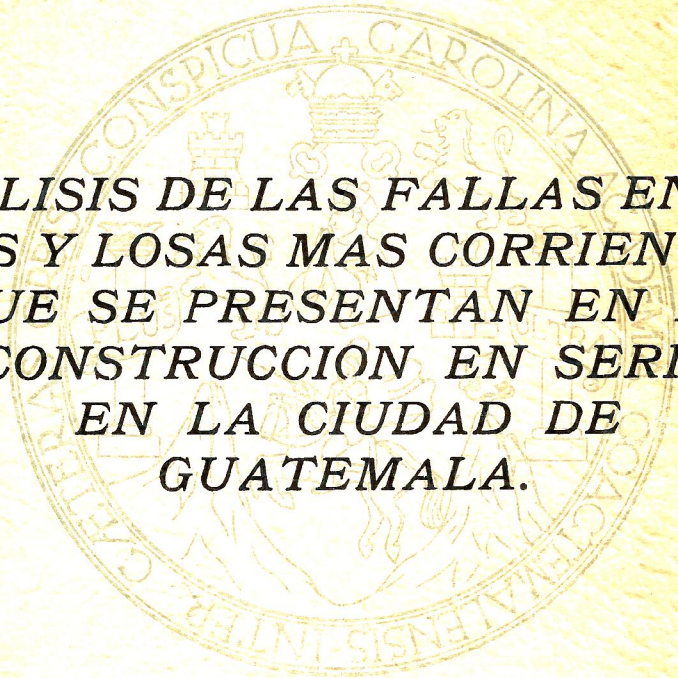


Oscar Valero Perdomo Pujol



**ANALISIS DE LAS FALLAS EN MU-
ROS Y LOSAS MAS CORRIENTES
QUE SE PRESENTAN EN LA
CONSTRUCCION EN SERIE
EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA.**

Guatemala, Noviembre de 1972.

R 08
(26)

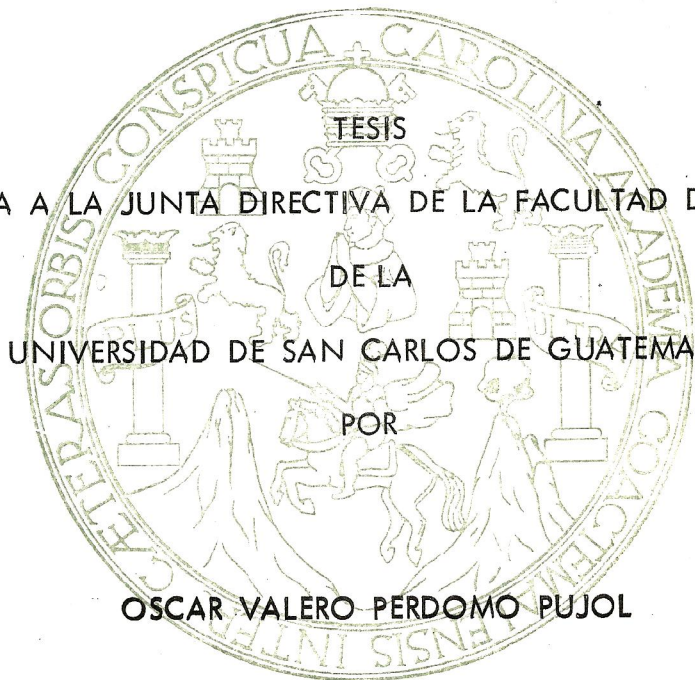
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

GUATEMALA, CENTRO AMERICA BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

ANALISIS DE LAS FALLAS EN MUROS Y LOSAS MAS CORRIENTES
QUE SE PRESENTAN EN LA CONSTRUCCION EN SERIE
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
POR



OSCAR VALERO PERDOMO PUJOL

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

**TESIS DE REFERENCIA
NO**

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC.

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1972

DL
08
T(250)c

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor desometer a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado:

ANALISIS DE LAS FALLAS EN MUROS Y LOSAS
MAS CORRIENTES QUE SE PRESENTAN EN LA
CONSTRUCCION EN SERIE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

Dr. Oscar Perdomo E.

Margarita Pujol de Perdomo

A MI ESPOSA

Haydeé Castañeda de Perdomo

A MIS HIJOS

Oscar Rafael

Alejandro

A MIS HERMANAS

María Elena de Silva

Florencia de Acevedo

A MIS SUEGROS

Ing. José Rafael Castañeda F.

Haydeé Molina de Castañeda

CONTENIDO

- I. Introducción
 - a) Aspectos Generales

- II. Refuerzo en los Muros
 - 1) Refuerzos Verticales
 - 2) Elementos Horizontales
 - a) En Cimentaciones
 - b) En Ventanas
 - c) En la Estructura Propiamente

- III. Fallas en Muros
 - 1) Fallas Verticales
 - 2) Fallas Inclinas
 - 3) Fallas Horizontales
 - a) En la Parte Superior
 - b) A la Mitad del Muro
 - c) En la Parte Inferior

- IV. Experiencias en Laboratorio
 - a) Fallas por Acortamiento Longitudinal
 - b) Expertajes del Centro de Investigaciones

V. **Visitas a Casas Construidas en Serie**

- a) Grietas Horizontales
- b) Grietas por Asentamientos
- c) Fallas de Apariencia
- d) Fallas en Losas
- e) Fallas Verticales
- f) Impermeabilización de Losas
- g) Fotografías

VI. **Aditivos, Adhesivos, Selladores y Revestimientos Epoxy**

- a) Aditivos
- b) Adhesivos
- c) Selladores

VII. **Conclusiones**

VIII. **Recomendaciones**

Bibliografía y Fuentes de Información.

I- INTRODUCCION

a- Aspectos Generales

Considerando el auge que ha alcanzado en Guatemala la construcción en serie de viviendas de bajo costo para subsanar el problema habitacional en que se encuentra nuestro país, promovido por la iniciativa privada y por el Estado, por medio del Instituto de Hipotecas Aseguradas (FHA) por parte de la primera y por el Instituto Nacional de la Vivienda (INVI) por parte del Estado y tomando en cuenta los problemas que este tipo de industria representa, tanto desde el punto de vista técnico, como para satisfacción de los futuros usuarios, he considerado necesario iniciar con este estudio, una serie de trabajos tendientes a mejorar hasta donde sea posible esta técnica de construcción para poder, superar los mencionados problemas y dar a los guatemaltecos una vivienda más segura, cómoda y funcional, al mismo tiempo que económica.

Siguiendo las indicaciones del curso de seminarios y dentro del plan de extensión universitaria que se ha propuesto la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, pretendo con este estudio analizar uno de los problemas técnicos que ha provocado una serie de censuras a este sistema de construcción, como lo son las fallas que se presentan en las terrazas y paredes de las casas construidas en serie.

Este análisis no tiende a criticar desde ningún aspecto a las compañías constructoras, sino a tratar de homogenizar las soluciones que mejor resultado han dado para evitar el apareamiento de estas fallas. Desde este punto de vista espero que el

presente trabajo sirva de guía para que en los futuros proyectos se logre una mejor construcción al menor costo posible y obtener así mejores resultados para evitar situaciones molestas tanto al usuario como al constructor.

Una vez establecidas las razones del presente trabajo, creo necesario dejar esttablecida la forma en que el mismo se llevó a cabo y como fue programado.

Primera mente se trató de hacer un estudio teórico de las causas que dan origen al aparecímiento de las fallas tanto en los muros como en las losas y las soluciones que diversos autores han dado para corregirlas.

Concluido este paso, se procedió a una serie de visitas a los diversos proyectos, tanto privados como estatales, para observar en ellos cuales han sido las fallas que más comúnmente se han presentado y tener así una idea de hacia donde enfocar mayormente este estudio.

Terminada esta investigación, se procedió a recopilar datos y opiniones de profesionales, que se han dedicado a la construcción de este tipo de viviendas o que están íntimamente ligados a esta clase de proyectos, las cuales están resumidas en las páginas que componen esta investigación y en base a ellas llegamos a las conclusiones que al final de éste exponemos.

No pretendo que al dar estas soluciones sean consideradas como las únicas o las mejores, pues, sabido es que en la técnica de la construcción aparecen cada día nuevos métodos, nuevos materiales, mejores equipos de construcción, así como que cada día los profesionales adquieren mayor experiencia, lo que nos puede ase gurar

que con el tiempo se logren viviendas a plena satisfacción de los guatemaltecos.

Para finalizar este capítulo, quiero dejar constancia de mi agradecimiento a los diversos profesionales, compañías constructoras e Institutos dedicados a este tipo de proyectos, que hicieron posible este trabajo.

Capítulo 2

REFUERZOS EN LOS MUROS

Es costumbre en la construcción de muros de tabique, usar elementos de concreto como refuerzos para los mismos que reportan a la estructura diferentes ventajas.

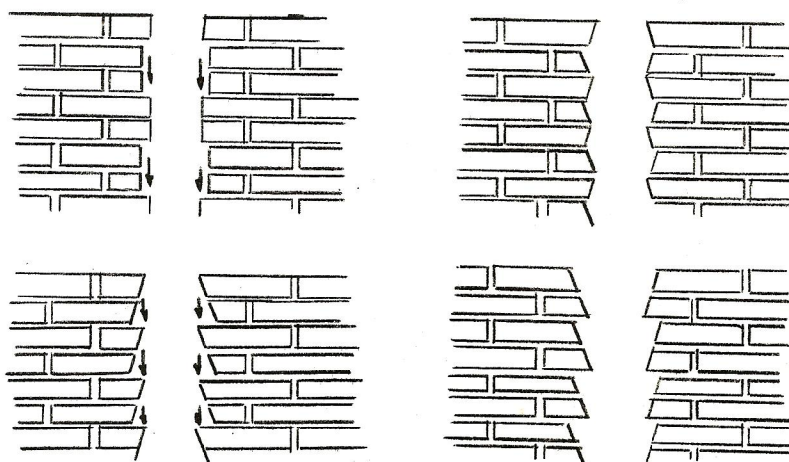
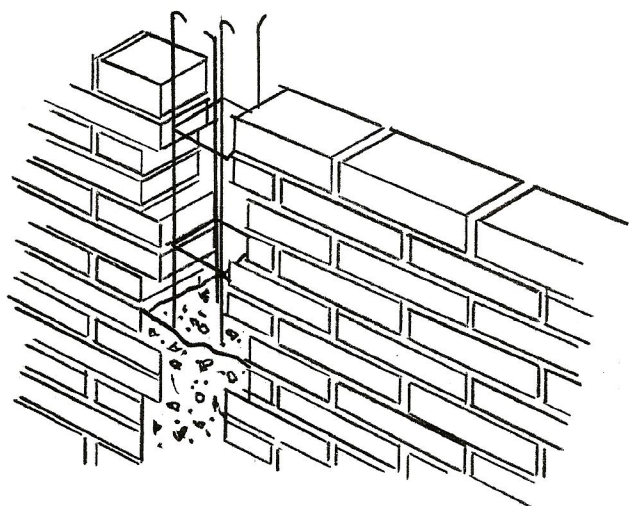
Estos refuerzos se hacen, por lo general, del espesor del muro y con varillas de secciones ligeras.

Su empleo es múltiple, por lo que conviene analizar los distintos tipos así como sus diferentes usos.

1. Refuerzos Verticales. Se les conoce comúnmente, con el nombre de columnas y pueden cumplir varios objetos, según la forma en que estén colocados.
 - a) En muros largos ayudan a evitar el flambeo. Caso típico de esta aplicación es la construcción de bardas y muros largos, tales como garages, en los que no se tienen muros normales a ellos que puedan ayudarlos.
 - b) Puestos en esquinas, sirven para proteger las mismas contra el rozamiento y desgaste.
 - c) Colocados a distancias relativamente cortas que fluctúan de 2 á 5 mts., sirven para aumentar la capacidad de carga de un muro. Lógicamente, ya que la sección de los mismos obedece al ancho o espesor de la pared, su resistencia como columnas es muy reducida, por lo que, para po

der soportar cargas relativamente grandes, hay que calcular la sección de las mismas.

- d) En algunos casos se acostumbra ponerlos en los cruces o intersecciones de muros, pero es probablemente éste el lugar menos indicado, pues ni evita el flambéo, ni protege al desgaste y queda colocado además en los puntos en que, donde con un buen trabajo de mampostería, el tabique puede trabajar en mejores condiciones.



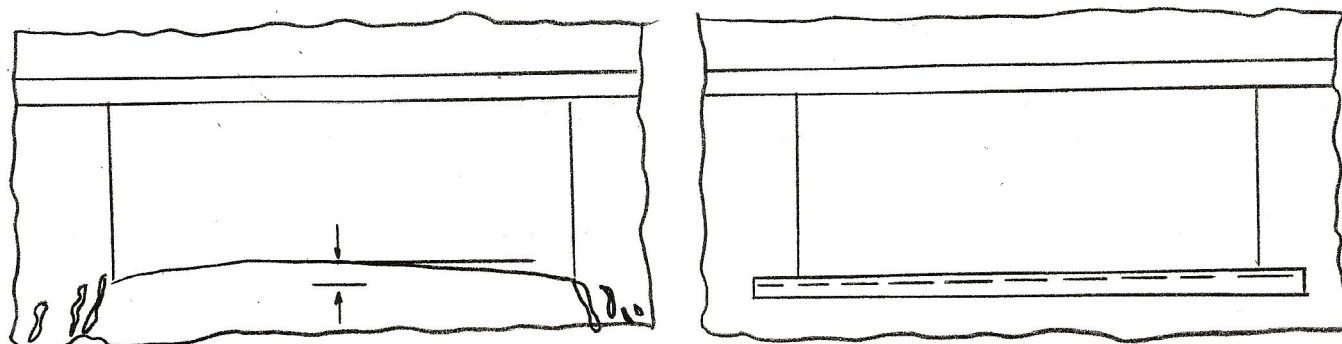
Soluciones correctas

Soluciones incorrectas

Desde luego, presenta también desventajas de tipo constructivo, ya que, al quedar el concreto formando parte integral de un muro de tabique, ambos materiales tienen distintos módulos de elasticidad, distintos coeficientes de dilatación y distintas resistencias a la compresión, lo que origina que frecuentemente aparezcan grietas en la unión entre refuerzos verticales y el tabique propiamente dicho.

2. Elementos Horizontales. Estos elementos son comúnmente conocidos con el nombre de soleras, que reportan, desde luego, mayores ventajas que los refuerzos verticales, por lo que, en casos en los que se tenga que hacer determinadas economías, es preferible usar los elementos horizontales y prescindir de los verticales, pues, como a continuación se indica, las funciones específicas de estos elementos son realmente ventajosas.

- a) En Cimentaciones. Colocados al nivel del cimiento, funcionan propiamente como contratraves o cadenas de repartición, con lo que se obtiene que las cargas estén mejor repartidas por una parte, y por otra, en caso de que por fallas del terreno pueda sufrir la cimentación en algún punto, la cadena servirá para llevar las cargas a las zonas en que no existan estos defectos.



El refuerzo (línea punteada) debe colocarse arriba para absorber la flexión negativa

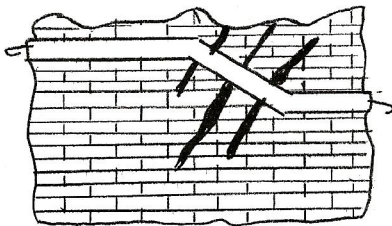
Sus secciones pueden variar, pero es de recomendarse hacerlas de un tamaño mínimo de 20 x 20 cms. en la forma que se indica.

- b) En la Estructura propiamente, este tipo de elementos deben correrse preferiblemente a un mismo nivel en toda la construcción, y de preferencia al nivel de cerramientos de puertas y ventanas, de ser posible. En esta forma se logrará amarrar entre sí todos los muros.

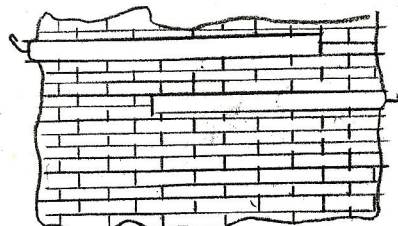
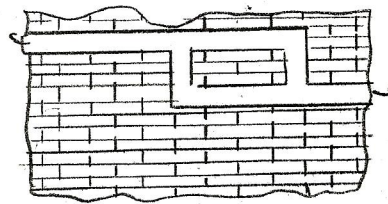
Por otra parte, estos elementos reducen la altura de los muros sujeta al flambeo, al apoyarse en los muros laterales y, en el caso en que pueda haber asentamientos desiguales, presentarán resistencia oponiéndose a que esto suceda.

En ventanas o claros de determinada longitud, es una buena práctica constructiva, y probablemente la única forma para evitar las cuarteaduras que se producen a los lados de las mismas, como el croquis indica colocarlas por lo menos abajo de las ventanas y, de ser posible también correrlas al mismo nivel en toda la construcción.

En esta forma tendremos una cadena a nivel de cerramientos de puertas lo que permitirá que podamos abrir cualquier claro, siempre y cuando éste no pase de 1.20 mts, con las ventajas correspondientes.



Solución incorrecta



Solución correcta

Frecuentemente, los cerramientos de ventanas son más altos que los de las -
puertas, o bien, cuando éstas tienen diferentes alturas, nos encontramos con dos ele-
mentos horizontales a diferentes alturas, siendo común ligarlas en la forma que indi-
ca el croquis, solución completamente equivocada, pues al ocurrir la tensión en di-
chos elementos, es muy común que aparezcan grietas o cuarteaduras.

Es desde luego, preferible cortar estos elementos en la forma indicada y, de
ser posible, ligarlos entre sí.

En estructuras de concreto armado, los muros de relleno deben ligarse a la es-
tructura con objeto de impedir que queden sueltos y, desde luego el elemento indi-
cado para este uso es el refuerzo horizontal, para lo que simplemente habrá que de-
jar, al colar las columnas de la estructura, anclas o varillas con una longitud tal
que obedezcan a las especificaciones correspondientes.

Existen otros usos para los refuerzos verticales y horizontales, con objeto de
evitar grietas, y su aplicación puede verse en la parte correspondiente a cuarteadu-
ras.

Después del breve análisis de estos elementos, se desprende fácilmente que el
cálculo matemático de ellos es imposible, puesto que no obedecen a ninguna fórmu-
la.

Sus especificaciones, tales como tamaño y armados, quedan sujetos sólo a la
experiencia y criterio del constructor.

Capítulo 3

FALLAS EN MUROS

Con objeto de evitar las grietas y fallas en construcciones hechas con muros de tabique o piedra, así como de poder proceder a su arreglo, una vez éstas ya aparecidas es conveniente analizar los principales tipos, así como las razones por las cuales aparecen.

Para poder proceder a su estudio debemos clasificarlas, y la forma más simple será la de:

1. FALLAS VERTICALES. Este tipo de fallas pueden obedecer a diversas causas, siendo las más comunes el enjutamiento de muros debido a cambios de temperatura, el fraguado desigual de sus diversos materiales, o bien por la existencia de tuberías o elementos de diversas instalaciones, embutidas dentro de ellos, y que para su colocación, en un principio se hicieron ranuras que destruyeron la unidad del muro.

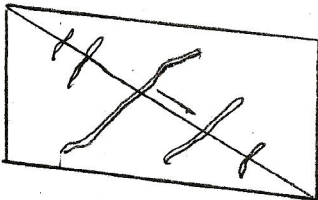
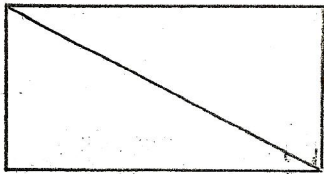
Es muy frecuente, por lo tanto, encontrar este tipo de grietas en las líneas de unión de refuerzos verticales de concreto y muros de tabiques; en estructuras, en los puntos similares tales como las uniones de muros de relleno y las columnas propias de la estructura por no haberse logrado una solución correcta para resolver esta junta.

Este tipo de grietas casi nunca tienen importancia y una vez aparecidas, el defecto puede resanarse en forma normal casi siempre sin peligro de que vuelvan a apa

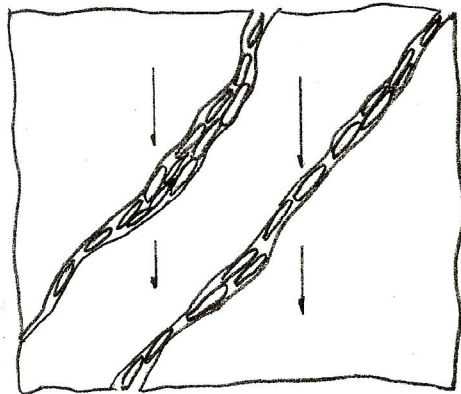
recer.

2. FALLAS INCLINADAS. Este tipo de grietas se debe a deformaciones producidas por asentamientos desiguales en una construcción, y se puede decir que una línea perpendicular a la falla, indicará casi exactamente el lugar del asentamiento. La forma de evitar que estas fallas sigan apareciendo, será la de investigar la causa de este asentamiento que, si es debido a las fallas de terreno, podrá ser corregido ampliando la cimentación en ese punto; pero, si es debido a la vecindad de construcciones sumamente pesadas que han "halado", por decirlo así, a las construcciones ligeras colindantes, es casi imposible proceder a su reparación. Es por esto una buena práctica en construcción, desligar las construcciones una de otra, dejando una junta de deslizamiento mínima de 5 á 10 cms. para evitar en esta forma daños mayores.

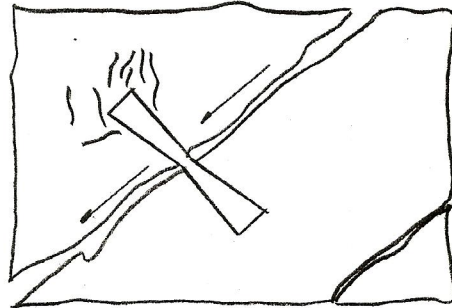
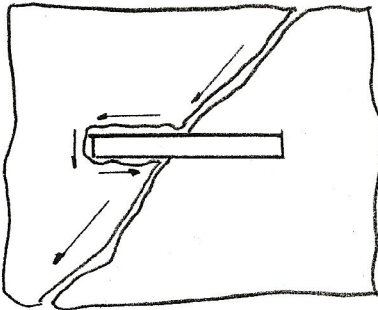
En general este tipo de grietas no son de peligro, salvo que sean muy exageradas, y la mejor manera de repararlas consistirá en introducir cuñas de piedra a presión por ambos lados del muro, pegadas con cemento, que tendrán por objeto hacer que la parte superior del muro vuelva a apoyarse sobre la inferior comprimiendo ambas partes que, desde luego estarán flojas, y naturalmente, llenar el hueco consecuencia de la grieta. Generalmente estas grietas son reparadas por medio de elementos denominados "amarres", que son pequeños refuerzos horizontales, y cuyo uso es completamente inútil pues al seguir la causa que origina la falla, ésta desde luego no romperá el refuerzo, sino que pasará alrededor de él, quedando éste ligado a la parte superior o inferior, según el camino seguido por la falla.



Dirección de las fallas
por asentamientos



Solución correcta: el relleno unifi
ca nuevamente el muro



Soluciones incorrectas

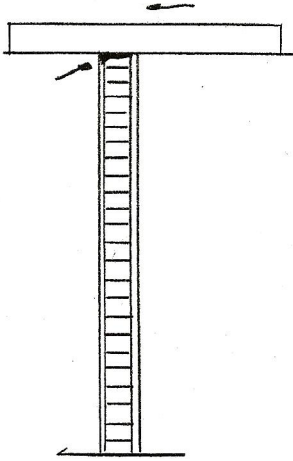
3. FALLAS HORIZONTALES. Estas pueden localizarse en diversas partes del muro, por lo que procederemos al análisis de cada una de ellas.

a) EN LA PARTE SUPERIOR. Se deben por lo general a dilataciones de la cubierta y el muro. Se producen con frecuencia donde los techos están muy expuestos al sol, y son de difícil compostura, pero casi nunca de peligro, para prevenirlas basta ligar el techo con castillos a la cadena o refuerzo horizontal al nivel de cerramientos.

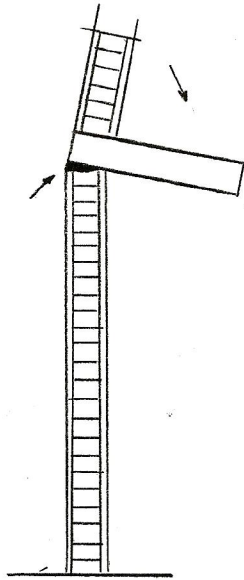
Ocurren también debido al flambeo de las losas, lo que origina una grieta

exactamente entre el apoyo de la losa y el muro. Cuando este flambeo no es de importancia, y por lo general la grieta tampoco, una vez ocurrida ésta, puede repararse mediante el relleno de la misma; pero, si el flambeo es desproporcionado, la grieta presentará las mismas características; la solución debe ser reforzar la losa mediante vigas de concreto o metálicas, volviéndola a su posición original mediante el empleo de gatos, corrigiéndose en esta forma por lo tanto, también la falla.

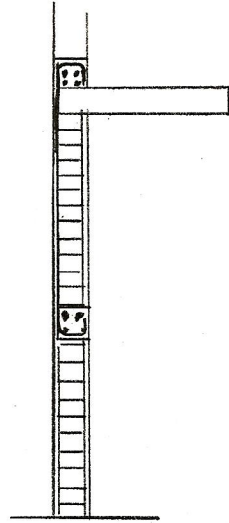
FALLAS HORIZONTALES



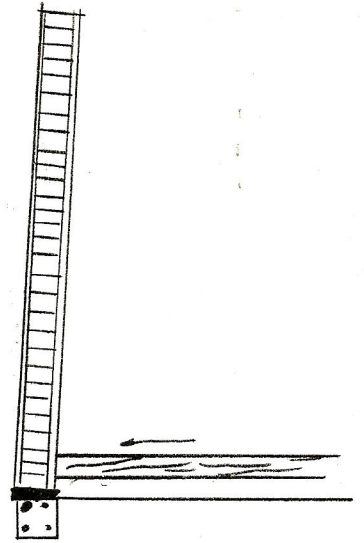
Causa: deslizamiento de la losa debido a dilataciones



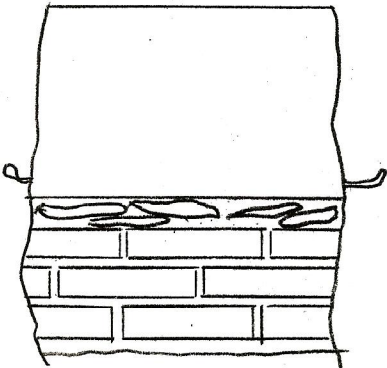
Causa: flexión de la losa



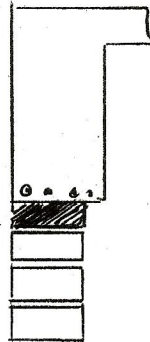
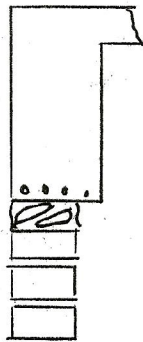
Solución: uso de elementos horizontales de refuerzo ligados a la cadena corrida de soleras



Causa: las vigas hidrofugas fueron dejadas a tope: al hinchar la madera con la humedad empujó el muro



Con rejones de piedra o tabique



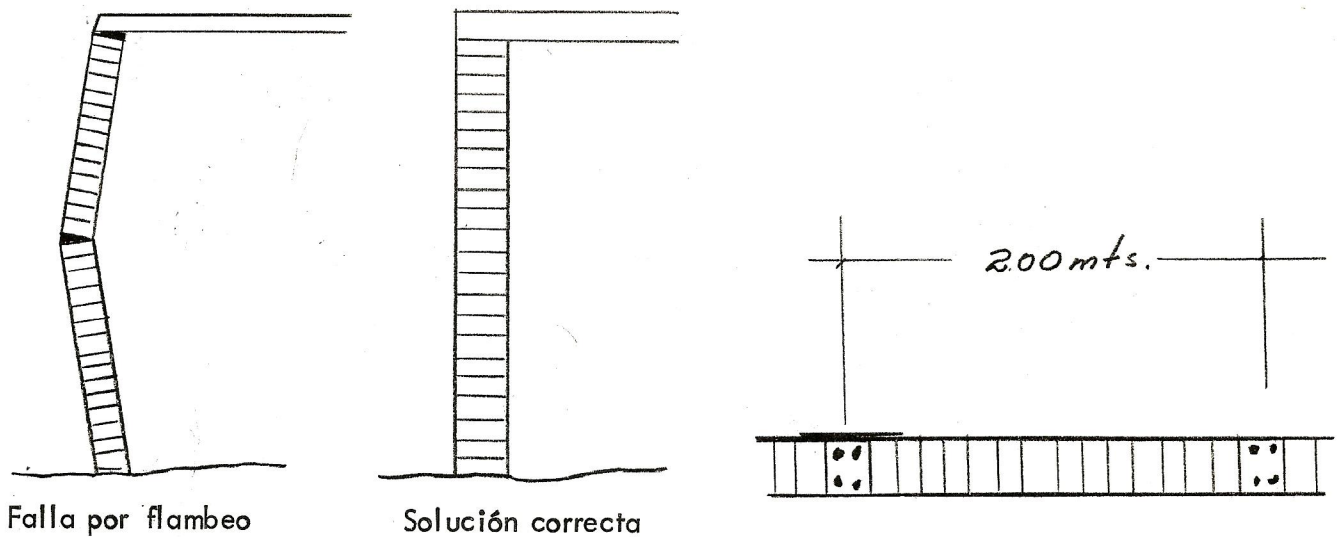
Con ladrillo

Cuando se tienen pretilos arriba de esta losa, por ser estos elementos sumamente ligeros, no ayudarán a evitar esta falla, por lo que deberá colocarse una cadena como remate del pretil y ligarla, mediante castillos espaciados convenientemente, - al nivel de cerramientos de puertas o ventanas.

En estructuras de concreto armado o de cualquier otro tipo, en que se tienen muros de relleno, es frecuente también que aparezcan este tipo de grietas y ellas son debidas al asentamiento natural que sufre el muro al fraguar el mortero del mismo, por lo que se pueden corregir fácilmente rellenando y acuñando la parte superior una vez fraguado el muro. Se evitan dejando en todos los muros así construídos, que fragüe el mortero totalmente, procediendo después a rellenar la hilada superior.

b) A LA MITAD DEL MURO. Este tipo de fallas suele ser el de más peligro, pues aparecen cuando el muro corre el riesgo de desplomarse por flambeo.

Su arreglo desde luego es radical, pues es necesario cambiar el muro y aumentar el espesor del mismo, haciendo previamente los apuntalamientos correspondientes del entrepiso o techo. Puede ser corregida también, conservando la misma sección del muro, pero colocando dentro del mismo refuerzos verticales que ayuden a soportar la carga.



c) EN LA PARTE INFERIOR. Este tipo de fallas, aunque es poco frecuente, es sumamente peligroso y casi siempre ocurren en casas ligeras, donde el muro ha sufrido un desalojamiento horizontal en su parte inferior, consecuencia casi siempre de la dilatación de los polines o vigas de madera que sostienen el entrepiso, los cuales erróneamente no fueron dejados separados del muro como tantas veces se ha indicado.

Lógicamente la viga o polín, al mojarse o estar sujeto a una atmósfera muy húmeda, tenderá a hincharse y empujará por los extremos.

Capítulo 4

EXPERIENCIAS EN LABORATORIO

De los ensayos sobre agrietamiento de muros por Acortamiento Longitudinal, de la Universidad de Chile, se llegó a las siguientes conclusiones:

Los muros que muestran mayor facilidad para agrietarse, son los bloques huecos de hormigón. Los bloques en el ensayo se colocaron secos. Las grietas se produjeron en las juntas entre el mortero de pega y las unidades, siguiendo una línea quebrada predominantemente vertical. Se observó que las partes horizontales de las grietas se originaron preferentemente entre el mortero de pega y la mitad superior, se supone que esto es a causa de que la unidad superior, se coloca después que ha transcurrido cierto tiempo desde que se ha depositado el mortero, este último ha perdido el agua necesaria para asegurar una buena adherencia.

Los muros menos susceptibles de agrietamientos por acortamiento longitudinal, fueron los de ladrillo de arcilla cocida. Los morteros que se usaron, fueron los más ricos en cemento, por lo que puede suponerse de más alta retracción. Morteros más pobres garantizarán mejor el no agrietamiento por esta causa.

Las grietas de los muros de silicio calcareo, fueron claramente menores que las grietas en los muros de bloques de hormigón. Como factores favorables para evitar el agrietamiento, se recomienda usar morteros pobres en cemento o aquellos de cal y cemento, éstos últimos parecen recomendables por tener mayor capacidad de retención de agua. Las grietas rompieron igualmente las juntas que los ladrillos mis

mos. Los ensayos los llevaron a cabo sobre dos muros de cada material, y con materiales del lugar, por lo que no pueden tomarse estas experiencias como representativas, pero nos dan una idea clara que el block de hormigón es muy susceptible de agrietarse cuando es expuesto a rápido secado.

Mientras que los muros de ladrillo de arcilla cocida con morteros de cal y cemento dan un buen resultado ante la desecación.

Entre las experiencias del laboratorio de la Facultad de Ingeniería de Guatemala, se pueden mencionar dentro de este campo las siguientes:

En los muros de relleno o mejor en los tabiques, se han observado agrietamientos en la intersección de las paredes con las columnas, siendo estas de dirección vertical a lo largo de la unión.

La causa de este agrietamiento se debe posiblemente a la falta de interacción entre las paredes y el resto de la estructura, que cuando ésta última se mueve, ya sea por pequeños asentamientos o cambios de temperatura o bien por pequeños movimientos telúricos, lo hace en forma independiente, separándose de los tabiques de relleno.

Este tipo de agrietamientos no es posible eliminarlos, por lo que las grietas deben taparse.

Se recomienda para evitar este tipo de fallas dos formas posibles:

A- Lograr un amarre eficaz entre muros de relleno y estructuras para que

el conjunto funcione integralmente.

B- Flexibilizar el sistema, dejando juntas entre el relleno y la estructura. En esta forma la estructura trabajará sin restricciones y no causará grietas al azar en el tabique, sino se inducirán hacia la junta.

Otro tipo de fallas muy comunes son los desprendimientos del cernido por falta de adherencia, provocada por la falta de repello. Esta es una falla de apariencia que puede solucionarse dejando zizas verticales y transversales, disimuladas en puntos convenientes y hechas de un mortero pobre a fin de inducir en dichas zizas la formación de las grietas.

El origen de este tipo de grietas es a causa de pequeños movimientos en la estructura ya que el repello y el cernido son débiles a tensión y no se acomodan con facilidad a los pequeños movimientos de la base sobre los que están colocados.

Se recomienda para reparar estas fallas y para evitar que sucedan, que el cernido se prepare con un aditivo adecuado y se una a la superficie de base por medio de un adhesivo específico para morteros de acabado.

Las grietas de apariencia que aparecen en las losas, son causadas generalmente por pequeños cambios de volumen por temperatura, de flexiones, contracciones en el secado del cernido, para lo que se recomienda sellarlas con una lechada de cal espesa y un activo sellador ligante; o bien con pintura o con sellador especial.

Es recomendable el uso de resinas plásticas epóxicas para losas y grietas exte

riores.

El uso de la loseta de barro cocido en la losa es aconsejable, pues reducirá las variaciones de temperatura, lo que redundará en menores cambios de volumen en la losa y se evitarán de este modo las grietas producidas por esta causa.

Capítulo 5

VISITAS A CASAS CONSTRUIDAS EN SERIE

De las visitas efectuadas a casas construidas bajo el sistema F.H.A., pude observar que el porcentaje de casa reclamadas es muy pequeño por lo que puedo afirmar que las fallas encontradas se deben a causas accidentales, dentro de las que se podrían mencionar la condición de la mano de obra irresponsable difícil de controlar dado el número elevado de operarios que laboran en un proyecto determinado. Es importante mencionar también que la mano de obra calificada es muy reducida, casi nula para ponernos más en la realidad; causa que viene a afectar el buen desarrollo de los métodos de construcción establecidos.

Otra causa de fallas es el bajo control sobre los materiales de construcción, - así como la escasez que de éstos se presenta al momento de iniciarse el proyecto de una colonia, lo que viene a ocasionar el hecho de recurrir a una gran cantidad productiva no tiene los medios de llevar un riguroso control sobre sus productos y de este modo el constructor no tiene más remedio que aceptar los materiales disponibles a su alcance.

Entre las fallas más comunes encontradas podemos mencionar:

Grietas horizontales en la última hilada de ladrillo, en su intersección con la solera superior.

Este tipo de grietas según observé se presentan con más frecuencia en aquellos muros que colindan a un patio o ambiente donde la losa no es continua, efecto

que podría explicar que los movimientos de la losa no es parejo a ambos lados del muro lo que sometería a la solera a un par torsionante a lo largo de su eje longitudinal; es más puede observar que en el punto donde la losa se hace continua a ambos lados del muro o bien las luces de las losas a los lados del muro se vuelven más o menos iguales, estas grietas tienden a desaparecer.

En opinión del Ing. Conrado Ducas del F.H.A., esta falla es ocasionada por la cantidad del mortero colocado entre la penúltima fila y la última, lo que él explica así: para mantener la altura deseada del muro el albañil se encuentra con el problema de que la última hilada no cabe o bien queda sobrada y es en estos casos cuando recurre a poner poco mortero lo que ocasiona una falta de amarre entre las dos hiladas, si es el segundo caso llena el espacio con mortero que es un material menos resistente que el ladrillo y no soporta con eficiencia el esfuerzo al que está sometido. Sin embargo, estas dos condiciones se ven más afectadas, por lo que he observado, en aquellos puntos donde la losa no es continua.

Para evitar esta falla yo recomendaría el uso de un adhesivo especial para morteros en las últimas dos hiladas y en el caso de que se necesite rellenar el espacio sobrante se use mortero y piedra. Por otro lado recomendaría un estudio sobre el efecto producido sobre el muro en aquellos donde la losa es discontinua.

Otra de las fallas que puede observar es la grieta típica de asentamientos diferenciales. La mayor parte de ellas son simples fallas de apariencia, es decir que sólo afectan el repellado y al cernido. En vista de que los materiales usados para repello y cernido no tienen resistencia a las tensiones producidas en los muros reco-

miendo el uso de adhesivos especiales para acabados sobre todo en aquellas zonas donde el suelo por su composición sea inestable como por ejemplo los suelos arcillosos que aumentan su volumen por absorción de agua. Otra recomendación importante es la de que el material de relleno tenga como mínimo 25 cms. de espesor para que este material granular absorba los movimientos del suelo base, pues se ha visto que 10 ó 15 cms. no han dado el resultado que se esperaba.

A las fallas estructurales, que aparecen en los muros a causa de los asentamientos diferenciales es conveniente repararlas de acuerdo al procedimiento recomendado por el Arq. mexicano, A. Barbará, el cual mencionamos anteriormente, es de hacer notar que la falla de este tipo más importante que encontré en una casa de colonia construida sobre un relleno, considerada como caso único, tuvo su origen, como causa más probable, en la construcción de un arreate pegado al muro frontal. Cuando estos arreates son hechos sin tomar las medidas de seguridad necesarias como podrían ser un buen drenaje e impermeabilización del muro en ese sector, ocasionan una infiltración de agua importante en el suelo o material de relleno que acabará por debilitar éste, con el consiguiente hundimiento del cimiento en ese punto; por lo que recomiendo a las empresas que se dedican a esta industria hacer del conocimiento de sus clientes este peligro.

Dentro de las fallas de apariencia más comunes encontradas en mis visitas a los diferentes proyectos está la grieta que se produce en la unión de dos casas simplemente con repello y cernido. Como es natural tratándose de dos estructuras diferentes los movimientos de ellas son independientes y como ya lo he mencionado los

materiales de acabado, no son capaces de absorberlos, por lo que recomiendo el uso de zisas entre casa y casa para inducir en ellas la formación de estas grietas y evitar así este mal aspecto:

El agrietamiento del blanqueado producido por la desecación del mismo no representa ningún peligro ni es anuncio de movimientos o fallas de la estructura y es remediable con el uso de aditivos especiales para acabados.

Dentro de este tipo de fallas, es decir las de apariencia, podemos mencionar las grietas que aparecen en las bases de las ventanas generalmente causadas por el método de construcción, que consiste en repellar la parte inferior al sillar de la ventana después de haber repellido el resto de la pared. Esto se puede evitar como en la mayoría de las fallas del repello, con el uso de aditivos especiales.

Estas fallas no deben confundirse con el caso presentado anteriormente, pues ésta se produce verticalmente del extremo inferior de la ventana hacia el suelo y no a cuarenticinco grados producido por la falta de un sillar de concreto.

Fallas en las losas

El principal problema de una losa es evitar la infiltración del agua, a causa de las grietas normales del concreto y al estancamiento de agua sobre ella.

Puesto que se ha mencionado que el agrietamiento del concreto es normal, es entonces necesario recurrir a procedimientos de impermeabilización especiales, lo que se tratará en el capítulo siguiente.

Una falla muy corriente, aunque solamente de apariencia, es la provocada por el ducto de la instalación eléctrica. Esta tiene como origen un mal procedimiento de construcción, pues se ocasionan cuando se coloca el ducto por debajo de la armadura causando en ese punto una discontinuidad en el concreto en la parte sometida a mayor esfuerzo de tensión, lo que viene a producir ese agrietamiento a lo largo de la parte del ducto colocado en la posición indicada.

Este tipo de fallas es a causa de la irresponsabilidad de la mano de obra y de un descuido en la supervisión, por lo que se recomienda a las compañías constructoras ejercer un mayor control sobre sus empleados a fin de evitar que se presenten este tipo de fallas que en realidad no debieran existir.

En opinión del ingeniero Juan José Hermsilla, el mayor problema al que se enfrenta un constructor en la ciudad de Guatemala es la constante variación de la temperatura. Esta es origen de una gran variedad de grietas que se encuentran tanto en las losas como en las paredes.

Con respecto a la grieta horizontal que aparece generalmente en la penúltima hilada de ladrillo, es ocasionada por los continuos movimientos de las losas al expanderse y contraerse por los cambios de temperatura. La mayor frecuencia de esta en las paredes donde la losa no es continua, tiene como causa que el movimiento de la losa en ese lado es en una misma dirección, cosa que no sucede en los muros intermedios pues en ellos la losa se mueve hacia ambos lados del muro manteniendo el apoyo sin esfuerzos laterales de corte que son los causantes de la falla en el muro en su punto más débil como lo es el mortero que sirve de unión entre ladrillo y la

drillo. La razón de presentarse en la penúltima hilada es por el mayor agarre entre el concreto y el ladrillo en la última fila, localizándose la grieta en la primera línea de mortero.

Dado que el origen de esta grieta es la temperatura, no basta para corregirla el rellenarla y repellarla pues aparecerá nuevamente al continuo movimiento de la losa, es por eso que la solución adecuada es la de aislar lo mejor posible a la losa de las variaciones de temperatura.

Recomienda el uso de terraza española como el medio más económico de aislante y como aún así no se evitan totalmente los movimientos es preferible dejar una zisa en la primera línea de mortero para encausar en ella el posible apareamiento de la grieta.

La grieta vertical que aparece en los muros principalmente en las verjas, también tiene su origen en los cambios de temperatura que contraen o ensanchan el muro y es entonces preferible dejar juntas de dilatación, para que sean estas las que absorban los movimientos. No es conveniente dejar unidas la pared de la verja a la estructura de la casa, pues esta se moverá en forma independiente por ser más masiva y provocará una grieta en la unión.

La filtración del agua a través de la losa es provocada por las grietas que aparecen en ella al rajarse el concreto por los cambios de temperatura, por lo que la mejor forma de evitar la filtración en las losas, es aislándolas por medio de una terraza española, es decir con baldosa.

Opiniones del Ingeniero Gonzalo Palarea:

Las grietas a cuarenticinco grados son ocasionadas por asentamientos diferenciales de los muros por lo que es necesario revisar la cimentación, reforzarla, et c. Una vez arreglada la cimentación se procede a reparar la grieta rellenándola con sabieta o repellar nuevamente.

La grieta horizontal fue observada en aquellas casas que por razones de cumplimiento del programa de trabajo no se dejó asentar el muro, antes de fundir la losa, sin embargo, al aumentar el tiempo de trabajo se dejó fraguar el muro y esta grieta no se volvió a presentar.

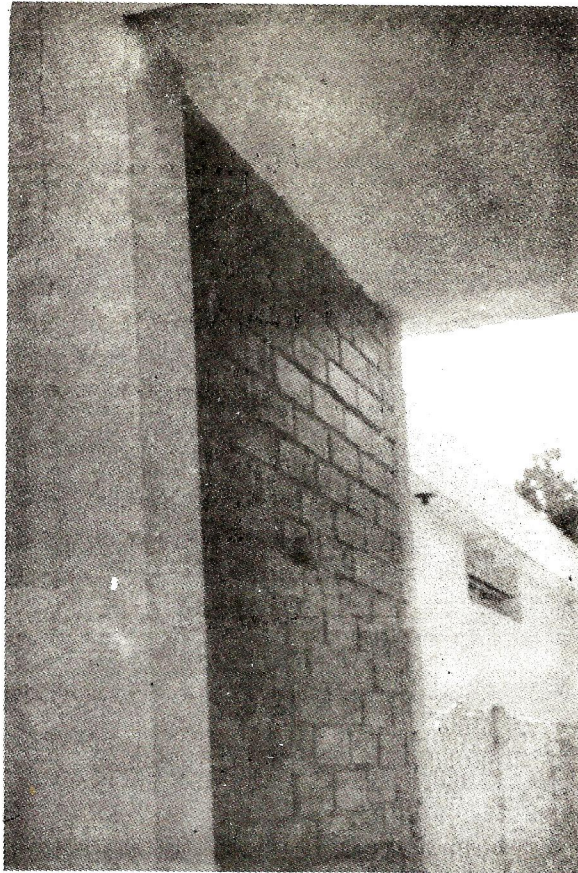
Es decir que esta grieta tiene como origen el asentamiento del muro, provocando entonces que la solera superior trabaje como una viga de carga. Esto parecería no concordar con el concepto anterior de la causa de esta grieta, pero según se me informó el proceso que utilizan para aislar la losa de los cambios de temperatura, les ha resultado bastante eficiente, por lo que los movimientos de las losas se han reducido bastante y entonces esta grieta sería la típica de los muros de relleno, cuando no se toma la precaución de dejarlos asentar.

El proceso de aislamiento de la losa que utilizan consiste en colocar sobre la fundición una capa de arena amarilla y sobre de ella colocan los pedazos de ladrillo que les sobran de cada construcción. Ponen otra capa de arena amarilla y cubren con una capa de blanqueado.

Este método viene a funcionar como una terraza española, recomendada como

la forma más económica de aislar la terraza.

La impermeabilización la han resuelto colocando una capa de "jalea jabón", aplicada con brocha se deja secar y después se pone otra capa de este producto en la misma forma. De ésta manera han reducido en gran parte el problema de impermeabilización.



Fotografía No. 1

Muestra una falla originada en el acabado por tratarse de una unión entre dos estructuras diferentes, que al moverse cada una en forma independiente origina esfuerzos de tensión en el acabado, el cual no los resiste dando origen a la grieta.

Lo conveniente es entonces dejar una sisa para inducir en ella la grieta.



Fotografía No. 2

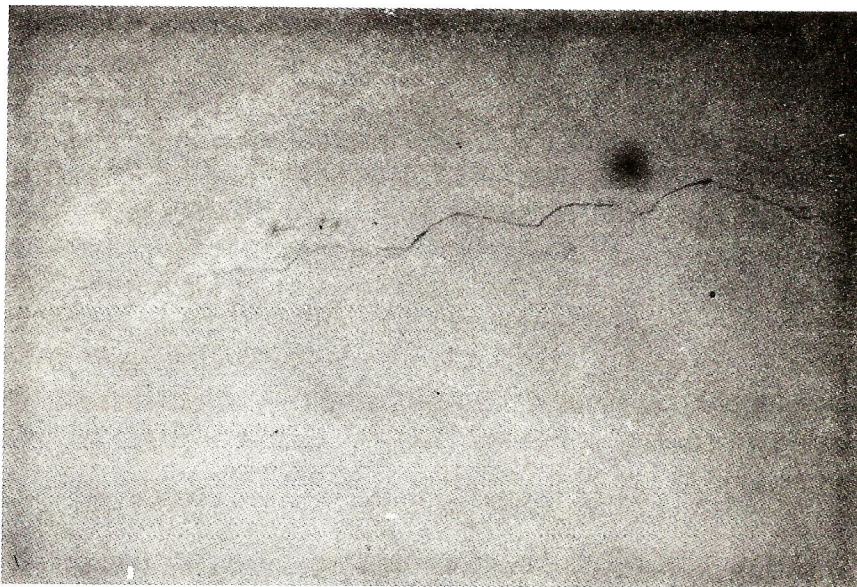
En ella se muestra el agrietamiento típico del blanqueado cuando el mortero se reseca.

No tiene ninguna repercusión en la estructura y es una falla de apariencia únicamente.



Fotografía No. 3

Tanto en ésta como en la fotografía No. 4 se muestra la grieta causada por la mala colocación del tubo que conduce el alambrado de la instalación eléctrica. Se recomienda una muy eficaz supervisión para evitar que esto suceda.



Fotografía No. 4



Fotografía No. 5

Muestra una falla de cimentación en la pared de una verja.

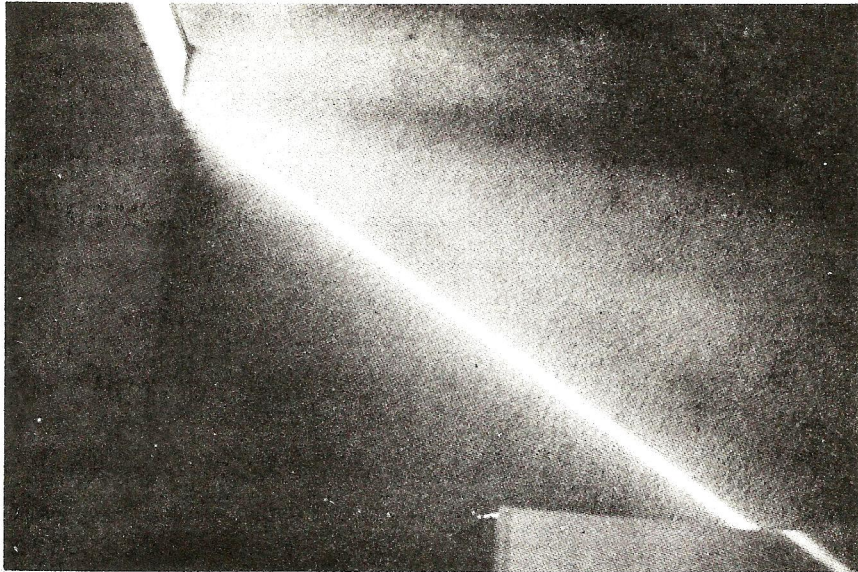
El hundimiento del suelo ha provocado la ruptura de la parte más débil de la pared como lo es el block y ha causado un desprendimiento horizontal del muro de la solera superior. El agrietamiento del amarre vertical es causado por la falta de refuerzo en el mismo.



Fotografía No. 6

Grieta horizontal que aparece en la penúltima hilada del ladrillo.

Este tipo de falla es muy común y su origen es debido a la falta de un fuerte agarre entre los ladrillos y la losa y a la falta de un aislamiento térmico de la losa, pues es la temperatura la que causa el continuo movimiento de ella y ocasiona los esfuerzos de corte en los muros.



Fotografía No. 7

En ésta se muestra una falla de humedad en el muro de un baño.
El origen de esta humedad es la falta de una buena ventilación, a causa del tipo de ventana usada en esta casa.

Capítulo 6

ADITIVOS, ADHESIVOS, SELLADORES Y REVESTIMIENTOS EPOXY

Dentro la diversa gama de marcas existentes en el mercado de estos materiales para la construcción haré mención a los productos de la Casa Sika por tener de ella mayor información.

Dentro de los aditivos para el concreto mencionaremos los siguientes:

Plastiment: es un aditivo para concreto y mortero que mejora la calidad estructural y la trabajabilidad de las estructuras de concreto reforzado, cimentaciones y edificios.

Este aumenta la resistencia a la compresión, la uniformidad y a la trabajabilidad. Reduce el agrietamiento por contracción y absorción. La retardación del fraguado inicial da tiempo para un acabado apropiado y a una colocación sin juntas - frías.

SIKACRETE: Aditivo para concreto o mortero, acelera el fraguado y mejora la calidad estructural; se usa para mortero de mampostería, pisos, reparaciones o para alternar con Plastiment en tiempo frío.

Anticipa el fraguado inicial, aumenta la trabajabilidad, la resistencia en compresión y la impermeabilidad.

Reduce el agrietamiento, la absorción, y la eflorescencia.

SIKA SET: Aditivo para concreto y mortero que produce fraguado rápido con escasa contracción.

Produce mortero o concreto de gran cohesión y adhesividad a superficies limpias y sanas. La escasa contracción reduce el riesgo de grietas.

SIKA LATEX: Aditivo para morteros y cubiertas cementosas. Usado para acabados, parches, capas en enrase, repello, estuco y cubiertas delgadas a base de cemento.

Mejora la adhesión de morteros y cubiertas cementosas, reduce el secado prematuro, reduce grietas y aumenta la resistencia al impacto.

SIKA No. 1: Aditivo de mortero para aumentar su resistencia al agua, trabajabilidad y adhesividad; recubrimientos de cemento, repellos, mortero para ladrillos y bloques de concreto.

Produce un mortero de cemento altamente resistente al paso del agua. Excelente laborabilidad, ideal para trabajos de albañilería y cubiertas de cemento.

SIKA PLUG: Su principal uso es para sellaje de filtraciones, reparaciones rápidas en concreto o mampostería en pisos, paredes o aceras.

ADHESIVOS:

COLMA DUR GEL: Adhesivo de relleno para pegar superficies disperejas o superficies secas.

No se contrae, resiste al agua y tiene una gran adherencia a superficies verti
cales.

COLMA DUR LV: Sistema epoxy de baja viscosidad para inyección y sella-
je.

Se usa para inyección en grietas secas sin movimiento; para sellar superficies
de concreto porosas y secas.

La extraordinaria fluidez de este producto permite una penetración profunda
de la inyección en la grieta. Produce más de 350 kg/cm² en tensión después de sie
te días. Es libre de solventes y no se contrae.

COLMA FIX: Adhesivo epoxy para pegar concreto o mortero fresco a concre
to duro u otros materiales estructurales.

COLMA FIX LV: Se usa para inyectar en grietas húmedas, sin movimiento y
oquedades en el concreto. Cura en presencia de humedad, sin embargo, no debe de
haber agua estancada en la grieta. Su baja viscosidad permite que la inyección pe-
netre profundamente en la grieta. Alta resistencia en tensión, no es frágil, no con-
tiene solventes, y no se contrae.

SELLADORES:

COLMA JOINT SEALER:

Sellador impermeabilizante para juntas de materiales de construcción. Tiene
características similares a las del caucho, es decir, retorna a su forma original cu
an

do no está bajo tensión o compresión. Se pega tenazmente a materiales de construcción, mantiene alta adherencia aún expuesto a inmersión y a bajas temperaturas.

SIKA KOTE; CUBIERTA CEMENTOSA BLANCA: Se usa para paredes sobre o bajo la rasante, tanto para paredes de concreto, bloques de concreto y mortero o bien de cemento y ladrillo. Produce una cubierta dura que no descascara ni produce polvo sobre las superficies de concreto, o mampostería. Una sola mano previene la penetración del agua en la mayoría de los casos.

Entre los compuestos curadores de concreto tenemos el Antisol, que se usa para prevenir la pérdida de humedad en concreto recién colocado. Para sellar encofrados de madera y evitar que el agua disuelva los azúcares de la madera.

Este producto se hace indispensable en la fundición de losas inclinadas, donde el curado no puede hacerse con agua.

Capítulo 7

CONCLUSIONES

1. Este trabajo pudo ser llevado a cabo tomando como fuente de información, cualesquiera de los textos, tratados o publicaciones de las muchas instituciones y profesionales, que se dedican al estudio de fallas en cualquier tipo de estructuras, pero no era esa mi intención, pues existiendo, ya, estos trabajos no tendría ningún objeto práctico resumir las informaciones que en ellos aparecen detalladamente.

Por esta razón preferí llevar a cabo una investigación directa en los proyectos donde las fallas, motivo de esta tesis, se presentan.

Por el carácter de la información a solicitar, nos damos cuenta de lo escabroso del tema y es fácil explicar entonces, las dificultades y limitaciones con que esta información se pudo obtener, pero tiene la importancia de ser esta la primera vez que se intente penetrar el problema de las fallas, sobre todo en la construcción en serie que en Guatemala es, hoy por hoy, la principal fuente de viviendas con que se cuenta.

Es decir pues, que este trabajo no constituye más que una puerta que se abre para futuras investigaciones sobre el tema propuesto, que —y esto quiero recalcarlo— no puedo considerar ni mucho menos que el tema haya sido agotado, sino por el contrario se tome éste como un estímulo para continuar estas investigaciones que tanta falta nos hacen, como provechosas puedan ser para la

práctica profesional de la Ingeniería, como para los futuros usuarios de estas viviendas.

2. Como resultados de este trabajo a través del desarrollo del mismo y de la información obtenida puedo mencionar:

a.- La proporción de casas que han resultado con fallas es en realidad pequeña y que por lo tanto no puede considerarse ésta como causa o motivo para rechazar este sistema de construcción, sino por el contrario puede observar que se ha adquirido gran experiencia y que cada vez los proyectos son realizados con mejores métodos y obtenido mejores resultados.

b.- Las fallas más comunes encontradas no son de origen estructural sino son fallas de apariencia causadas la mayor parte de ellas por pequeños movimientos telúricos y por variaciones de temperatura.

c.- La falla estructural más común es la grieta que aparece en la penúltima hilada de ladrillo, sobre todo en paredes exteriores, o paredes intermedias cuyas losas a los lados tienen luces muy diferentes.

El origen principal de esta grieta, son los movimientos de las losas por cambios de temperatura.

d.- La falla en losas más corriente es la originada por la mala colocación de la tubería de la instalación eléctrica.

e.- Con respecto a las fallas de cimentación por asentamientos excesivos o por mala compactación del relleno puedo decir, que no es una falla común, de hecho sólo encontré una vivienda con agrietamientos típicos de este tipo de falla y se presenta este caso en una fotografía de la verja de esta casa.

Capítulo 8

RECOMENDACIONES

- 1.- La Facultad de Ingeniería por medio de su departamento de Estructuras y el Centro de Investigación, debe colaborar al estudio de los orígenes de las fallas que se presentan en las viviendas construidas en serie.

Este estudio se deberá llevar a cabo haciendo experimentos en muros de carga construidos a escala natural y en las mismas condiciones de construcción, para poder determinar sus capacidades de carga, así como la resistencia al corte. Pruebas sobre los materiales de construcción con el objeto de mejorar las mezclas para morteros y obtener de ellos mejores rendimientos mecánicos. Experimentar los posibles métodos de aislamiento térmico, sobre todo para las losas, pues es la temperatura la principal causa de muchos agrietamientos en el concreto.

Dado que es el "mixto" el principal método de construcción usado en esta industria de construcción es necesario hacer estudios tanto experimentales como teóricos para determinar exactamente el comportamiento de todos los materiales así como sus condiciones de carga para establecer el mejor uso del refuerzo y procurar de este modo una mayor seguridad y un precio por vivienda más cómodo.

- 2.- Las compañías constructoras y el F.H.A. deben aumentar su supervisión a fin de asegurar un trabajo más eficaz.

- 3.- Las constructoras deben procurar establecer sus tiempos de construcción a fin de prestar mayor atención a cada unidad así como dejar que los materiales lleguen a su estado óptimo de trabajo.
- 4.- Establecer sistemas de chequeo de los diferentes materiales rigurosos.
- 5.- La Facultad de Ingeniería, después de un riguroso estudio de laboratorio, debe establecer que fábricas de materiales llenan los requisitos mínimos de calidad y cuales nó, e instarlas a que se sometan a las especificaciones requeridas.
- 6.- Que el curso, que se imparte en la facultad, de Métodos de Construcción recomiende a los alumnos el tema de las fallas como puntos de tesis.
- 7.- Dentro de las recomendaciones para las fallas encontradas puedo mencionar:
 - a. El uso de terraza española hecha de los pedazos de ladrillo que sobren en la construcción, para formar un aislante térmico bastante eficaz y muy económico. Para impermeabilizar la terraza es conveniente un blanqueado cubierto con el producto de la fábrica Kong Hnos. llamado "jalea jabón".
- 8.- Por último quiero mencionar un aspecto muy importante que es causa de muchos problemas durante la construcción y origen de una gran cantidad de fallas tanto de apariencia como estructurales y este es la Mano de Obra.

Necesitamos mano de obra especializada y creo que la facultad debe intensificar sus cursos para Maestros de Obra.

BIBLIOGRAFIA

Normas de Planificación y Construcción

Autor Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas.

Métodos de Construcción

Autor Arquitecto A. Barbará

Otras fuentes de información:

Ing. Conrado Ducas

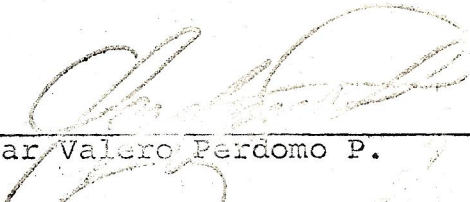
Ing. Gonzalo Palarea

Ing. Juan José Hermsilla

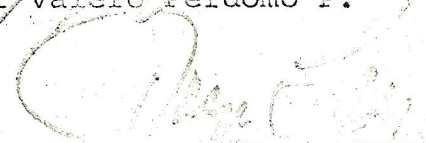
Ing. Otto Caballeros

Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas, F.H.A.


Instituto Nacional de la Vivienda, I.N.V.I.


Oscar Valero Perdomo P.

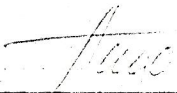
VºBº


Ing. Jorge Lazo
Asesor

VºBº


Ing. Manuel Angel Castillo B.
Director de la Escuela de Ing. Civil

Imprimase


Ing. Hugo Guan Ma
Decano