabeo de losa</p>	

<p>Muro transversal al predio entre patio y recámara posterior. Visto desde el patio.</p>	<p>Agrietamiento horizontal, despegue de dala con losa posible alabeo de losa</p>	
<p>Muro transversal al predio entre patio y recámara posterior. Visto desde la recámara posterior.</p>	<p>Agrietamiento horizontal, despegue de dala con losa, posible alabeo de losa</p>	

Tabla 4.1 Datos de Inspección

4.2.4 Planos

Planta Arquitectónica

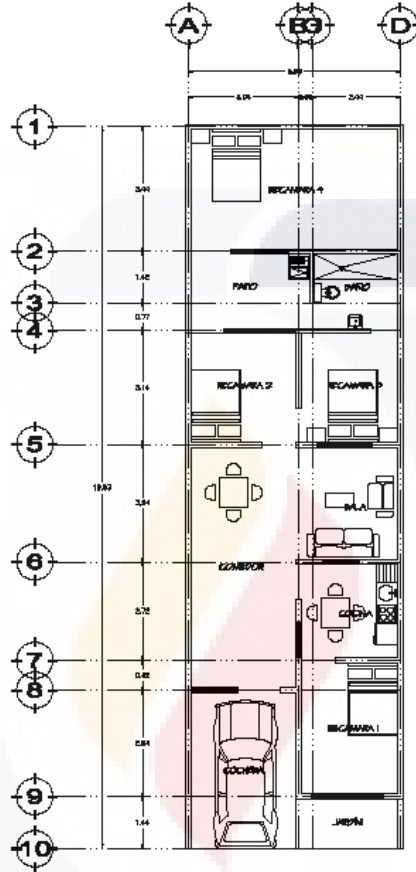


Figura 4.4. Plano arquitectónico

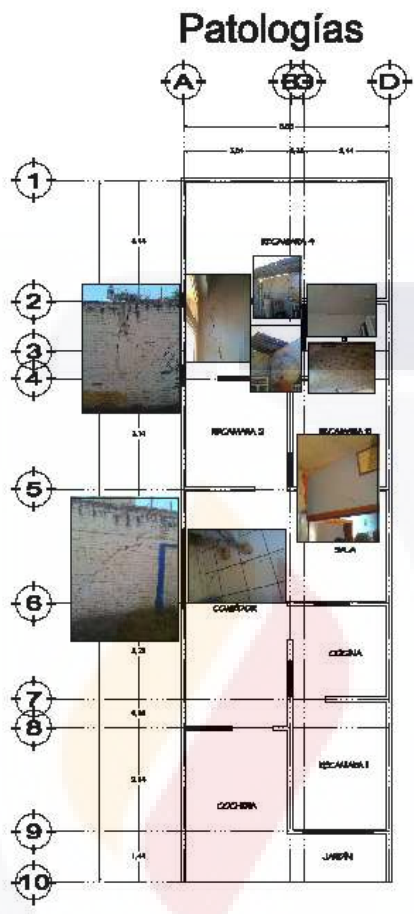


Figura 4.5. Ubicación de patologías

4.2.5 Índice de Condición (IC)

Calle Benito Díaz No. 102

Resultado de la evaluación			
Elemento	Porcentaje de daño	Factor de importancia	Indice
Losas	0.05	2.14	0.11
Vigas	0.05	1.88	0.09
Muros	0.20	3.75	0.75
Columnas	0.05	1.88	0.09
Cimentación	0.30	2.14	0.64
Otros elementos subestructura	0.00	1.88	0.00
		sumatoria	1.69
		IC	8.44

Tabla No. 4.2 Índice de condición

4.2.6 Estado de Condición (EC)

Según la Tabla No 3.3 el índice de Condición se ubica entre el rango de valores 7.50-11.25. Por lo tanto su EC se clasifica como **REGULAR**. La estructura presenta una o varias deficiencias importantes, que de no atenderse pueden evolucionar hasta deficiencias graves; estos problemas requieren atención a mediano plazo.

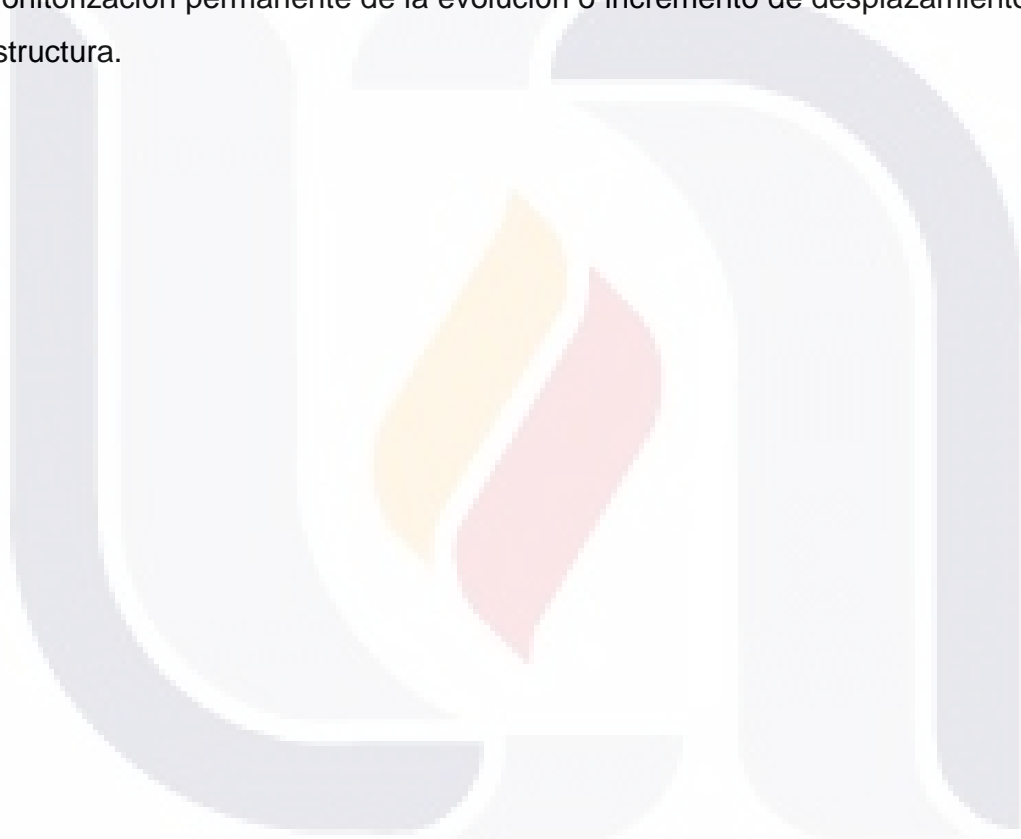
4.2.7 Observaciones Adicionales

Según los ocupantes del inmueble y el registro de la Secretaría de Obras Públicas Municipales, los daños existentes no han evolucionado desde seis años a la fecha debido a que la actividad de la discontinuidad es nula por el momento.

La zona afectada por la subsidencia es la parte media posterior de la vivienda. Representa un 40% aproximadamente del área del predio. Por el momento no representa peligro para sus ocupantes pues los desplazamientos del subsuelo y

por ende de la estructura y cimentación se han detenido. Únicamente se recomienda resanar las grietas en los elementos.

Esta medida tiene dos objetivos; primero la de proteger de la intemperie el acero en los elementos de concreto reforzado como castillos, cadenas o dalas, trabes y columnas; así como evitar la filtración de humedad dentro de los espacios de la vivienda. En segundo lugar, los resanes servirán como testigos para una monitorización permanente de la evolución o incremento de desplazamientos de la estructura.



4.3 Finca No. 2

Calle Perseo s/n

4.3.1 Antecedentes

Se trata de una finca desocupada que se utilizaba como salón comunitario de usos múltiples.

Edificación localizada en el Fraccionamiento Primo verdad, Av. Perseo s/n, salón de usos múltiples de un nivel, construida con un sistema estructural de muros de carga de tabique confinados con cadenas y castillos de concreto reforzado. Cimentación a base de zapata corrida de piedra y sistema de azotea de losa aligerada y losa maciza. Esta edificación se construyó hace aproximadamente 20 años, está afectada por la discontinuidad Primo Verdad – Casa Blanca (SIDDIS, 2007). La edificación presenta varios daños en su estructura debidos principalmente a los hundimientos diferenciales.

Se verificó previamente a la inspección la localización de la finca primeramente en el sistema de información geográfica Google Earth con registros de imágenes satelitales del año 2008 (Figura 4.6). Posteriormente se ubicó en el SIDDIS 2007, encontrándose que está construida sobre la discontinuidad denominada “Las Brisas- Olivares” (Figuras 4.7 y 4.8) .

4.3.2 Localización

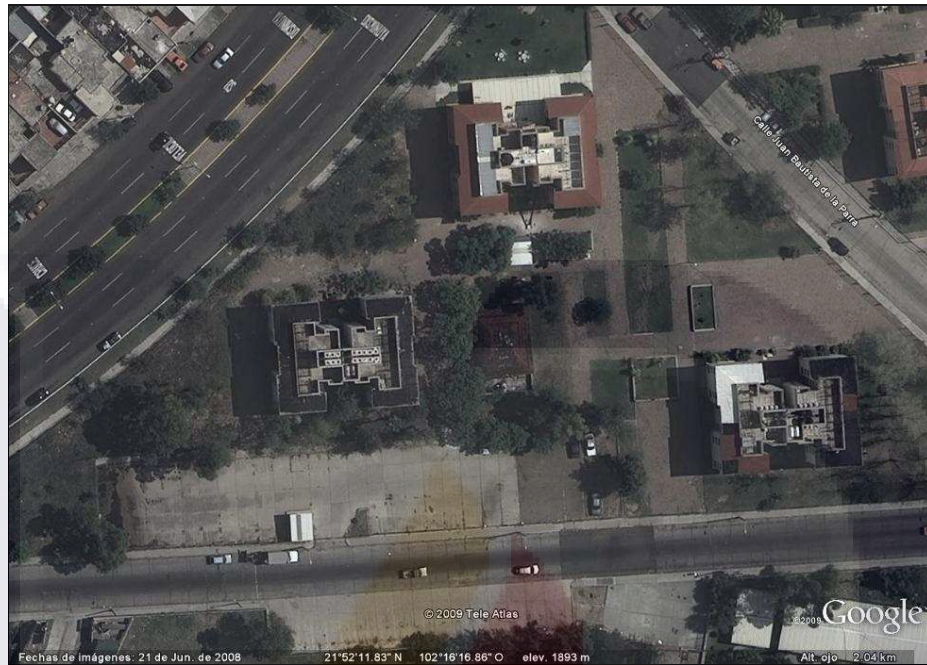


Figura 4.6. Localización



Figura 4.7. Subsistencia,

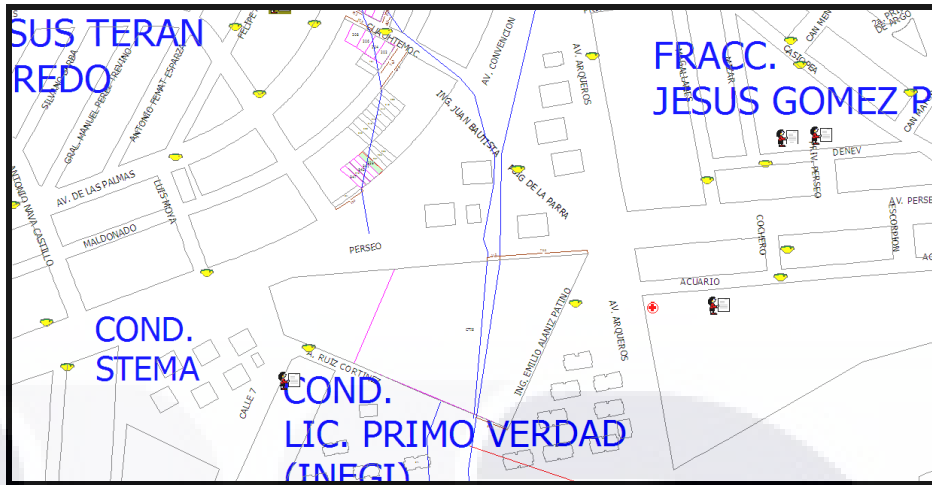


Figura 4.8. Predios afectados

4.3.3 Inspección

Código	002
Nombre Edificación	Sala de usos múltiples
Dirección	Calle Perseo, Fracc Primo Verdad
Ciudad	Aguascalientes
Municipio	Aguascalientes
Estado	Aguascalientes
Código Postal	20130
Nombre del Propietario	Área donación
Fecha de Inspección	20 octubre 2008

Uso	Descripción	Foto
<input type="checkbox"/> Casa <input type="checkbox"/> Habitación <input type="checkbox"/> Oficina <input type="checkbox"/> Escuela <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Bodega <input type="checkbox"/> Mixto <input checked="" type="checkbox"/> Otros (salon de usos multiples)	Se trata de un salón de usos múltiples de una planta, estructurado de manera mixta con muros de carga de mampostería de piezas de barro recocido confinada con dalas y castillos de concreto. en los vanos grandes se	<p>The photograph shows the exterior of a building with a traditional tiled roof. The building has a light-colored facade and large windows. The entrance is visible, and there is some greenery in the foreground.</p>

	utilizan marcos rígidos de concreto	
Fecha de Construcción	de se desconoce	
Número de Niveles	1	
Longitud de Ancho	11 metros	
Longitud de Largo	15.50 metros	
Superficie Total Construida	170.5 m ²	
Superficie Libre	0 m ²	
Finca habitada	No	

Nivel	1	2	3	4	Total
Área Total Construida					
Acabado Exterior	2				1 Pintura de Aceite 2 Pintura Vinílica 3 Azulejo 4 Acabado Aparente 5 Otros

Nombre del Inspector:

Héctor Hugo Guerra Arteaga.

Jorge Alberto Castañeda Calderón.

Salvador Vilchis Martínez.

David Eduardo Ibarra Bautista.

Rodrigo Castorena Perales.

Alejandro Roque Alcántar.

Leonardo Alejandro Martínez Ruíz.

super estructura

	Tipo	Descripción
--	------	-------------

Losa de Azotea	1	1 Concreto 2 Losa-Acero 3 Teja de Barro 4 Lámina Metálica 5 Lámina de Cartón 6 Madera 7 Otros (describir)			
Nivel	1	2	3	4	Tipo
Losa de Entrepiso	NA				1 Concreto 2 Losa-Acero 3 Madera 4 Otros (describir)
Tipo de Estructuración	1,2				1 Marco Rígido 2 Muros Confinados 3 Muros Reforzados Interiormente 4 Otros (describir)
Material de Muros	2				1 Concreto 2 Tabique 3 Tabicón 4 Block Hueco 5 Adobe 6 Otros (describir)
Acabado Interior	1				1 Pintura Vinílica 2 Pintura de Aceite 3 Azulejo 4 Acabado Aparente 5 Obra negra 6 Otros (describir)

Sub Estructura

	Tipo	Descripción
Tipo de Cimentación	2	1 Zapatas Aisladas 2 Zapatas Corridas 3 Losa de Cimentación 4 Otros (describir)

acabados y equipamiento

Nivel	1	2	3	4	Tipo
--------------	----------	----------	----------	----------	-------------

Ventanas	1				1Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro (describir)
Puertas	1				1Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro (describir)
Escaleras	NA				1 Herrería Metálica 2 Concreto 3 Madera 4 Mixto 5 Otro (describir)
Pisos	9				1 Loseta 2 Piso de Pasta 3 Azulejo 4 Cemento Pulido 5 Cemento Pintado 6 Cemento Planchado 7 Rústico 8 Madera 9 Otro (mosaico)

observaciones al funcionamiento

sistema de piso

Ubicación	Descripción	Foto No
------------------	--------------------	----------------



<p>Vista general de todo el piso</p>	<p>Se observa una grieta que va desde la esquina de la construcción hasta la esquina opuesta, debido posiblemente a un hundimiento provocado por la falla cercana</p>	
	<p>severo desnivel a causa de un hundimiento en comparación al resto de la cimentación y observación de grietas horizontales a lo largo del muro</p>	




	<p>Observación de un ligero bombeo (levantamiento) del piso, haciéndose más notorio en el centro de la estructura</p>	
	<p>observación de un ligero bombeo (levantamiento) del piso</p>	



sistema estructural

Ubicación	Descripción	Foto No
-----------	-------------	---------

<p>muro lateral del acceso principal</p>	<p>Grieta a tensión diagonal a 45 °</p>	
--	---	---

Fachada Norte	observación de humedad en el muro	
Esquina exterior	grieta por tensión diagonal a 45° con varios desprendimiento del acabado, en la esquina inferior se observa una gran oquedad	

		
Fachada Poniente	Observación de varias grietas verticales y horizontales producidas por hundimientos diferenciales así como indicios de humedad	 

		
Baño	indicios de humedad así como de varias grietas en diagonal y vertical	

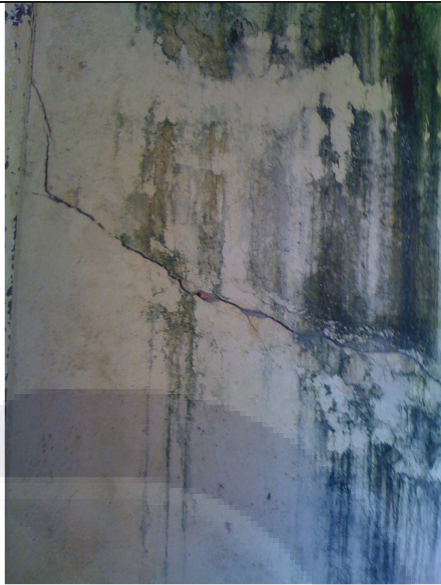
	grieta a tensión en diagonal a 45°	
--	------------------------------------	--

Tabla 4.3. Datos de Inspección

4.3.4 Planos

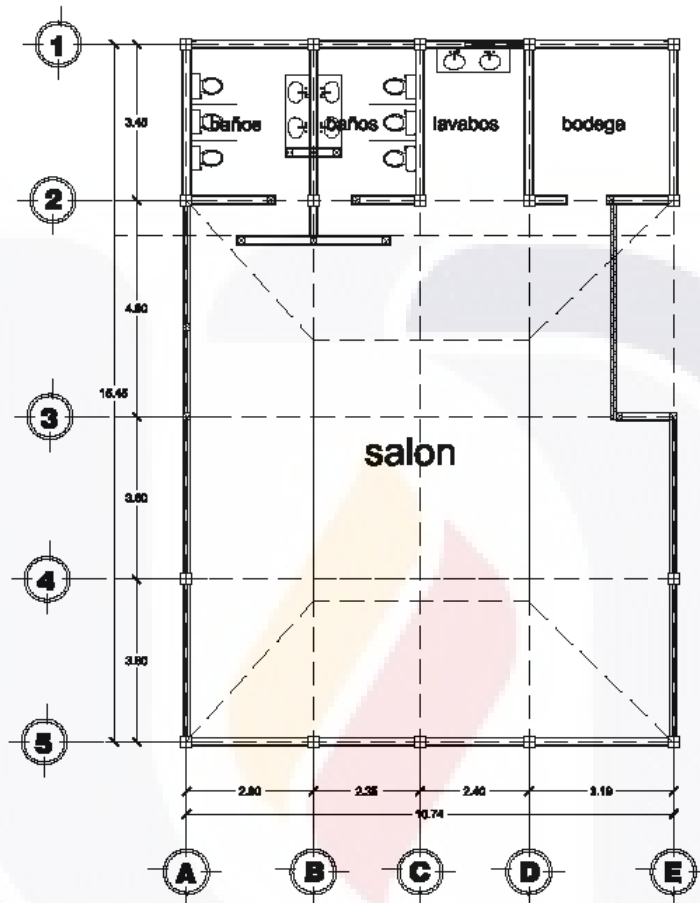


Figura 4.9. Plano Arquitectónico

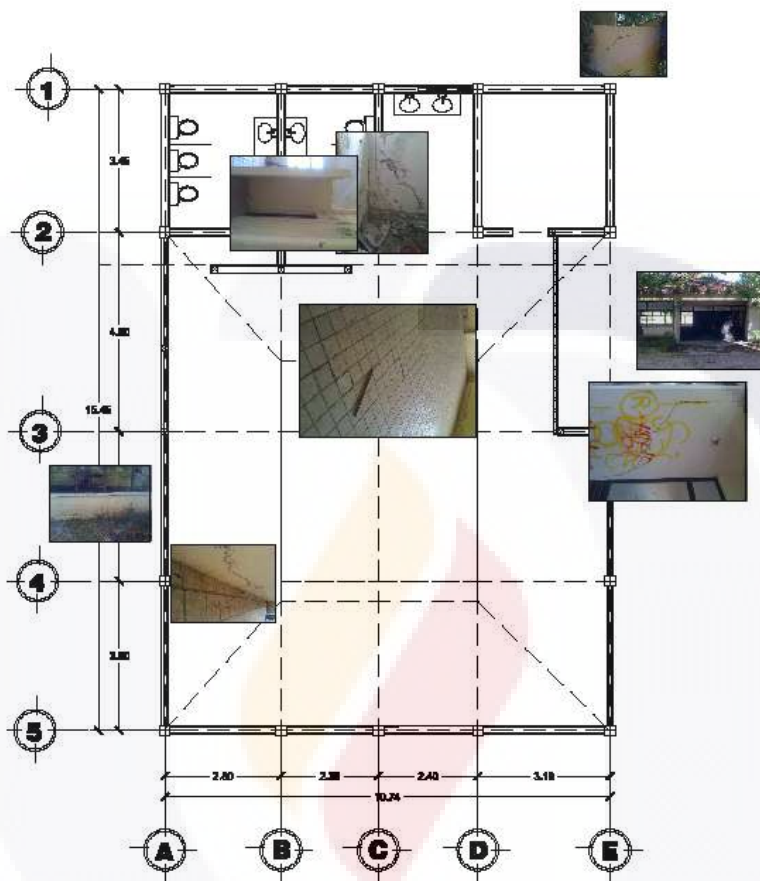


Figura 4.10. Ubicación de Patologías

4.3.5 Índice de Condición (IC)

Calle Perseo s/n.

Resultado de la evaluación			
Elemento	Porcentaje de daño	Factor de importancia	Indice
Losas	0.10	2.14	0.21
Vigas	0.10	1.88	0.19
Muros	0.40	3.75	1.50
Columnas	0.10	1.88	0.19
Cimentacion	0.30	2.14	0.64
Otros elementos subestructura	0.00	1.88	0.00
		sumatoria	2.73
		IC	13.66

Tabla 4.4. Índice de Condición

4.3.6 Estado de Condición (EC)

Según la Tabla No 3.3 el índice de Condición se ubica entre el rango de valores 11.25-15.00. Por lo tanto su EC se clasifica como **MALO**. Presenta una o más deficiencias graves que implican un peligro inminente para la seguridad de los usuarios; estos problemas requieren de atención inmediata.

4.3.7 Observaciones Adicionales

Se hizo la recomendación de restringir el acceso al interior del inmueble que de antemano, como ya se especificó está desocupado.

De igual manera, se recomienda una monitorización periódica con intervalos cortos para la observación de la evolución de los daños.

4.4 Finca No. 3

Calle Río Amazonas No 225

4.4.1 Antecedentes

Vivienda ubicada en el Fraccionamiento Colinas del Río, en la calle Río Amazonas # 225, vivienda de un nivel, construida con un sistema estructural de muros de carga de mampostería de piezas de barro confinadas con cadenas y castillos de concreto reforzado. Cimentación de piedra braza y sistema de piso en azotea con losa maciza de 10 cm. Esta vivienda se construyó hace aproximadamente 33 años, en un terreno de 8 X 20 metros y está afectada por la discontinuidad Colinas del Río (SIDDIS, 2007). La vivienda presenta varios daños en su estructura debidos principalmente a hundimientos diferenciales.

4.4.2 Localización



Figura 4.11. Localización.



Figura 4.12. Subsistencia.

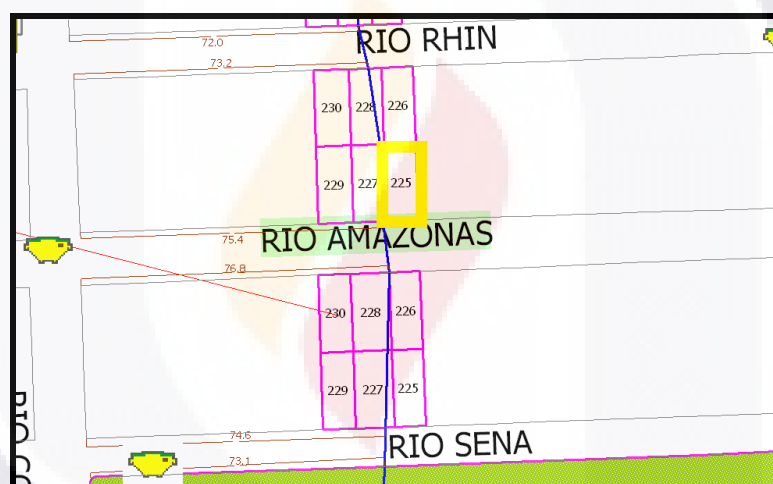



Figura 4.13. Afectaciones

4.4.3 Inspección

Datos Generales

Código	003
Nombre Edificación	casa habitación
Dirección	calle Río Amazonas 225 Colinas del Río
Ciudad	Aguascalientes
Municipio	Aguascalientes
Estado	Aguascalientes
Código Postal	20010
Nombre del Propietario	Esperanza Sánchez Rivera de Moran
Fecha de Inspección	Noviembre 2008
Finca Ocupada	si

Uso	Descripción	Foto
(X) Casa Habitación () Oficina () Escuela () Comercial () Bodega () Mixto () Otros	Vivienda de un nivel con un sistema estructural a base de muros confinados de tabique con cadenas y castillos de concreto reforzado, cimentación de piedra braza, losa de azotea maciza de 10 centímetros	
Fecha de Construcción	1975	
Número de Niveles	1	
Longitud de Ancho	8 metros	
Longitud de Largo	20 metros	
Superficie Construida	Total	160 m²
Superficie Libre	54 m²	
Finca habitada	si	

Nivel	1	2	3	4	Total

Área Total Construída	106.00 m²				106.00 m²
Acabado Exterior	2, 4 (franja de cantera)				1 Pintura de Aceite 2 Pintura Vinílica 3 Azulejo 4 Acabado Aparente 5 Otros

Nombre del Inspector:

- _____
Héctor Hugo Guerra Arteaga
- _____
José Guadalupe Terán Trujillo.
- _____
Jorge Alberto Castañeda Calderón.
- _____
Salvador Vilchis Martínez.
- _____
David Eduardo Ibarra Bautista.
- _____
Rodrigo Castorena Perales.
- _____
Alejandro Roque Alcantar.
- _____
Leonardo Alejandro Martínez Ruíz.

super estructura

	Tipo	Descripción			
Losa de Azotea	1	1 Concreto 2 Losa-Acero 3 Teja de Barro 4 Lámina Metálica 5 Lámina de Cartón 6 Madera 7 Otros (describir)			
Nivel	1	2	3	4	Tipo
Losa de Entrepiso	NA				1 Concreto 2 Losa-Acero 3 Madera 4 Otros (describir)
Tipo de Estructuración	2				1 Marco Rígido 2 Muros Confinados 3 Muros Reforzados Interiormente 4 Otros (describir)

Material de Muros	2				1 Concreto 2 Tabique 3 Tabicón 4 Block Hueco 5 Adobe 6 Otros (describir)
Acabado Interior	1				1 Pintura Vinílica 2 Pintura de Aceite 3 Azulejo 4 Acabado Aparente 5 Obra negra 6 Otros (describir)

sub estructura

	Tipo	Descripción
Tipo de Cimentación	4,	1 Zapatas Aisladas 2 Zapatas Corridas 3 Losa de Cimentación 4 Otros (describir)

acabados y equipamiento

Nivel	1	2	3	4	Tipo
Ventanas	1				1 Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro (describir)
Puertas	1, 2				1 Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro (describir)

Escaleras	NA				1 Herrería Metálica 2 Concreto 3 Madera 4 Mixto 5 Otro (describir)
Pisos	1				1 Loseta 2 Piso de Pasta 3 Azulejo 4 Cemento Pulido 5 Cemento Pintado 6 Cemento Planchado 7 Rústico 8 Madera 9 Otro (describir)

observaciones al funcionamiento

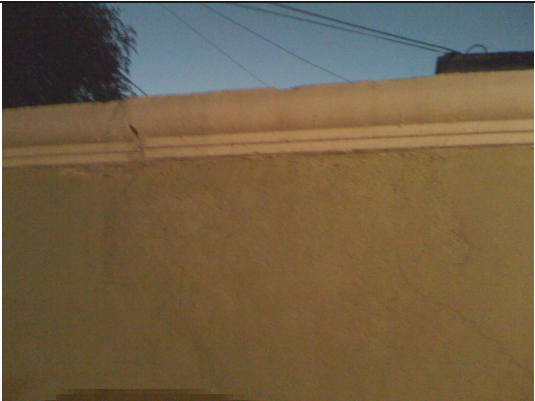
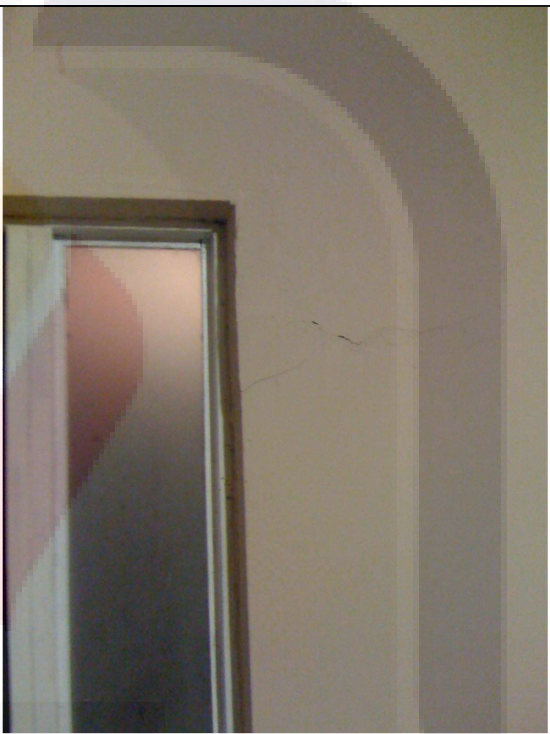
sistema de piso

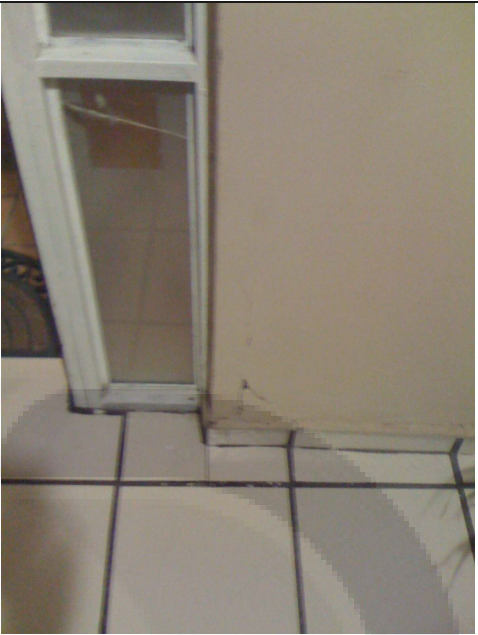
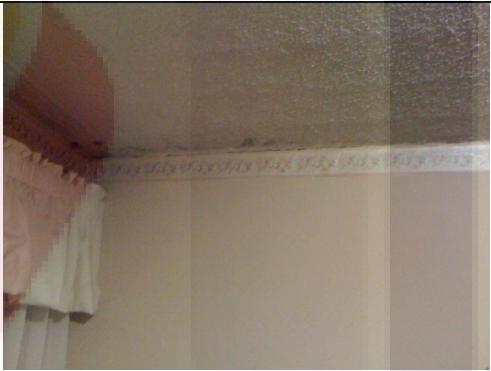
Ubicación	Descripción	Foto No
Cochera	Se observa una grieta longitudinal con separación en tre juntas y desprendimiento de algunas piezas	

		
<p>piso general de toda la construcción</p>	<p>se comenta que anteriormente el piso estaba agrietado, pero fue remplazado</p>	

sistema estructural

Ubicación	Descripción	Foto No
-----------	-------------	---------

muro lateral de colindancia de la cochera	agrietamiento a tensión en diagonal de 45° grados, ya está resanada	
marco de la puerta de acceso	se observan pequeños agrietamientos horizontales	

		
<p>Esquina de la sala comedor</p>	<p>Se observa grieta de despegue de trabe con losa de azotea debido a un hundimiento diferencial</p>	

<p>Fachada</p>		
<p>Voladizo que se encuentra arriba de la fachada de cantera</p>	<p>Pequeñas grietas en diagonal a 45°</p>	
<p>Esquina de la cocina por arriba de una puerta que conduce al patio interior</p>	<p>Se observa una grieta semi-inclinada sobre puerta de cocina</p>	

<p>Puerta de la recámara principal vista por dentro</p>	<p>Grieta vertical que recorre todo el muro de piso a techo</p>	
---	---	---

<p>Recámara del fondo a un lado de la principal</p>	<p>Grieta en diagonal a 45° en un castillo y parte del muro adyacente por cortante</p>	
---	--	---

Tabla 4.5. Datos de Inspección

4.4.4 Planos

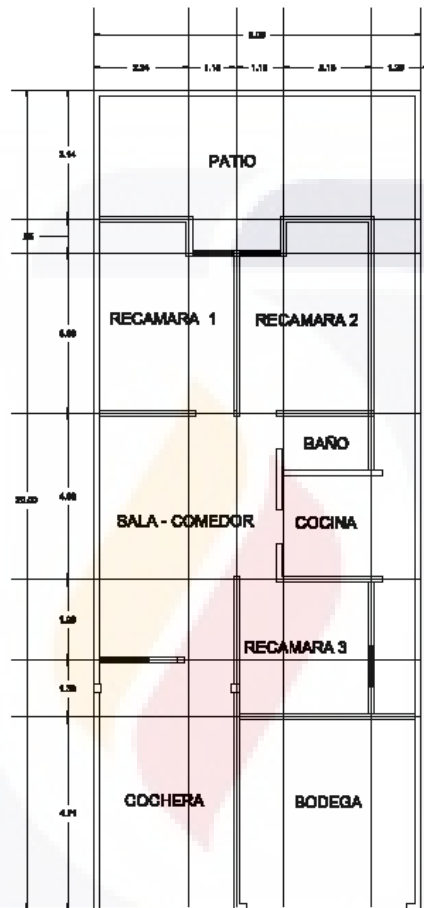


Figura 4.14. Plano arquitectónico.

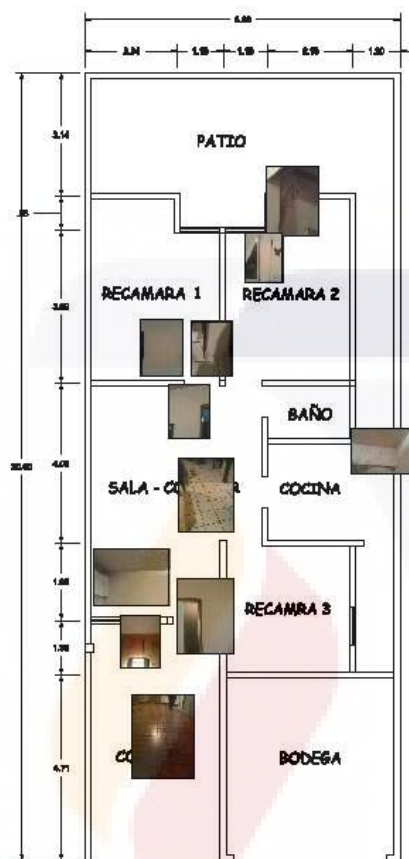


Figura 4.15. Ubicación de Patologías. Amazonas 225

4.4.5 Índice de Condición (IC)

Calle Amazonas No 225

Resultado de la evaluación			
Elemento	Porcentaje de daño	Factor de importancia	Indice
Losas	0.01	2.14	0.02
Vigas	0.02	1.88	0.04
Muros	0.20	3.75	0.75
Columnas	0.02	1.88	0.04
Cimentación	0.40	2.14	0.86
Otros elementos subestructura	0.00	1.88	0.00
		sumatoria	1.70
		IC	8.51

Tabla No 4.6. Índice de condición

4.4.6 Estado de Condición (EC)

Según la Tabla No 3.3 el índice de Condición se ubica entre el rango de valores 7.50 -11.25. Por lo tanto el EC se clasifica como **REGULAR**. La estructura presenta una o varias deficiencias importantes, que de no atenderse pueden evolucionar hasta deficiencias graves; estos problemas requieren atención a mediano plazo.

4.4.7 Observaciones Adicionales

Como una investigación adicional, según registro de la SOPMA la discontinuidad no ha incrementado su longitud desde el año 2004, los movimientos verticales han sido mínimos desde esa fecha

De igual manera, se recomienda una monitorización periódica con intervalos cortos para la observación de la evolución de los daños

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Capítulo 5

Aplicación del Modelo Propuesto en viviendas desplantadas sobre material de relleno.

5.1 Introducción

La edificación sobre material de relleno, por lo general, no genera problemas de patologías en las construcciones cuando el material ha sido preparado y mejorado o estabilizado eficientemente para soportar los esfuerzos que producen las estructuras desplantadas sobre ellas.

Fuera del valle de Aguascalientes las pendientes de los terrenos naturales se incrementan de manera significativa debido a los lomeríos que lo circundan. Sin embargo, la creciente demanda de viviendas ha propiciado el uso de sistemas constructivos para la nivelación de los suelos de desplante para construcciones de uso habitacional, principalmente de interés social.

Las soluciones propuestas han sido, por ejemplo, el manejo de terrazas utilizando muros de contención (figura 5.1) o el uso de terraplenes o rellenos de gran espesor (figura 5.2).

En los últimos años, se han construido viviendas en serie, ya sea desplantadas sobre rellenos confinados por elementos de contención que han sufrido desplazamientos, o terraplenes de gran espesor y mala calidad.



Figura 5.1. Terrazas formadas con muros de contención



Figura 5.2. Rellenos sanitarios de gran espesor.

La intención de establecer una comparativa entre las inspecciones de fincas dañadas por subsidencia y las de viviendas desplantadas sobre suelos inestables es la de analizar los resultados de ambos casos y tratar de identificar patrones que distingan un caso de otro. La metodología a aplicar será la misma que se utilizó en el caso de la subsidencia.

Las viviendas 4 y 5 se desplantaron sobre un terraplén de tepetate compactado de 1.00 a 3.50 metros de espesor, las capas subyacentes están compuestas en algunas zonas de escombros mezclados con relleno sanitario con espesor

aproximado de 4.00 metros y en otras de una capa de tepetate mal graduado de espesor aproximado de 1.50 metros.

5.2 Finca No 4

Calle Breca No 203

5.2.1 Antecedentes

Vivienda de una planta tipo interés social construida aproximadamente en el año 2004, ubicada al sur de la ciudad en el Fracc. Villas de San Antonio. Está construida sobre plataformas de espesor variable conformadas con tepetate de banco situadas sobre material de relleno o mal graduado. En éste caso específico, el propietario autorizó el hacer sondeos, extracción de muestras, pruebas de laboratorio y pruebas destructivas. La vivienda está deshabitada actualmente.

5.2.2 Localización

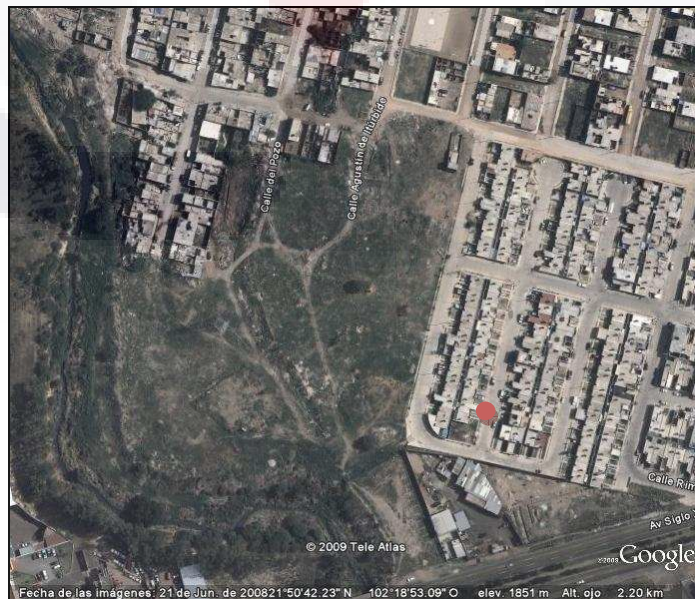


Figura 5.3. Localización.



Figura 5.4. Cercanía con discontinuidades.

5.2.3 INSPECCION

Código	004
Nombre Edificación	
Dirección	Calle Brecia 203, Villas De San Antonio
Ciudad	Aguascalientes
Municipio	Aguascalientes
Estado	Aguascalientes
Código Postal	20286
Nombre del Propietario	Elena Flores Ayala
Fecha de Inspección	Septiembre 2008

Uso	Descripción	Foto
-----	-------------	------

(X) Casa Habitación () Oficina () Escuela () Comercial () Bodega () Mixto () Otros	Vivienda de una planta, estructura de muros de carga, cimentación corrida de concreto y azotea de semivigueta y bovedilla de poliestireno	
Fecha de Construcción	2002	
Número de Niveles	1	
Longitud de Ancho	6 metros	
Longitud de Largo	15 metros	
Superficie Total	90 m ²	
Superficie Libre	48 m ²	
Finca habitada	no	

Nivel	1	2	3	4	Total
Área Total Construída	48.00 m ²				
Acabado Exterior	4				1 Pintura de Aceite 2 Pintura Vinílica 3 Azulejo 4 Acabado Aparente 5 Otros

Nombre del Inspector

- _____
Héctor Hugo Guerra Arteaga
- _____
José Guadalupe Terán Trujillo.
- _____
Jorge Alberto Castañeda Calderón.
- _____
Salvador Vilchis Martínez.
- _____
David Eduardo Ibarra Bautista.
- _____
Rodrigo Castorena Perales.
- _____
Alejandro Roque Alcantar.
- _____
Leonardo Alejandro Martínez Ruíz.

Súper Estructura

	Tipo	Descripción			
Losa de Azotea	1, semi-vigueta de concreto y bovedilla poliestireno	1 Concreto 2 Losa-Acero 3 Teja de Barro 4 Lámina Metálica 5 Lámina de Cartón 6 Madera 7 Otros (describir)			
Nivel	1	2	3	4	Tipo
Losa de Entrepiso	NA				1 Concreto 2 Losa-Acero 3 Madera 4 Otros (describir)
Tipo de Estructuración	3				1 Marco Rígido 2 Muros Confinados 3 Muros Reforzados Interiormente 4 Otros (describir)
Material de Muros	2, tabique de barro extruido				1 Concreto 2 Tabique 3 Tabicón 4 Block Hueco 5 Adobe 6 Otros (describir)
Acabado Interior	2, 3				1 Pintura Vinílica 2 Pintura de Aceite 3 Azulejo (lambrines en baño y cocina) 4 Acabado Aparente 5 Obra negra 6 Otros (describir)

Sub Estructura

	Tipo	Descripción
Tipo de Cimentación	2	1 Zapatas Aisladas 2 Zapatas Corridas 3 Losa de Cimentación 4 Otros (describir)

Acabados Y Equipamiento

Nivel	1	2	3	4	Tipo
-------	---	---	---	---	------

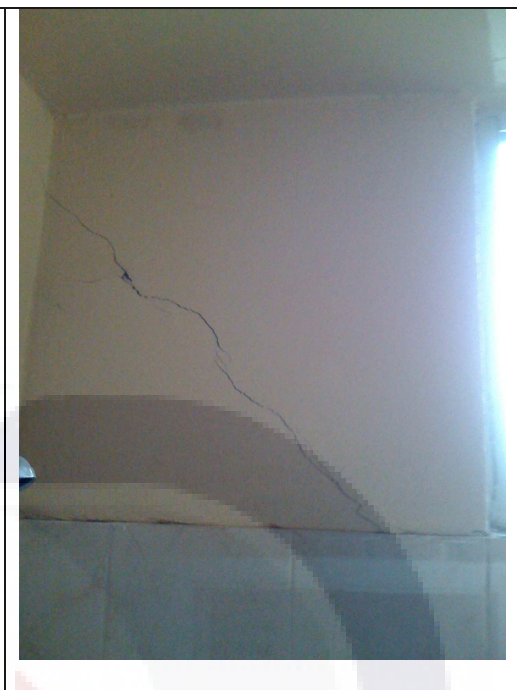
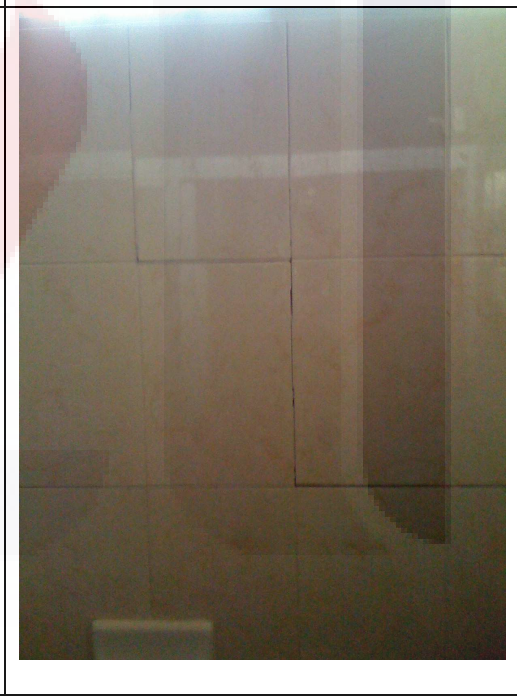
Ventanas	4, aluminio con herrería metálica				1 Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro (describir)
Puertas	1 exterior, 2 interior				1 Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro (describir)
Escaleras	NA				1 Herrería Metálica 2 Concreto 3 Madera 4 Mixto 5 Otro (describir)
Pisos	1				1 Loseta 2 Piso de Pasta 3 Azulejo 4 Cemento Pulido 5 Cemento Pintado 6 Cemento Planchado 7 Rústico 8 Madera 9 Otro (describir)

Observaciones Al Funcionamiento


Sistema Estructural

Ubicación	Descripción	Foto No
------------------	--------------------	----------------

<p>Fachada (cara exterior de muro)</p>	<p>Fisura escalonada a 45 grados. El agrietamiento se manifiesta en las piezas de tabique fracturadas y en la trayectoria de las juntas de mortero. La separación de el agrietamiento es de 2.00 cm</p>	 A photograph showing the exterior of a brick wall. A prominent, stepped crack runs diagonally across the bricks and mortar joints, characteristic of a 45-degree shear failure. The bricks are reddish-brown, and the mortar is a light grey color. A window with a metal grille is visible on the left side of the frame.
<p>Cara interior de muro de fachada</p>	<p>Igual que en la cara exterior</p>	 A photograph showing the interior of the brick wall. The same stepped crack is visible, running diagonally across the bricks and mortar joints. The bricks are reddish-brown, and the mortar is a light grey color. The lighting is slightly different from the exterior view, highlighting the texture of the bricks and the mortar.

<p>Muro entre baño y patio posterior. Cara interior</p>	<p>Se observa un fisura a 45° en el recubrimiento de yeso, parte superior del lambrin de azulejo.</p>	
<p>Muro entre baño y patio posterior. Cara interior</p>	<p>Fisura con inclinación de 45° siguiendo la trayectoria de las juntas del azulejo.</p>	

<p>Muro entre baño y patio posterior. Cara exterior</p>	<p>Agrietamiento de las piezas de tabique extruido</p>	
<p>Muro entre cocina y sala-comedor</p>	<p>espesor menor de 10 cm. No cumple con el ancho mínimo por la relación alto/espesor</p>	

<p>Muro entre cocina y sala-comedor</p>	<p>no existe refuerzo interior horizontal</p>	
---	---	---

Sistema De Cimentación

Ubicación	Descripción	Foto No
<p>Bajo Muro de fachada</p>	<p>Sondeos en terracerías (suelo de desplante) bajo muro agrietado de fachada.</p>	

		
<p>Bajo Muro de fachada</p>	<p>Separación entresuelo de desplante y zapata corrida</p>	
<p>Bajo Muro de fachada</p>	<p>Se introdujo sin dificultad el flexómetro hasta 1.25 m. Constatando así que la separación se extiende hacia la sala-comedor.</p>	
<p>Sala-comedor</p>	<p>Extracción de corazones en piso de concreto</p>	


Sala-comedor	Se aprecia separación entresuelo y piso de sala 2-3 cm (ver mano entre la separación)	

Tabla 5.1. Datos de Inspección



5.2.4 Planos

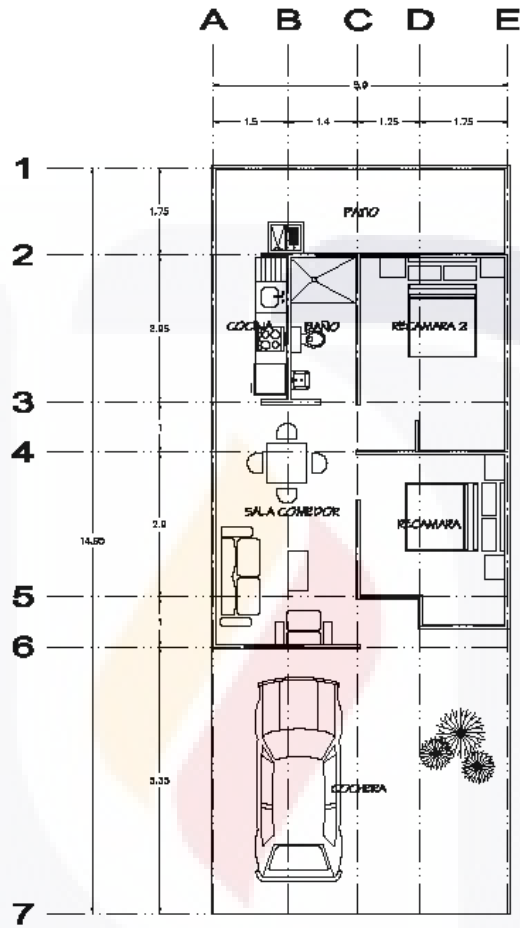


Figura 5.5. Plano arquitectónico

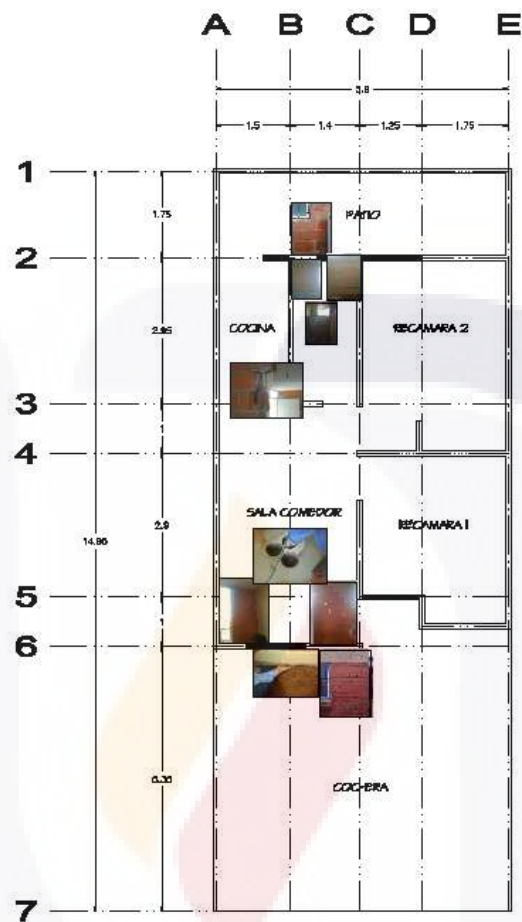


Figura 5.6. Ubicación de patologías.

5.2.5 Índice De Condición (IC)

Calle Breca No 203

Resultado de la evaluación			
Elemento	Porcentaje de daño	Factor de importancia	Indice
Losas	0.01	2.14	0.02
Vigas	0.02	1.88	0.04
Muros	0.40	3.75	1.50
Columnas	0.02	1.88	0.04
Cimentacion	0.40	2.14	0.86
Otros elementos subestructura (terracerías y/o rellenos)	0.40	1.88	0.75
		sumatoria	3.20
		IC	16.02

Tabla 5.2 Indice de condición

5.2.6 Estado De Condición (EC)

Según la Tabla No 3.3 el índice de Condición se ubica entre el rango de valores mayores de 15. Por lo tanto el EC la clasifica como finca **DAÑADA**. Presenta daños que pueden provocar el colapso a corto plazo, requiere trabajos de rehabilitación urgentes.

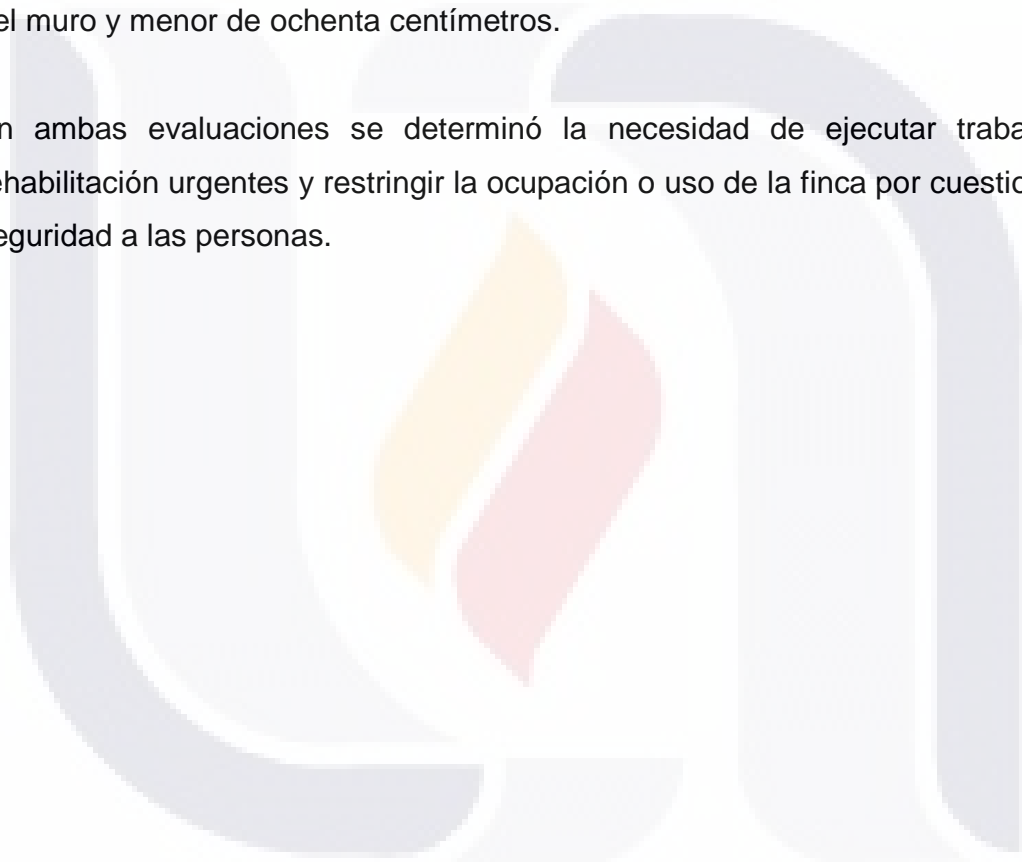
5.2.7 Observaciones Adicionales

En éste caso, se realizaron pruebas destructivas en muros, cimentación y extracción de probetas en el suelo de cimentación por medio de un laboratorio de control de calidad. Se realizó una comparativa de resultados entre el EC obtenido con el modelo de evaluación propuesto y las conclusiones obtenidas en base a los resultados de las pruebas de laboratorio

Los resultados de laboratorio dieron a conocer que las terracerías utilizadas para cimentar la vivienda no cumplen con el grado de compactación, no se estabilizó el suelo con cal y tiene una capacidad de carga admisible menor que la ofrecida por el constructor .

Los muros no cuentan con refuerzo interior horizontal. La separación del refuerzo vertical excede de la máxima reglamentaria menor o igual a seis veces el espesor del muro y menor de ochenta centímetros.

En ambas evaluaciones se determinó la necesidad de ejecutar trabajos de rehabilitación urgentes y restringir la ocupación o uso de la finca por cuestiones de seguridad a las personas.



5.3 Finca No 5

Calle Brechia No 217

5.3.1 Antecedentes

Está situada a 90.00 m de distancia de la finca ubicada en el No. 203 de la misma calle (4.3.2). En el momento de la inspección presentaba daños menores que la del No. 203. Sin embargo, según la información que proporciona el propietario, la evolución de los daños es demasiado rápida. Los asentamientos se han acelerado después de la temporada de lluvias del año 2008.

5.3.2 Localización



Figura 5.7. Localización



Figura 5.8. Ausencia de subsidencia

5.3.3 Inspección

Código	005
Nombre Edificación	
Dirección	Calle Brecia No. 217, Fracc. Villas De San Antonio.
Ciudad	Aguascalientes
Municipio	Aguascalientes
Estado	Aguascalientes
Código Postal	20280
Nombre del Propietario	Rogelio López Ríos
Fecha de Inspección	25 Noviembre 2008

Uso	Descripción	Foto
<input checked="" type="checkbox"/> Casa <input type="checkbox"/> Habitación <input type="checkbox"/> Oficina <input type="checkbox"/> Escuela <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Bodega <input type="checkbox"/> Mixto <input type="checkbox"/> Otros		

Fecha de Construcción	de 2004
Número de Niveles	de 1
Longitud de Ancho	de 6
Longitud de Largo	de 15
Superficie Total	90.00 m ²
Superficie Libre	42.00 m ²

Nivel	1	2	3	4	Total
Área Total Construída	48 m ²				48 m ²
Acabado Exterior	1, 4				1 Pintura de Aceite 2 Pintura Vinílica 3 Azulejo 4 Acabado Aparente 5 Otros

Nombre del Inspector:

Héctor Hugo Guerra Arteaga
José Guadalupe Terán Trujillo.
Jorge Alberto Castañeda Calderón.
Salvador Vilchis Martínez.
David Eduardo Ibarra Bautista.
Rodrigo Castorena Perales.
Alejandro Roque Alcantar.
Leonardo Alejandro Martínez Ruiz.

Super Estructura

	Tipo	Descripción			
Losa de Azotea	7, maciza de 10 cm	5 Concreto 6 Losa-Acero 7 Madera 8 Otros (describir)			
Nivel	1	2	3	4	Tipo

Losa de Entrepiso	NA				1 Concreto 2 Losa-Acero 3 Madera 4 Otros (describir)
Tipo de Estructuración	3				1 Marco Rígido 2 Muros Confinados 3 Muros Reforzados Interiormente 4 Otros (describir)
Material de Muros	2				1 Concreto 2 Tabique 3 Tabicón 4 Block Hueco 5 Adobe 6 Otros (describir)
Acabado Interior	2, 3				1 Pintura Vinílica 2 Pintura de Aceite 3 Azulejo 4 Acabado Aparente 5 Obra negra 6 Otros (describir)

Sub Estructura

	Tipo	Descripción
Tipo de Cimentación	2	1 Zapatas Aisladas 2 Zapatas Corridas 3 Losa de Cimentación 4 Otros (describir)

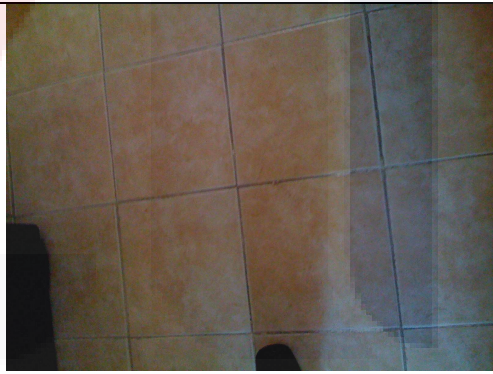
Acabados Y Equipamiento

Nivel	1	2	3	4	Tipo
Ventanas	4, aluminio con protecciones de herrería metálica				1 Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro (describir)

Puertas	4, herrería y madera				1 Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro (describir)
Escaleras	NA				1 Herrería Metálica 2 Concreto 3 Madera 4 Mixto 5 Otro (describir)
Pisos	1				1 Loseta 2 Piso de Pasta 3 Azulejo 4 Cemento Pulido 5 Cemento Pintado 6 Cemento Planchado 7 Rústico 8 Madera 9 Otro (describir)


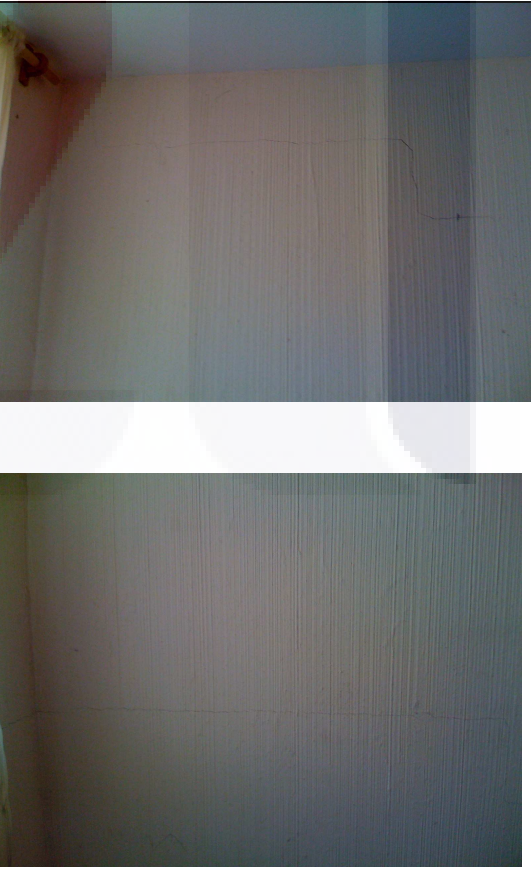
Observaciones Al Funcionamiento

Sistema De Piso


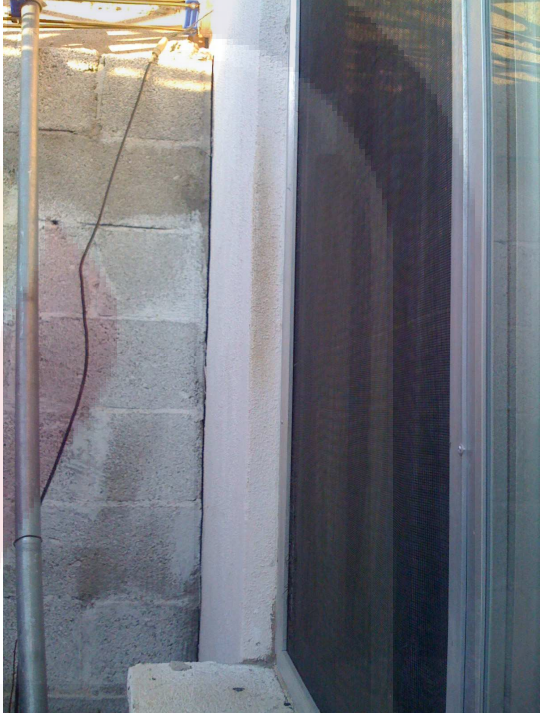
Ubicación	Descripción	Foto
Piso general de la vivienda	No se observaron daños o fracturas	

Sistema Estructural

Ubicación	Descripción	Foto
------------------	--------------------	-------------

<p>Ventana izquierda de la fachada</p>	<p>Se observa una ligera grieta horizontal debido a un asentamiento diferencial</p>	
<p>Muro de colindancia sala – cocina comedor</p>	<p>Se observan múltiples grietas en diagonal a 45° y también horizontales producidas por un asentamiento diferencial</p>	

		
Recámara frontal	Se observa un ligero desprendimiento de la cubierta de la losa de la azotea en la cual se ve una grieta ligera horizontal	

<p>Patio trasero</p>	<p>Se observa un desprendimiento de la losa de cimentación con el muro de carga debido a un asentamiento</p>	
<p>Patio trasero</p>	<p>Se observa una separación del muro de colindancia con el resto de la vivienda debido a un desplazamiento diferencial</p>	

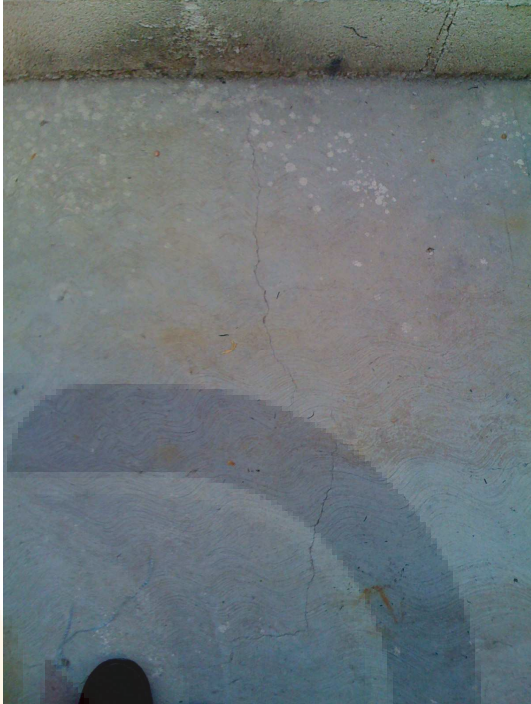
Patio trasero	Se observan ligeros agrietamientos en el piso del patio, (zona húmeda bajo lavadero)	
---------------	--	---

Tabla 5.3 Datos de Inspección

5.3.4 Planos

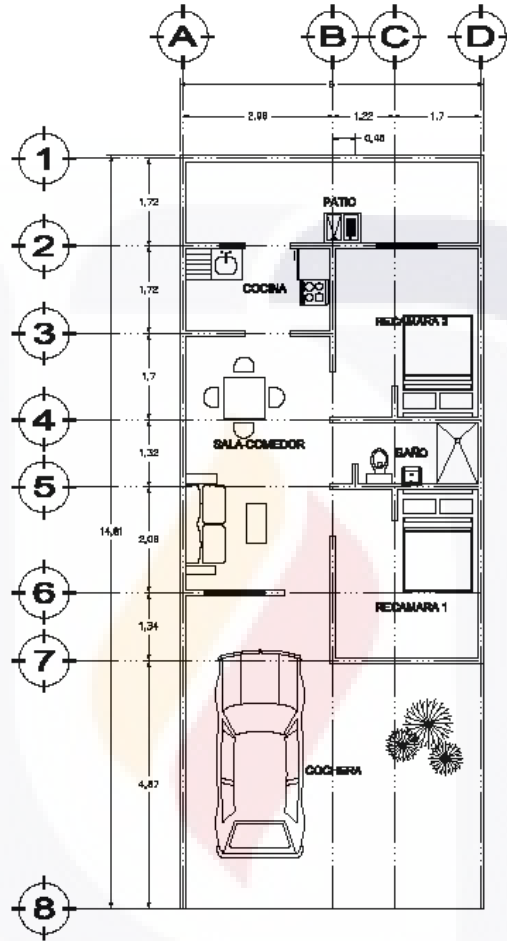


Figura 5.9. Plano arquitectónico

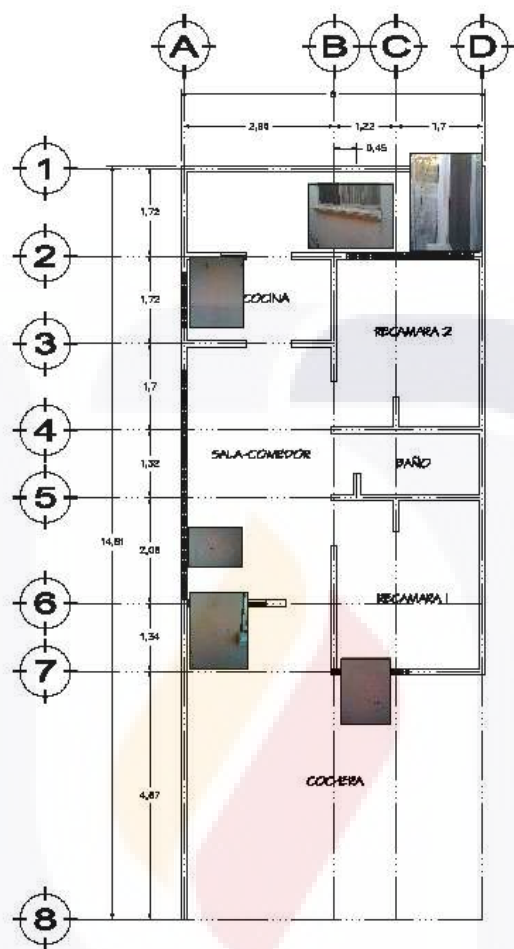


Figura 5.10. Ubicación de patologías

5.3.5 Índice De Condición (IC)

Calle Brecia No 217

Resultado de la evaluación			
Elemento	Porcentaje de daño	Factor de importancia	Indice
Losas	0.02	2.14	0.04
Vigas	0.00	1.88	0.00
Muros	0.20	3.75	0.75
Columnas	0.00	1.88	0.00
Cimentacion	0.40	2.14	0.86
Otros elementos subestructura (terracerías y/o rellenos)	0.30	1.88	0.56
		sumatoria	2.21
		IC	11.06

Tabla No. 5.4. Índice De Condición

5.3.6 Estado de Condición (EC)

Según la Tabla No 3.3 el índice de Condición se ubica entre el rango de 7.50-11.25. Por lo tanto su EC se clasifica como **REGULAR**. Presenta deficiencias importantes, que de no atenderse pueden evolucionar hasta tornarse en deficiencias graves. Se requiere atención a mediano plazo.

5.3.7 Observaciones Adicionales

A la fecha actual, el estado de condición de la vivienda se encuentra en el rango establecido en 4.3.3.6. Sin embargo, según el propietario, los agrietamientos y desplazamientos están evolucionando de manera muy rápida, por lo que se hace necesario realizar una monitorización permanente como medida preventiva.

5.4 Finca No 6

Calle Mandrágora No. 113

5.4.1 Antecedentes

Se ubica al oriente de la ciudad en el Fraccionamiento Los Laureles calle Cerrada Mandrágora # 113, vivienda de un nivel, construida con sistema de muros de carga de mampostería con refuerzo interior, en éste caso con piezas de block hueco de concreto. El sistema de azotea es de semivigueta de concreto y bovedilla de poliestireno; como elementos sustentantes de la superestructura se utilizan zapatas corridas de concreto ligadas entre sí con firme de concreto reforzado. Esta vivienda se construyó hace 3 años, en un terreno de 90.00 m². Presenta numerosos agrietamientos principalmente en los muros, y a menor escala en losas y pisos. Su estructura está desplantada sobre un terraplén de material de banco compactado formando desniveles escalonados (terrazas) mediante el uso de muros de contención entre los límites posteriores de las viviendas con frentes opuestos

5.4.2 Localización

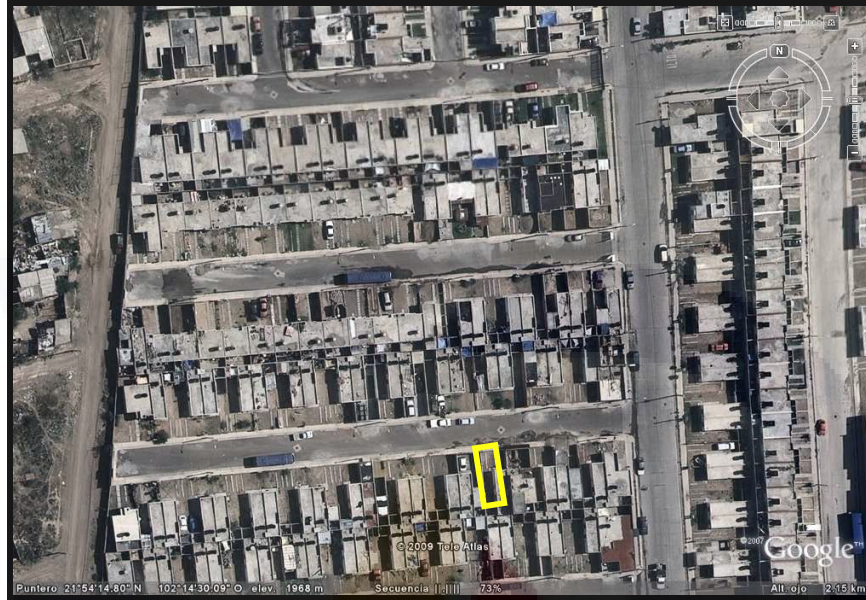



Figura 5.11. Localización

5.4.3 Inspección

Código	006
Nombre Edificación	
Dirección	Calle Cerrada Mandragora 113 Los Laureles
Ciudad	Aguascalientes
Municipio	Aguascalientes
Estado	Aguascalientes
Código Postal	
Nombre del Propietario	Juan Manuel Vivero Hernandez
Fecha de Inspección	Octubre 2008

Uso	Descripción	Foto
-----	-------------	------

(X) Casa () Oficina () Escuela () Comercial () Bodega () Mixto () Otros	Vivienda de una planta estructurada con muros de carga con refuerzo interior, azotea de semi-vigueta y bovedilla de poliestireno y losa de cimentación	
---	--	--

Fecha de Construcción	2005
Número de Niveles	1
Longitud de Ancho	6 metros
Longitud de Largo	16 metros
Superficie Total Construida	55.40m ²
Superficie Libre	40.60 m ²
Finca habitada	si

Nivel	1	2	3	4	Total
Área Total Construida	55.40 m ²				55.40 m ²
Acabado Exterior	1, 4				1 Pintura de Aceite 2 Pintura Vinílica 3 Azulejo 4 Acabado Aparente 5 Otros

Nombre del Inspector:

Héctor Hugo Guerra Arteaga

José Guadalupe Terán Trujillo.

Jorge Alberto Castañeda Calderón.

Salvador Vilchis Martínez.

David Eduardo Ibarra Bautista.

Rodrigo Castorena Perales.

Alejandro Roque Alcantar.

Leonardo Alejandro Martínez Ruiz.

Super Estructura

	Tipo	Descripción			
Losa de Azotea	7, Semi-vigueta y bovedilla de poliestireno	1 Concreto 2 Losa-Acero 3 Teja de Barro 4 Lámina Metálica 5 Lámina de Cartón 6 Madera 7 Otros (describir)			
Nivel	1	2	3	4	Tipo
Losa de Entrepiso	NA				1 Concreto 2 Losa-Acero 3 Madera 4 Otros (describir)
Tipo de Estructuración	3				1 Marco Rígido 2 Muros Confinados 3 Muros Reforzados Interiormente 4 Otros (describir)
Material de Muros	4				1 Concreto 2 Tabique 3 Tabicón 4 Block Hueco 5 Adobe 6 Otros (describir)
Acabado Interior	1				1 Pintura Vinílica 2 Pintura de Aceite 3 Azulejo 4 Acabado Aparente 5 Obra negra 6 Otros (describir)

SUB ESTRUCTURA



	Tipo	Descripción
Tipo de Cimentación	3	1 Zapatas Aisladas 2 Zapatas Corridas 3 Losa de Cimentación 4 Otros (describir)



ACABADOS Y EQUIPAMIENTO

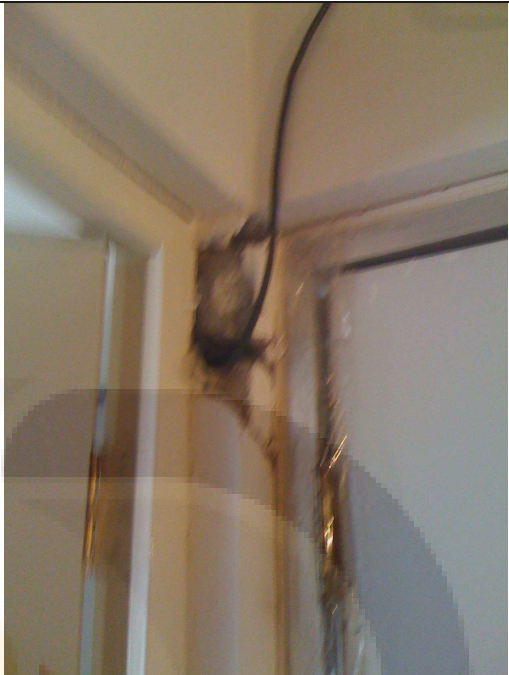

Nivel	1	2	3	4	Tipo
Ventanas	4, (1,3)				1 Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro (describir)
Puertas	2				1 Herrería Metálica 2 Madera 3 Aluminio 4 Mixta 5 Otro (describir)
Escaleras	NA				1 Herrería Metálica 2 Concreto 3 Madera 4 Mixto 5 Otro (describir)
Pisos	1				1 Loseta 2 Piso de Pasta 3 Azulejo 4 Cemento Pulido 5 Cemento Pintado 6 Cemento Planchado 7 Rústico 8 Madera 9 Otro (describir)



OBSERVACIONES AL FUNCIONAMIENTO



SISTEMA ESTRUCTURAL

Ubicación	Descripción	Foto No
Muro de fachada principal	Fisuramiento escalonado que sigue la trayectoria de las juntas del block	
Muro de fachada principal	Agrietamiento horizontal en parte superior de muro	

<p>Recamara frontal, muros de fachada cara interior</p>	<p>Grieta a 45° escalonada, siguiendo juntas del block</p>	
<p>Pared lateral del interior recámara frontal</p>	<p>Grieta que comienza con trayectoria horizontal y luego se inclina a 45° de manera escalonada</p>	

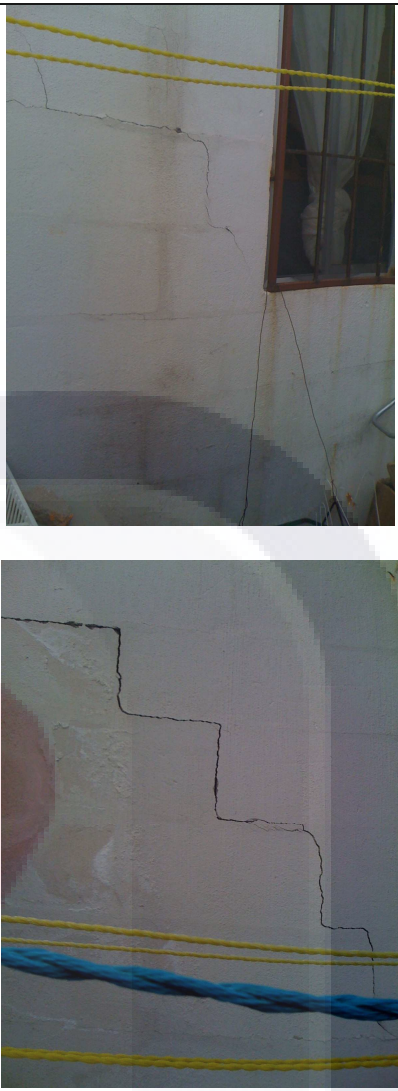
<p>esquina donde se juntan el acceso principal y el de la recamara frontal</p>	<p>Desprendimiento de fragmento de muro</p>	
<p>Muro de sala comedor y recámara frontal</p>	<p>Grieta a tensión diagonal a 45°</p>	

<p>Muro de segunda recámara que tiene el acabado aparente</p>	<p>Grieta a 45°, escalonada, atraviesa todo el espesor del muro.</p>	
<p>Muro lateral recámara posterior</p>	<p>Grietas horizontal y vertical en esquina con ventana hacia patio posterior</p>	

<p>Muro recámara posterior</p>	<p>grietas a 45°</p>	
<p>Muro recámara posterior colinda con patio</p>	<p>grietas a 45°</p>	

		
<p>Muro entre baño y patio posterior</p>	<p>Grietas a 45° Afectan piezas de azulejo</p>	

		
<p>Barda posterior de colindancia</p>	<p>Separación horizontal entre las dos últimas hiladas superiores, no se aprecia refuerzo vertical interior .</p>	

<p>Muro entre recámara y patio Vista exterior</p>	<p>Grieta a 45° escalonada</p>	
---	------------------------------------	---

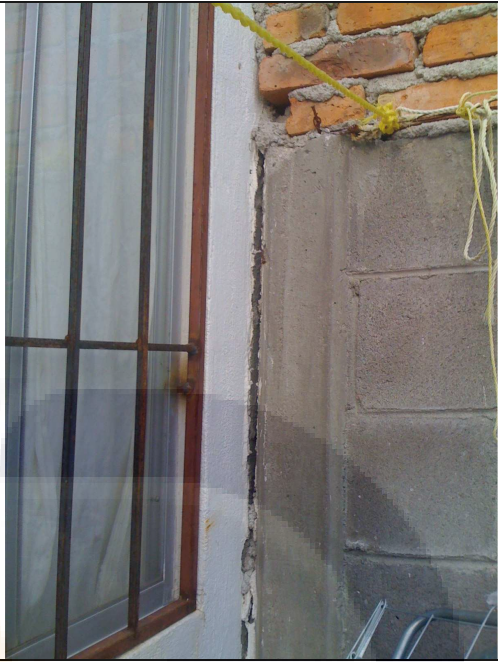
<p>Esquina bamba lateral posterior de colindancia y muro de recámara posterior</p>	<p>Separación de castillo de concreto con el muro de block.</p>	
--	---	--

Tabla 5.5. Datos de Inspección

5.4.4 Planos

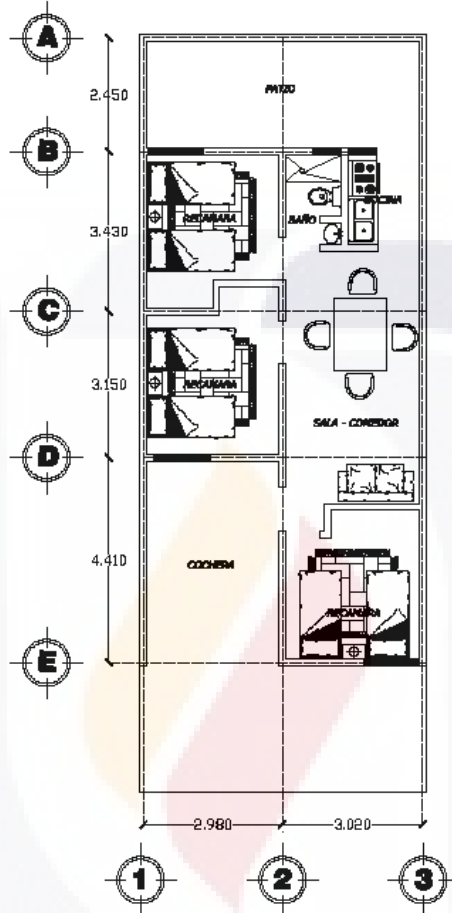


Figura 5.12. Plano arquitectónico

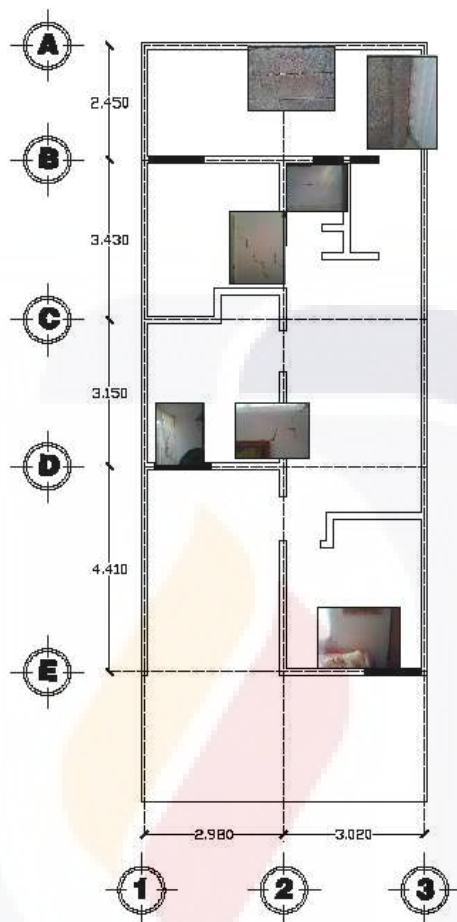


Figura 5.13. Ubicación de patologías

5.4.5 Índice De Condición (IC)

calle mandrágora 113

Resultado de la evaluación			
Elemento	Porcentaje de daño	Factor de importancia	Indice
Losas	0.03	2.14	0.06
Vigas	0.00	1.88	0.00
Muros	0.30	3.75	1.13
Columnas	0.00	1.88	0.00
Cimentación	0.30	2.14	0.64
Otros elementos subestructura (terrazerías y/o rellenos)	0.40	1.88	0.75
		sumatoria	2.58
		IC	12.92

Tabla No. 5.6. Índice de condición

5.4.6 Estado De Condición (EC)

Según la Tabla No 3.3 el índice de Condición se ubica entre el rango de 11.25-15.00. Por lo tanto su **EC** se clasifica como **MALO**. Presenta deficiencias graves que representan un peligro para la seguridad de los usuarios. Se requiere de una atención inmediata

5.4.7 Observaciones Adicionales

Al igual que en las fincas de la Calle Brechia, los desplazamientos no se han detenido. Debido a lo avanzado de los daños se ha recomendado una monitorización permanente para garantizar la seguridad estructural de la finca.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Capítulo 6.

Conclusiones Finales

6.1 Conclusiones Relativas Al Modelo De Evaluación

La determinación del Estado de Condición (EC) propuesto es en sí, el principio de un modelo de evaluación de viviendas que puede y debe ser perfectible. Los resultados obtenidos en una evaluación y clasificación dependen en cierto porcentaje de la apreciación y criterio del técnico profesional que utiliza el modelo de evaluación. De ésta manera, conviene recomendar lo siguiente.

- La capacitación del profesionista en el uso del modelo de evaluación y en la identificación del tipo de fallas y las causas que las provocan.
- La inspección, evaluación y clasificación debe realizarse por un equipo mínimo de dos profesionistas debidamente capacitados, con el objetivo de que la apreciación, la identificación de fallas y la ponderación en los porcentajes de daños de los elementos, sean analizadas por más de una profesional técnico y se logre una clasificación objetiva.

6.2 Conclusiones Relativas al Índice de Condición (IC)

La obtención del índice de condición se obtiene de la correlación del factor de importancia de cada elemento con el porcentaje de daño que presentan en su conjunto. En el caso de las viviendas de estructura de mampostería, el factor de importancia para los muros de carga, losas y cimentación se incrementó debido a

que prácticamente predominan éste tipo de elementos en las viviendas estudiadas.

Sin embargo, si se desea aplicar el sistema propuesto para otro tipo de estructuras, como las compuestas por marcos rígidos de concreto o acero, se deberán replantear los factores de importancia de los elementos estructurales para obtener el IC pues en estos casos, la importancia de las vigas o trabes, las columnas, así como la cimentación aislada son de uso más frecuente y de mayor peso específico en cuanto a su importancia dentro del conjunto estructural.

Es decir, que la metodología aquí propuesta es aplicable para estructuras de cualquier tipo siempre y cuando se definan los parámetros requeridos para cada caso.

6.3 Conclusiones Relativas al Estado De Condición (EC)

El modelo propuesto para determinar el EC de las viviendas estudiadas se basó en el modelo del Dr. Alonso Farrera. Se establecieron cinco categorías para determinar el EC. Durante el desarrollo de la tesis, se propusieron más de cinco categorías, sin embargo, se encontró la problemática de no poder establecer una clara diferencia entre ellas, había dificultad para obtener una clasificación bien definida.

6.4 Conclusiones Relativas a la Comparativa De Resultados De Los Capítulos 4 Y 5

En ambos fenómenos se apreciaron efectos muy similares entre sí, el tipo de falla con mayor recurrencia fue el agrietamiento de muros por cortante con inclinación de 45° que denota asentamientos diferenciales. En algunas de esas grietas se han fracturado las piezas de mampostería, situación que se traduce en una posible resistencia baja del material de las piezas.

En el segundo caso, no hay un patrón definido pues la deformación del suelo de desplante no tiene una dirección definida.

La diferencia perceptible de la disposición de las fisuras o agrietamientos en el caso de la subsidencia y en el caso de viviendas construidas sobre suelos de relleno, fue que en el primer caso se identifica claramente el patrón de las grietas en los elementos por efecto de la trayectoria de la discontinuidad en el subsuelo.

6.5 Conclusiones Generales

La metodología propuesta cumple su cometido dentro de los alcances determinados al inicio de la investigación. No es un sistema para proponer sistemas de reparación de viviendas dañadas sino para hacer una clasificación en base a la magnitud, y porcentaje de las patologías que se manifiestan en ellas. Da una idea clara de su estado, lo cual permite aplicar las medidas preventivas que preserven su seguridad estructural.

Agiliza la monitorización de las viviendas. Al tener registros de las inspecciones anteriores, en las siguientes visitas solo será necesaria la cuantificación de la dimensión de los daños ya registrados y sus desplazamientos, así como la aparición de otros que no existían, lo cual permite obtener una pronta reclasificación

La SOPMA cuenta ya con un registro de 50 viviendas diagnosticadas con ésta metodología y el estudio de otras tantas está en proceso. Las inspecciones se realizan de manera programada siguiendo un protocolo que ahorra tiempo y requiere de menos personal técnico para cada evaluación.

Glosario De Términos

1 *subsistencia*: Hundimiento paulatino del suelo, originado por cavidades subterráneas.

2 *diagnóstico*: m. Calificación que se da a una enfermedad según los signos que se advierten.

3 *tipificar*: tr. Ajustar varias cosas semejantes a un tipo o norma común.

4 *patología*: f. Conjunto de síntomas de una enfermedad.

5 *estado de condición*: Situación especial en que se halla alguien o algo

6 *fidedigno*: adj. Digno de fe y crédito

Referencias

- R. Meli, "Diseño Estructural", 6ª Edición, Limusa, México, 1994
- E. Riva Palacio, "Reconstrucción de Estructuras", 1ª Edición, México, 1991
- P. R. do Lago, "Manual para reparación, refuerzo y protección de las estructuras de concreto", IMCYC, 1ª Edición, México, 1997
- F. A. Alonso, "Optimización conjunta de las políticas de mantenimiento y rehabilitación en puentes mediante algoritmos genéticos. Aplicación al Sistema de Gestión de Puentes del Estado de Chiapas", Tesis Doctoral presentada al Departamento de Ingeniería de la Construcción de la Universidad Politécnica de Cataluña, España, 2006
- D. Vasconcelos, T. Sánchez, O. De la Torre, "Materiales y Sistemas Constructivos Para Vivienda De Mampostería ", Capítulo 3, libro Edificaciones de Mampostería para Vivienda, 2ª Edición, SMIE, México, 2002
- A. Tena, E. Miranda, "Comportamiento Mecánico de la Mampostería ", Capítulo 4, libro Edificaciones de Mampostería para Vivienda, 2ª Edición, SMIE, México, 2002
- J. Cesín, M. J. Faradji, "Supervisión Interna y Control de Calidad en Construcción de Viviendas de Mampostería", Capítulo 10, libro Edificaciones de Mampostería para Vivienda, 2ª Edición, SMIE, México, 2002
- S. M. Alcocer, "Rehabilitación de Estructuras de Mampostería", Capítulo 11, libro Edificaciones de Mampostería para Vivienda, 2ª Edición, SMIE, México, 2002
- J. Pérez, "Estructuras de Hormigón Armado", E.T.S.A., Universidad de La Coruña, España, 1994
- <http://www.asefa.es/index.php>, "Patologías asociadas a cimentaciones superficiales sobre rellenos naturales y echadizos", Sociedad Anónima de Seguros y reaseguros, España, 2003
- G. J. Martz, "Diagnóstico, Evaluación y Reparación de Estructuras de Hormigón Armado", España, 1995

- R. Meli y O. Hernández B. "Efectos de Hundimientos Diferenciales en Construcciones a base de Muros de Mampostería", Instituto de Ingeniería, UNAM, Publ. No. 258, México, 1975
- R. Meli y G. Salgado. "Comportamiento de Muros de Mampostería sujetos a carga lateral", Instituto de Ingeniería, UNAM, México, 1970
- M. Rodríguez y E. Castrillón, "Manual de Evaluación Postsísmica de la Seguridad Estructural de Edificaciones", Instituto de Ingeniería, UNAM, Publ. No. 569, México, 1992
- "Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones Para el Distrito Federal", México, 2004

