

5. DAÑOS A EDIFICACIONES

5.1 DISTRITO MARINA.

El distrito Marina es un área residencial situada al Norte de San Francisco con frente al mar en el ingreso a la bahía, cuyas edificaciones en su mayoría de madera fueron construidas al parecer hace mas de cuarenta años. Los daños más graves en edificaciones ocasionados por el terremoto ocurrieron en este distrito Marina. Muchos edificios de madera de cuatro a cinco pisos fueron seriamente dañados. Incendios ocurrieron también en esta área y las escenas fueron transmitidas por la T.V. al mundo entero por vía satélite

Los aspectos más importantes de los daños en las construcciones por el sismo, así como sus causas son presentados en este informe. El área donde fueron construidas las edificaciones fue lograda desecando los pantanos y rellenándola con material arenoso, después del terremoto de San Francisco en 1906. Generalmente, las áreas de rellenos (en especial en zonas marinas con material suelto) sufren vibración más severa durante la ocurrencia de terremotos. El relleno fue realizado con arenas y material suelto del fondo marino de la bahía de San Francisco y el área está junto al mar. Por esto, el sismo provocó la licuefacción de las arenas saturadas en muchas zonas del área.

Por efecto del sismo, en las edificaciones de 4 a 5 pisos, el primer piso, usado para garages, sufrió los daños más severos (Foto 5.1). Esto se debió que con el tiempo se cambió el uso del primer piso y la dificultad de construir muros de corte dentro de los garages y la resistencia a fuerzas laterales no fue suficiente. Además la rigidez del primer piso es mucho menor que la de los otros pisos y la energía generada por la vibración durante el terremoto se concentró en el primer piso. (Foto 5.2). En los edificios de las esquinas (Foto 5.3), los daños fueron más graves debido a que los muros de corte no fueron suficientes en ambas direcciones longitudinal y transversales, esto por la existencia de entradas en ambos lados.

Los edificios con mayores daños fueron los construidos con pórticos de madera con revestimiento de tablas horizontales clavadas a los pórticos. (Foto 5.4). Los entablados horizontales no son muy efectivos para resistir fuerzas laterales. Si se hubiera usado paneles de madera contraplacada (triplay), los cuales son muy efectivos para resistir fuerzas laterales, en vez de los entablados horizontales, el daño hubiera resultado mucho menor (Foto 5.5). La mayoría de los edificios fueron cubiertos con ladrillos, o cerámicas, los cuales mantienen la humedad entre estos y los entablados y ocasionaron un deterioro acelerado de los pórticos o entramados con el tiempo (Foto 5.6).

5.2 WATSONVILLE.

Además de los daños considerables en el Distrito Marina, un gran número de viviendas de estructuras de madera de dos pisos fueron seriamente dañadas en Watsonville, una localidad situada a 10 km. del epicentro. En esta población las viviendas en su mayoría son de construcción de madera muy común en los Estados Unidos. Su estructura consiste en uno o dos pisos de madera apoyados sobre muros de cimentación que conforman un semisótano rígido el cual tiene ventanas altas por razones de iluminación y/o ventilación que circundan este nivel. La diferencia de rigideces de la estructura de concreto en la base y la de madera que apoya sobre la primera a través de conexiones no diseñadas para soportar cargas laterales crearon las causas de las fallas. La mayor parte de los daños fue causada por el colapso de la parte superior de los muros de la cimentación, vale decir la falla de la porción comprendida entre los muros de concreto de la cimentación y la estructura de madera del primer piso. En esta porción existen aberturas o ventanas altas de ventilación del semisótano pero no existen suficientes arriostres de los apoyos (Fotos 5.7 y 5.8). Debido a estos daños, cerca de veinte familias tuvieron que permanecer en campamentos y tiendas instaladas en el parque (Foto 5.9).

5.3 DAÑOS DEL PENTHOUSE.

El colapso del Penthouse del Hotel Amfac cerca del Aeropuerto de San Francisco es también uno de los típicos daños ocasionados por el sismo (Foto 5.10). La parte superior del edificio tuvo posiblemente una aceleración tres veces mayor que la de su base durante el sismo. Por ejemplo, en el Hospital VA en Palo Alto, la máxima aceleración fue de 0.35 g. al nivel del suelo y de 1.09 g. en el 7º piso. En el edificio Trans América en San Francisco, la máxima aceleración fue de 0.1 g. en el sótano y de 0.31 g. en la parte superior del piso 49º. Además, las pequeñas porciones o apéndices de las partes altas de los edificios experimentan vibraciones más fuertes que la porción a la cual están apoyados o fijados. Por consiguiente la máxima aceleración de estas partes o apéndices podría fácilmente alcanzar un valor mayor de la gravedad (1g.)

5.4 AEROPUERTO DE SAN FRANCISCO.

El Aeropuerto de San Francisco no pudo funcionar por lo menos algunas horas después del terremoto. Esto debió ser porque existió la necesidad de inspeccionar, por unas horas, las partes importantes del aeropuerto, tales como la pista de aterrizaje, la torre de control para verificar si sufrieron algún daño y en ese caso estimar si los daños podrían ser de peligro o no. El daño sufrido por el cielo raso del edificio de las terminales del aeropuerto debió tomar varias horas, sacar las partes dañadas o vulnerables. La reparación no había sido terminada un mes después de la ocurrencia del terremoto (Fotos 5.11 y 5.12).

5.5 UNIVERSIDAD DE STANDFORD

Varios edificios de mampostería en la Universidad de Standford tuvieron daños menores o moderados y la suma total de las pérdidas debidas al sismo podría ser de 150 millones de U.S. dólares. Algunos edificios habrían sido reforzados temporalmente mediante estructuras de madera (Foto 5.13). Incidentalmente, en los últimos años varios edificios de mampostería habrían sido reforzados y estas construcciones ya reforzadas se comportaron bastante bien, probando que el método de reforzamiento era satisfactorio.

La Escuela de Negocios para Graduados tuvo daños menores en los muros de corte y los cielos rasos del edificio de concreto armado de tres pisos (Foto 5.14). En la biblioteca del edificio, todos los estantes de los libros se volcaron o fallaron (Foto 5.15). No hubieron elementos para resistir las fuerzas laterales en los estantes. Esto deberá tomar varios meses reparar los daños y reordenar la biblioteca para su normal funcionamiento.

5.6 INSPECCION DESPUES DEL TERREMOTO.

Las construcciones en las áreas afectadas fueron inspeccionadas luego del terremoto y clasificadas como "INSPECCIONADAS", "ENTRADA LIMITADA" y "INSEGURA" (Foto 5.16). Este método de clasificación fue desarrollado por el Consejo de Tecnología Aplicada* y el encuentro para difundir el método había sido llevado a cabo poco antes del sismo. Este hecho fue muy útil para dar las medidas estandarizadas para la clasificación de los edificios dañados, los cuales algunas veces causan un conflicto de opiniones entre el propietario de la construcción y el ingeniero inspector de la misma.

(*) Consejo de Tecnología Aplicada "Procedimiento para la Evaluación de la Seguridad Post-Terremoto de Edificios", ATC 20, 1989.



FOTO 5.1: DAÑO TÍPICO EN EDIFICIOS CON GARAGES EN EL PRIMER PISO EN EL DISTRITO DE MARINA, SAN FRANCISCO.

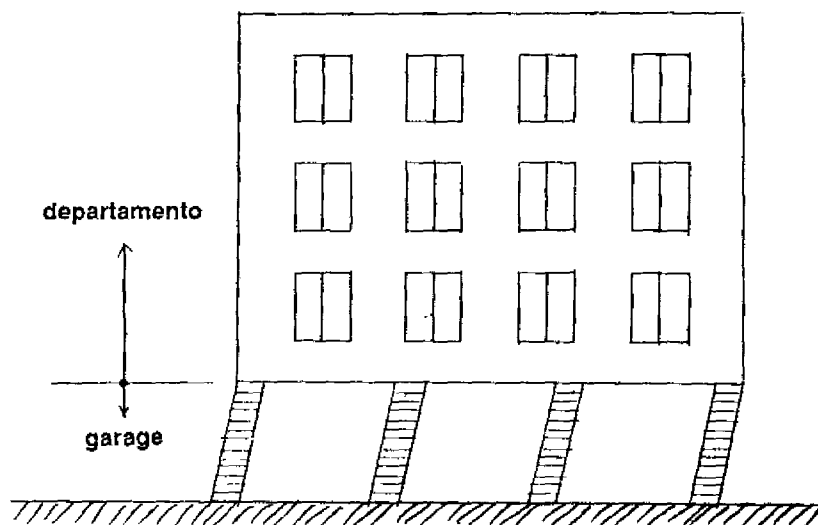


FOTO 5.2: CONCENTRACION DE DAÑOS EN EL PRIMER PISO FLEXIBLE