
UNIVERSIDAD SANTA LUCIA
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN ENFERMERIA

CURSO DE ENFERMERIA EN DESASTRES
"ANALISIS DE VULNERABILIDAD DE LOS
ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL
HOSPITAL MEXICO EN CASO DE TERREMOTO"

REALIZADO POR:

MANUEL WIESSEL A.
PATRICIA SALAZAR S.
MARIA EUGENIA ALFARO S.

COLABORACION DE "PROGRAMA DE DESASTRES"
DE LA ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD

San José, Costa Rica
Agosto, 1996

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA

CAPITULO I

- ♦ Introducción. 1-3
- ♦ Justificación. 5-9
- ♦ Objetivos. 11
- ♦ Metodología. 13-14

CAPITULO II

- ♦ Resultados. 17-41

CAPITULO III

- ♦ Marco Teórico. 44-61

CAPITULO IV

- ♦ Conclusiones. 64-65
- ♦ Recomendaciones. 67-68

CAPITULO V

- ♦ Bibliografía. 71
- ♦ Citas Bibliográficas. 73

ANEXOS

CAPITULO I

INTRODUCCION

I

INTRODUCCION

"Costa Rica es un país centroamericano situado entre las latitudes 8 y 11 grados norte y las longitudes 82 y 86 grados oeste. Su plataforma continental está ubicada en la placa tectónica del Caribe y frente a su costa pacífica se encuentra la zona de subducción, donde la Placa de Cocos se introduce debajo de la del Caribe. Esta zona de subducción es capaz de producir sismos de magnitudes hasta 7.5 en la escala Richter y capaces de producir intensidades en el centro del país, del orden de VII en la escala Mercalli modificada." (1)

La periodicidad de la actividad sísmica en Costa Rica, al igual que en toda Centroamérica, es relativamente alta, lo que mantiene a los organismos de monitoreo, de prevención y de atención de emergencia, en constante alerta y en actividades de revisión y actualización. Por lo tanto, es indiscutible la importancia de la planificación preventiva en relación con los desastres. No basta la buena voluntad y el interés por los demás para conjurar las graves consecuencias que suelen imponer los desastres de la población.

Se han cometido errores cuando no hay una organización adecuada, ni personal preparado para actuar conforme a un plan previamente concertado, ni dirección, coordinación y control eficiente de las operaciones de socorro. Esos errores provocan confusiones, retrasos, omisiones, abusos y duplicaciones; además, aumenta las dificultades que tienen las autoridades responsables para movilizar los recursos disponibles oportunamente y en su totalidad.

Es necesario que los Sistemas de Salud estén organizados y preparados para funcionar, no sólo en condiciones normales, sino también en casos de desastres.

Es de mucha importancia realizar estudios de vulnerabilidad a los hospitales del país, y éstos se iniciaron desde el año 1984 en la Universidad de Costa Rica como proyecto de investigación y como respuesta a la preocupación creciente en el medio que se repitieron eventos como el de San Isidro de Pérez Zeledón en el año 1983.

Las diferentes instituciones en el país como la Comisión Nacional de Emergencia, la Caja Costarricense de Seguro Social (C.C.S.S.) y la Oficina de Desastres de la Organización Panamericana de la Salud, que motivaron a la Universidad de Costa Rica a trabajar en este proceso.

El estudio de vulnerabilidad del Hospital México fue el primer estudio de vulnerabilidad sísmica integral que se realizó en el país, y se tocaron diferentes aspectos en cuanto a los niveles de riesgo a que estaba expuesto, y estos aspectos son los estructurales y los no estructurales; este último es al que nos referiremos en este proyecto que vamos a realizar en el Hospital México.

En setiembre de 1987 el Gobierno Central de la República emitió un decreto en donde exigía a todas las instituciones nacionales el estudio de vulnerabilidad y refuerzo de ser necesario a todos los edificios. Las construcciones de estos refuerzos las contrató la C.C.S.S. mediante licitaciones, pero se referían básicamente al esfuerzo estructural, dejando los aspectos no estructurales de lado, sin tomar en cuenta que éstos pueden producir grandes pérdidas económicas y trastornos en la función del hospital, si

se produjera un desastre.

"El Hospital México es un hospital general que cuenta con gran cantidad de especialidades y servicios, y sirve de hospital de referencia a todos los hospitales del país." (2)

Interesa trabajar con aspectos y elementos no estructurales, debido a que por ser un Hospital General y con una amplia gama de servicios, y de tener factores de riesgo, en caso de un desastre, ya sea natural o provocado por el hombre, se debe estar organizado para minimizar los daños, dando seguridad a los equipos y elementos no estructurales.

El daño en estos sistemas puede llegar a ser tan intenso, que puede comprometer sustancialmente la prestación del servicio después de un sismo. Este daño puede presentarse aún estando la estructura en perfectas condiciones. Es necesario tomar varias medidas preventivas de aplicación general, que podrían dar resultados positivos en la mayoría de los casos.

JUSTIFICACION

JUSTIFICACION

Con el fin de garantizar el funcionamiento ininterrumpido del hospital durante un temblor e inmediatamente después del mismo, se ha propuesto analizar el grado de preparación y el estado actual de algunos de los componentes no estructurales (agua, electricidad, gas, comunicaciones) correspondientes a los servicios esenciales para la continuidad de la atención hospitalaria, ya que varios tipos de desastres y epidemias pueden crear una carga temporaria considerable para el hospital, pero esas cargas nunca serán mayores que las que pudiera ocasionar un terremoto. Si el hospital no está preparado para una catástrofe de este tipo, no podrá responder y mucha gente morirá.

El tomar precauciones en relación con los componentes no estructurales, es una de las maneras más económicas y sin embargo más eficaces de mitigar los daños ocasionados por terremotos.

Ninguna institución depende tanto de la electricidad, agua, oxígeno y comunicaciones como el hospital, sin la adecuada provisión y disponibilidad inmediata de estos recursos en medio de una catástrofe sísmica, se aumentaría el grado de la catástrofe interna que pudiera sucederle al hospital.

Sin tubos de oxígeno posicionados, tuberías rotas, fugas de oxígeno a presión, falta de agua, trastornos en las comunicaciones internas o externas, se agravaría el caos y alteraría la posibilidad de atención de los pacientes internados y la recepción de la gran masa de afectados provenientes del exterior del hospital.

No basta que un hospital se mantenga en pie después de un terremoto, debe continuar funcionando como tal, porque su apariencia exterior puede ser la habitual pero si su esencia interior se ha arruinado, no podrá proporcionar los servicios necesarios a la población.

Hemos preferido contemplar la posición y el estado de los recursos no estructurales que afectarían al área de emergencia , tomando en cuenta que se constituye en la puerta de ingreso para recibir a la población afectada, sin dejar de realizar una evaluación general de los constituyentes no estructurales que abastece dicho sector y corresponde a la generalidad hospitalaria, de tal manera que se puedan mitigar los daños a los componentes no estructurales citados y con ello disminuir el riesgo de vida, pérdidas materiales y riesgo de interrupción del funcionamiento hospitalario en el Hospital México en San José, Costa Rica, 1996.

ANTECEDENTES DE DAÑOS EN HOSPITALES.

Durante la década de los ochenta se presentaron sismos en América Latina cuyas principales víctimas a nivel de infraestructura, fueron las instalaciones hospitalarias. Tal es el caso del sismo de México, ocurrido el 19 de setiembre de 1985, que causó colapso total del Hospital Juárez y la pérdida total del Centro Médico.

El 10 de octubre de 1986 ocurrió un sismo de magnitud 5.7 en San Salvador, que causó intensidades de IX en la zona epicentral. Este sismo fue causado por fallas locales ubicadas debajo de la ciudad de San Salvador y a sólo 3 kilómetros del epicentro produjo aceleraciones máximas del movimiento del terreno de 0.47g (47% de la

aceleración que experimentan los cuerpos en caída libre) Estas aceleraciones máximas son uno de los parámetros que se utilizan en el diseño estructural y son una medida cuantitativa de la intensidad del movimiento del terreno

Este sismo causó daños en 6 hospitales de la capital salvadoreña y redujo la capacidad de camas de 2.160 instaladas, a 925 después del sismo; es decir, se perdió el 57% de la capacidad instalada. Los trastornos sufridos en la atención medica fueron enormes e incuantificables. El terremoto del 3 de julio de 1983 ocurrido en San Isidro de Pérez Zeledón en Costa Rica, es uno de los antecedentes costarricenses de sismos que hacen daño a las instalaciones hospitalarias. Este sismo de magnitud 5.9 causado por una falla local, produjo intensidades de VII (MM) en la comunidad de San Isidro y VIII en algunas comunidades circunvecinas. La instalación pública que más sufrió daños, fue precisamente el Hospital Escalante Pradilla, perteneciente a la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS).

El hospital fue inaugurado en 1975 y diseñado antes de la promulgación del Código Sísmico de Costa Rica y contaba con 210 camas y atendía a una población de 110.000 habitantes. La estructura presentaba serias deficiencias que lo hacían altamente vulnerable ante los sismos y además, los equipos electromecánicos carecían de seguridad al presentar anclajes y sujeciones inadecuados y al estar una gran cantidad de ellos concentrados en un mismo sitio.

Los daños estructurales que produjo el sismo fueron fallas por el mecanismo conocido como columna corta, generalizados en toda la estructura. El daño no estructural en cielos y ventanas e instalaciones, fue excesivo y contribuyó a crear el

pánico entre el personal y los pacientes que abandonaron las instalaciones en forma precipitada, dejando equipos en funcionamiento y salidas abiertas de los sistemas de gas, vapor y aire comprimido. El hospital salió de operación y debió prestar servicios de emergencia en un hospital de campaña.

"El costo total de las reparaciones ascendió a 25 millones de colones, 500.000 dólares al cambio oficial de esa fecha, de manera que se invirtieron \$2.380 por cama en reparaciones. Las reparaciones se concluyeron en julio de 1984; o sea, se necesitaron 12 meses para dejar al hospital en condiciones normales de operación." (3)

"Los sismos de México de 1985 y San Salvador de 1986 ya citados, fueron elementos catalizadores que hicieron comprender a las autoridades políticas, los riesgos a que estaban sujetos los hospitales y que estaban enumerados en los estudios de vulnerabilidad. En setiembre de 1987 el Gobierno Central de la República emitió un decreto, en donde exigía a todas las instituciones nacionales el estudio de vulnerabilidad y refuerzo (de ser necesario), de todos sus edificios." (4)

Los datos anteriores representan los efectos en estructura y trastornos sufridos globalmente en la atención médica, pero no existen detalles estadísticos de la vulnerabilidad de elementos no estructurales en cuanto a la seguridad y prevención relativa a los mismos. Siendo esto así, no existen antecedentes a nivel latinoamericano ni del Caribe relacionados con el tema a considerar

Si tomamos en cuenta el alto costo que representa el daño causado por la falta de medidas de precaución cuando el bajo costo comparativo del diagnóstico y las acciones tendientes a reforzar, cambiar y mejorar instalaciones eléctricas, comunicaciones, redes de cañerías de agua y gases, etc. Es conveniente invertir en la prevención, que sufrir pérdida cuantiosas y obstaculizar la atención médica a la población en el momento de mayor necesidad frente a un desastre sísmico.

Solo a modo comparativo se presenta un cuadro de impacto económico y pérdidas en los diversos desastres naturales en América Latina y el Caribe.

Teniendo en cuenta como dato significativo, los terremotos ocurridos en México en 1985 y en el Salvador en 1986.

OBJETIVOS

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Buscar la medida de mitigar los efectos por medio de los elementos no estructurales

OBJETIVOS ESPECIALES

- Analizar disponibilidad y funcionamiento del equipo del departamento de Emergencias y Departamento de Mantenimiento, tales como recursos humanos, sistema de comunicación, sistema de agua, electricidad, gas, oxígeno y otros
- Determinar las posibles amenazas de incendio a través de circunstancias o actividades inseguras.

METODOLOGIA

METODOLOGIA

Este proyecto se llevará a cabo básicamente:

- ♦ Mediante material bibliográfico consultado y analizado, entrevistas con personeros conocedores de la problemática y actividades del Hospital México.
- ♦ Mediante recorrido del área de emergencias del Hospital México
- ♦ Inspección de los equipos eléctricos, principalmente lámparas, equipo de oxígeno y ventilación mecánica, en el Servicio de Urgencias. Se hará un análisis de todo lo observado e información recopilada, se darán recomendaciones y sugerencias para mejorar o minimizar los riesgos no estructurales en caso de un desastre. Además, se analizarán aspectos como la comunicación, provisión de agua y manejo de los gases.

Se dará una conclusión y recomendación sobre el proyecto realizado.

- ♦ Se realiza entrevista con preguntas abiertas y cerradas en su lugar de trabajo a los siguientes funcionarios.
 - Integrante del Comité de Desastres del Hospital México.
 - Ingeniero Eléctrico del Hospital México.

- Jefe de Obra Civil del Hospital México.
- Jefe de Casa Máquina del Hospital México.
- Funcionario del Departamento de Ingeniería de Riesgos.

CAPITULO II

RESULTADOS

//

ENTREVISTA REALIZADA AL:

- Dr. Daniel Quesada Rodríguez
Integrante del Comité de Desastres del Hospital Médico.

- Ing. Pedro Argüello.
Jefe del Departamento de Mantenimiento.
Hospital México.

- Sr. Rigoberto Rojas Agüero
Jefe de Obra Civil.
Hospital México.

- Ing. Rodrigo Retana.
Jefe de Casa Máquinas
Hospital México

- Departamento de Ingeniería de Riesgos.
Instituto Nacional de Seguros.

- Cuestionarios A y B.

ENTREVISTAS

Según entrevista que le hiciéramos al Dr. Daniel Quesada Rodríguez, integrante del Comité de Desastres del Hospital México cuenta con este Comité, el cual está compuesto por 9 miembros los cuales son de diferentes departamentos, tres médicos, dos técnicos de mantenimiento, una secretaria, una enfermera, una nutricionista y un ingeniero.

Estos reciben asesoramiento de otras instituciones como el Instituto Nacional de Seguros y el Instituto Costarricense de Electricidad; ellos han formado la Brigada para Prevención y Combate de Incendios.

La Brigada de Primeros Auxilios, la Brigada de Seguridad y la Brigada para Prevención y Combate de Incendios, ha realizado hace como 9 meses un simulacro, el cual resultó muy exitoso; cabe aclarar que debido al costo económico que representan estos simulacros y el poco presupuesto con que cuenta, es bastante difícil llevarlos a cabo; en el anexo de este trabajo presentaremos una copia sobre el plan para atención de Desastres Internos del Hospital México

El Manual elaborado por el Comité de Desastres tiene como objetivo proporcionar una guía básica para el personal del Hospital de como actuar ante un desastre interno o amenaza del mismo.

En éste presentan los métodos de comunicación de alarma, las funciones de la Brigada, las funciones de los Jefes de Area, las medidas a tomar en caso de conato de

incendio, pasos a seguir en situación de emergencia en el Hospital y lugares circundantes

En este folleto se muestra muy claramente lo más adecuado a hacer en caso de una emergencia.

En base a un cuestionario, el cual se muestra en el presente trabajo, se realiza una entrevista con el Ing. Pedro Argüello, Jefe del Departamento de Mantenimiento, el Sr. Rigoberto Rojas Agüero, Jefe de Obra Civil y el Ing. Rodrigo Retana, Jefe Casa Máquinas, a lo cual hacemos un resumen de acuerdo a dicha entrevista.

Datos en cuanto al Hospital México, se nos informó lo siguiente:

En caso de un desastre, el Hospital dispone de 3 plantas eléctricas, las cuales van a abastecer o serán distribuidos en caso de emergencia, en una para Casa de Máquinas y dos para el hospital; éstas van a cubrir lo que dure en terminar 10.000 galones de diesel que es el stock que se tiene, va a tardar en entrar a funcionar el automático de 2 a 3 segundos, va a cubrir los lugares más importantes del hospital, como por ejemplo: Emergencias, Terapia Intensiva, Unidad Coronaria y dos ascensores. Para las demás áreas va a haber fuentes de energía como son unos paneles señalados con un triángulo rojo en la caja de distribución.

En cuanto a comunicación, hay un banco de batería para la central telefónica en caso de una emergencia, además, se cuenta con un radio UHF conectado a la Red de Comisión Nacional de Emergencia y la sede central de la Cruz Roja.

Los agentes de seguridad (guardas) trabajan con un radio, el cual se utilizaría en caso de emergencia.

Existe una reserva de agua, la cual consta de 4 tanques subterráneos localizados en una zona verde con una medida de 25 x 50 x 6 mts. de cada tanque (200 mil litros). Esta agua lleva un tratamiento especial, la fuente principal o tubo madre como le llaman, se encuentra en Heredia. Este sistema está supervisado las 24 horas, cada turno está encargado de revisarlo y darle su respectivo mantenimiento, hay un check para los tanques que al estar al nivel deseado cierra automáticamente, este abastecimiento va a cubrir todo el hospital.

Su duración en caso de una emergencia, va a estar de acuerdo a la distribución apropiada y de acuerdo a prioridades que le den en su oportuno momento (aproximadamente 3 días), y existe un recurso externo, que sería traerla de La Valencia por cisterna y esto es relativo, porque si el transporte se interrumpe, esto pasa a ser un obstáculo.

Existe una bomba de incendios que trabaja con comprensión.

El sistema de oxígeno va a ser distribuido por un sistema de tuberías para todo el hospital, en la parte trasera y externa del hospital se encuentra un tanque con una capacidad de 200 pulgadas, el cual está con todas las protecciones necesarias de seguridad en caso de un desastre; y si se rompieran las tuberías o el tanque fallara, hay un banco auxiliar, el cual tendría que ser abastecido por la compañía Miller, así como es la que abastece los otros gases como son el aire, Nitrógeno, CO² al 5%, el Oxido

Nitroso y otros.

El stock de diesel que existe es de 10.000 galones, alcanza para 10 días

También visitamos el Instituto Nacional de Seguros, el Departamento de Ingeniería de Riesgos, departamento que se ha encargado de realizar una inspección de seguridad en las instalaciones del Hospital México, lo que ellos pretendían con el estudio era evaluar los aspectos desde el punto de vista de incendio y seguridad humana. En lo que se refiere al Hospital México, encontraron varios problemas del hospital en general, a lo que dan sus respectivas recomendaciones y un seguimiento a corto, mediano y largo plazo, para con ello tratar de mejorar al máximo las necesidades.

CUESTIONARIO A

1. ¿Cuenta el Hospital México con un Comité de Desastres?
2. ¿Cuántas personas lo componen?
3. ¿De qué departamentos son? ¿A qué departamentos pertenecen?
4. ¿Reciben asesoramiento de otras instituciones?
5. ¿Existe algún tipo de Brigada?
6. ¿Se ha realizado algún tipo de simulacro?

CUESTIONARIO B

1. Cuándo la luz se va, ¿con qué disponen para abastecerse?
2. ¿Cuántas plantas de electricidad existen?
3. ¿Qué áreas del hospital cubre?
4. ¿Cuántas horas cubren?
5. ¿Cuánto tarda en entrar a funcionar?
6. ¿Es automático su funcionamiento?
7. La electricidad que se usa en caso de emergencia, ¿qué partes del hospital abastece?
8. ¿Existe señalamiento de las zonas donde hay electricidad?
9. ¿Con qué tipo de comunicación se cuenta en caso de emergencia?
10. ¿Dónde se encuentra localizado el radio de comunicación?
11. ¿Existe un depósito de reserva de agua para casos de emergencia?

12. ¿Con cuánta cantidad de agua se dispone en caso de emergencia?
13. ¿Cuántos tanques existen?
14. ¿Donde están localizados?
15. ¿Cada cuánto se revisan y se les da mantenimiento?
16. ¿Qué áreas del hospital cubre?
17. ¿Aproximadamente para cuántos días/horas se dispone?
18. ¿Existe una bomba para incendio?
19. ¿Cómo trabaja?
20. La fuente principal del agua, ¿de dónde se abastece?
21. ¿Cómo funciona el sistema de oxígeno?
22. En caso de que se rompiera, ¿cómo se sustituiría?
23. ¿Disponen de reserva de combustible?
24. ¿Para cuántos galones de diesel se mantiene el stock?

INSPECCION

EVALUACION DE COMPONENTES NO ESTRUCTURALES EN RECORRIDO DEL AREA DE EMERGENCIAS DEL HOSPITAL MEXICO

El sector de Emergencias del Hospital México posee una línea directa de comunicación telefónica que permite el ingreso de llamadas al sector, desde el exterior del hospital, pero por la idiosincrasia del personal, no se puede utilizar para llamadas al exterior. Además del conmutador central del hospital, también se cuenta con radio UHF conectado a la red de Emergencia Nacional y que depende de la fuente de alimentación eléctrica independiente de dicho equipo.

Dentro del equipamiento interno de comunicación, cuenta con intercomunicadores para el sector de emergencia, pero que no se conecta con el resto del hospital, además de contar con teléfonos interconectados con líneas internas y directas al conmutador central del hospital.

No se observa que la institución cuente con localizadores electrónicos personales con base central y periféricos para las áreas de servicio, de manera de poder transmitir mensajes de urgencia sin generar alarma y que se acelere la operatividad del personal de salud.

Desde el punto de vista del suministro de oxígeno, aire comprimido y de aspiración, se observan paneles disponibles centrales que no cubren la totalidad del

sector de emergencia, ya que se hace necesaria la utilización de tubos de oxígeno que no cuenta con un sector seguro de estacionamiento de los mismos, ya que las cadenas de seguridad no poseen una correcta instalación, dejando librado el caos en caso de terremoto para dichos tubos de oxígeno, con el consiguiente peligro de fugas a presión y roturas de válvulas.

Por otra parte, los paneles de cierre de suministros de gases no son observados en lugares accesibles (para el caso de roturas de cañerías de gases).

Se pudo observar falta de mantenimiento eléctrico del cableado y parcialidad en la conexión del sistema eléctrico a la red eléctrica de Emergencia, como así también el uso de equipos de aire acondicionado de mucho peso en cielo rasos, poco seguros para tales fines que ante un sismo pudieran caer de esa posición. Así también se observan tuberías de gran magnitud y tanques refrigerantes del aire acondicionado en cielos rasos.

Las instalaciones eléctricas deben estar acordes a lo indicado en el Código Eléctrico Nacional, poniendo énfasis en el mantenimiento, lo cual incluye:

- ♣ Eliminación de instalaciones eléctricas temporales, cables que abastecen a las cocinas periféricas entre otras.
- ♣ Colocación de balastros en superficies resistentes al fuego.
- ♣ Rotular las cajas de disyuntores automáticos, de manera que indiquen en la

forma más precisa, la sección eléctrica que alimentan, con lo cual se logra que cualquier persona pueda desconectar el fluido eléctrico de determinado circuito, sin perjudicar los demás.

- ♣ Eliminación de los obstáculos a los paneles de desconexión existentes
- ♣ Lámparas de cabecera: se encuentran a menudo al costado de las camas de los pacientes, con un brazo articulado movibles, fijos o portátiles, que deberían estar sujetos cuando no se les esté usando, para evitar riesgos de accidentes en caso de un sismo.

Agua

Los hospitales proveen uno de los servicios vitales a la comunidad, particularmente durante la emergencia causada por la ocurrencia de un sismo severo. En un hospital, el abastecimiento del agua, energía eléctrica y de comunicaciones, son esenciales para ofrecer un servicio adecuado, por eso se deben tomar varias precauciones a fin de que las líneas vitales de abastecimiento, no sean interrumpidas en el momento de funcionamiento crítico.

Introducción al diseño sísmico de estructuras de abastecimiento de agua potable.

El agua potable es esencial, de necesidad vital para la vida del ser humano; sin ella, ningún individuo o grupo en comunidad, puede sobrevivir.

La función de las estructuras de abastecimiento es simple, solamente asegurar la conducción del líquido contenido en cantidad y calidad adecuada para su uso por los habitantes, en oficinas y en fábricas

Un sistema de abastecimiento de agua es una gigantesca continuidad de estructuras e instalaciones conectadas con un gran número de tuberías de varios diámetros y longitudes. En general, un sistema está compuesto de un enorme y complicado conjunto de obras, desde las obras de captación, almacenamiento, purificación y transporte del agua hasta los trabajos y tuberías de distribución y de uso por los consumidores.

Las estructuras usadas en un sistema de abastecimiento de agua, son de varias clases, así son usadas en el transporte como las tuberías o reservorios, otras son mecánicas o eléctricas como los sistemas de bombeo y otras instalaciones son de acción química como los pozos de purificación.

Aquí trataremos sobre los reservorios y las tuberías. el diseño sísmico de estructuras usadas en el abastecimiento de agua, exige un vasto conocimiento de variadas técnicas del diseño y la construcción.

Reservorios de agua.

Los reservorios de agua son estructuras importantes, en especial en poblaciones situadas en zonas de alta sismicidad. Estos reservorios pueden ser enterrados, apoyados en la superficie o tanque elevados. El daño en estas estructuras puede

afectar seriamente la capacidad de abastecimiento de agua para apagar incendios o satisfacer las necesidades en instalaciones hospitalarias, centros de emergencia y de los pobladores. Además, el colapso de un tanque podría causar pérdidas de vidas y daños en la propiedad, debido a la falla de la estructura y a la repentina salida del agua. Daños en los sistemas de desagües pueden causar similares efectos.

Daños observados en otros países

En el Perú, daños de poca consideración se reportaron en reservorios elevados durante el sismo de Ancash de 1970. sin embargo, considerable daño en reservorios han ocurrido debido a sismos en el pasado en otros lugares.

Fallas típicas de falla ocurrieron en el sismo de Alaska (1964), desde el colapso total, pandeo de las coberturas, fallas en las conexiones y fisuras en las estructuras cáscaras de los tanques. En el sismo de San Fernando, California (1971), los daños presentados fueron en las uniones soldadas o remachadas de los tanques metálicos, los cuales tenían de uno a 42 años de construidas. Los modos más frecuentes de daño se debieron al pandeo de la cáscara en la base, desplazamiento horizontal en su cimentación y rotura de las tuberías de abasto y salida, en especial en las conexiones.

El sismo de 1979 en el área de Los Angeles, California causó daños en tres tanques elevados. En uno de ellos, con 100.000 galones de capacidad construidos en 1962, el sistema de arriestramiento diagonal sufrió daños considerables. En el Centro, un reservorio construido en los años 30 y habiendo por tanto soportado el terremoto de 1940, experimentó graves alargamientos en las barras diagonales del nivel superior

pandeo en los puntales y falla en los pernos de anclaje en las planchas de apoyo.

Al Sur de Brawley, un tanque metálico de 100 000 galones, construido en 1961, colapsó. Las fallas parecen haberse iniciado por combinación de pandeo de los arriostres horizontales, rasgaduras en las planchas del tanque de sus columnas y falla de las barras en los topes. Los mecanismos de colapso en tanques metálicos ocurridos en el sismo de 1952, en Kern County, California.

Los reservorios de agua constituyen parte de un sistema vital de abastecimiento y deben continuar funcionando después de la ocurrencia de un sismo severo. Debe por tanto, considerarse en el planeamiento y diseño de un sistema de abastecimiento de agua, adecuadas medidas tales como las siguientes para mitigar los efectos de los sismos:

1. Localizar las estructuras en lo posible en las cercanías de los lugares donde el agua será usada, para reducir la posibilidad de pérdidas entre los tanques y el sistema de distribución.
2. Construir las instalaciones de almacenamiento fuera de zonas de deformación asociadas a fallas activas y lejos de los lugares de posible influencia de los deslizamientos de taludes o caídas de rocas.
3. Localizar las estructuras fuera de las áreas de suelos inestables, tales como rellenos o áreas con vacíos subterráneos naturales o construidas por el hombre, zonas de alta posibilidad de licuefacción o de suelos colapsables. La geología

de la zona debe ser estudiada a fin de no construir las estructuras en zonas de fallas o de afloramiento rocosas falladas.

4. Proveer al sistema con adecuadas zonas de drenaje y de emergencia en caso de derrame.
5. Diseñar los tanques con un sistema de detección de pérdidas o fugas de agua, en especial en estructuras enterradas para evitar fallas en las segmentaciones por saturación en los suelos.
6. Proteger las estructuras metálicas de la corrosión.
7. Proyectar un sistema adicional de bombeo para casos de emergencia para mantener el abastecimiento con la presión requerida en las tuberías cuando ocurran incendios causados por los sismos.

Comportamiento sísmico de un reservorio y criterios de diseño.

Los reservorios elevados son generalmente recipientes de forma cilíndrica o elipsoidal y están apoyados sobre una estructura la parte aporricada y arriostada. La estructura es comúnmente construida de acero, en el Perú la mayoría de reservorios son de concreto armado o postensado. Los reservorios elevados son estructuras que soportan gran peso en la parte superior; es decir, que una gran porción de la carga está concentrada a gran altura en relación a su base. Por ésta, los elementos críticos de la estructura los constituyen las columnas y las vigas de amarre y diagonales a través de

los cuales las cargas son transmitidas a la cimentación. En el Perú se usa como estructura soporte de los tanques, fustes cilíndricos de concreto armado. Los reservorios podrían fallar también por ruptura del tanque o falta de cimentación; sin embargo, el modo de falla más común es la ruptura de la estructura soporte.

El recipiente del agua en sí se comporta como un cuerpo rígido fijado al tope de la estructura-soporte y tiene por lo general una alta frecuencia de vibración. Esto hace que no exista un apreciable movimiento relativo del tanque respecto de la estructura portante. Por tanto, el tanque en sí no está sujeto a grandes esfuerzos inducidos por la vibración de la estructura soporte. Sin embargo, sus paredes y fondo deben ser diseñadas para soportar, además de las presiones hidroestáticas, las causadas por el movimiento "impulsivo" y "convectivo" del agua contenida. Estas presiones hidrodinámicas son generadas en el agua por el movimiento vibratorio de la estructura soporte.

Las presiones impulsivas son causadas por el impacto del agua contra las paredes del tanque, cuando este es acelerado por el movimiento sísmico. Las presiones conectivas, en cambio, son debidas a las oscilaciones del líquido contenido. En la mayoría de los casos, las magnitudes de estas presiones son una fracción de las presiones hidrostáticas para las cuales el tanque es, en general, diseñado.

Por estas razones, no existe una exigencia para tomar precauciones especiales en el diseño de las paredes y fondo de la estructura del recipiente por causa de las presiones hidrodinámicas originadas por el sismo, aunque su determinación es importante.

Tuberías de agua.

Antecedentes de Daño por Efecto Sísmico

Los sismos ocurridos en el Perú en las últimas décadas, 1966 en Huacho, 1970 en Ancash y 1974 en Lima han causado extensos daños en los sistemas de tuberías de agua y desagüe. La ciudad de Chimbote se vio privada de agua por largo tiempo causando su falta o contaminación innumerables pérdidas de vidas.

El terremoto de San Francisco en 1906 causó la casi total destrucción del sistema. Prácticamente, no hubo agua suficiente para combatir los incendios generados inmediatamente después del sismo, pues además de la rotura de las líneas de agua, las tuberías del gas se rompieron, extendiéndose rápidamente las fuentes del incendio. Se perdieron casi 490 manzanas con un valor entonces de 500 millones de dólares y las pérdidas de hogares de más de 200.000 personas. Un total de 11 km² fueron consumidos y el incendio duró sin poder apagarse varios días. Extensos daños, aunque sin ser catastróficos, causó el sismo de San Fernando en 1971 en las tuberías de agua y desagüe, considerable deterioro en las instalaciones de almacenajes, plantas de bombeo, contaminación del agua por las aguas servidas. Se puede afirmar que los sismos han causado graves daños en los sistemas de tuberías, sobretodo cuando éstas son instaladas en suelos sueltos y húmedos.

En el Japón, los graves daños que el terremoto de Niigata en 1964 causó en las redes de agua. En especial, en las zonas donde ocurrió la licuefacción de los suelos, las tuberías de acero se rompieron en gran extensión: en la rotura se presentó por

pandeo y flexión, deslizándose en las conexiones. Actualmente, se han instalado estaciones de observación del comportamiento sísmico de los sistemas de abastecimiento de agua diseñados, considerando los efectos y experiencias de sismos pasados. Estas son particularmente importantes en Hachinohe.

Los daños en sistemas de abastecimiento de agua han tenido tres principales efectos. Primero, en el servicio de agua potable en hogares y esencialmente en hospitales, centros de operaciones de emergencias, policía y otros. Segundo, en el servicio de bomberos para combatir incendios y tercero, para abastecer las industrias, las alimentarias principalmente.

En el terremoto de México de 1985, causó intenso daño en las tuberías enterradas, los daños en los desagües no fueron determinados. Los daños en las tuberías parecen deberse a la propagación de las ondas; las fallas más comunes se presentaron en las conexiones.

Procedimiento de Diseño Sísmico de Tuberías.

Durante la ocurrencia de un sismo severo, el suelo experimenta deformaciones causadas por las ondas sísmicas y por tanto las tuberías enterradas pueden pandear o sufrir roturas.

Las observaciones, experiencias y análisis del comportamiento de tuberías durante sismos, indican que

- a. Las tuberías enterradas tienen una rigidez mayor pero densidad menor que la del suelo; por tanto, el comportamiento de una tubería enterrada durante un sismo, es mayormente confinada por el suelo que lo rodea y forzada a moverse de acuerdo al movimiento de éste.
- b. La deformación longitudinal de una tubería, es ligeramente mayor que la de su fricción transversal durante el movimiento sísmico.

Por estas razones, para el análisis sísmico de un sistema, debe tenerse en cuenta las deformaciones del suelo principalmente, y dar a la tubería la expansión y contracción libres y la flexibilidad suficiente para mitigar la fuerza sísmica

Las tuberías de acero son fuertes y flexibles en sus juntas y permiten la expansión y contracción, así que pueden generalmente adecuarse fácilmente a la deformación del suelo. Además, muchas poseen la capacidad de absorber deslizamientos lo suficientemente grandes que puedan ocurrir en suelos blandos

Las tuberías de concreto en general pueden absorber sin uniones adecuadamente diseñadas, las deformaciones de los suelos causadas por sismos severos.

Gas

El suministro de gas deberá estar bajo control, de acuerdo con las necesidades del hospital. Es preciso conocer los lugares donde van las tuberías y donde se hallan

las llaves de seguridad, teniendo en cuenta que en casos de desastres, incluyendo terremotos, pueden provocarse incendios por chispa.

También hay que tener mucho cuidado con el derramamiento de materiales inflamables, que en contacto con el gas, pueden producir explosiones o incendios que agraven el desastre.

Botellas de gases.

Están ubicadas en las zonas de servicios. contienen diversos gases, algunos tóxicos y otros inflamables. Hay que amarrarlas bien para evitar que causen lesiones a los pacientes o al personal, y daños a los elementos esenciales

Comunicaciones.

Se debe restringir el uso telefónico a las necesidades del servicio. La central telefónica debe disponer de una lista actualizada con direcciones y teléfonos del personal involucrado en el Plan, además del personal voluntario

Las comunicaciones, tanto intra como extrahospitalarias, son de vital importancia. Debe conocerse la capacidad de la central telefónica, energía que usa y energía alterna, en caso de fallas, así como la existencia de sistemas parlantes o luminosos; o bien el de intercomunicadores

Es recomendable que cada hospital cuente con un equipo de radio, ya sea VHF

o UHF y con una planta o equipo alternativo de energía (corriente alterna o de batería), porque éste podría ser el único medio de comunicación en casos de desastre

Deben preverse igualmente, los mecanismos de llamada al servicio de personal hospitalario, mediante claves difundidas por radios comerciales. En caso de un terremoto, tenga a mano radios bidireccionales para comunicaciones, tanto locales como de larga distancia con el exterior. Se debe pedir a un Ingeniero, que inspeccione todos los componentes del sistema, a fin de determinar los daños sísmicos y tomar las precauciones del caso.

Con esas precauciones y con un grupo electrógeno de reserva que funcione, no tendrá ningún problema con las comunicaciones internas.

DESCRIPCION DEL AREA DE EMERGENCIA.

El Departamento de Emergencias del Hospital México de San José-Costa Rica, ubicado en La Uruca, posee una organización que integra sus respectivos servicios, y pasaremos a describir a partir del área de ambulancias, que posee un sector descubierto para el ingreso de pacientes, teniendo que atravesar la sala de espera en donde se encuentran la visita de familiares (caso que se debería considerar, ya que esto produce obstaculación y aumento en el estrés de familiares en espera)

En esta misma área se encuentra el Sector Administrativo de Admisión para confeccionar los documentos de admisión de pacientes.

A continuación describiremos el Area Asistencial que se distribuye de la siguiente forma:

- ▶ Area de Cirugía - Una sección sin suficiente espacio para admisión y clasificación de pacientes, agravando tal situación, la saturación de camillas y sillas de ruedas que en algunas ocasiones constituye la aglomeración de pacientes con dificultad operativa.
- ▶ La siguiente área a evaluar la constituye el sector de Gineco-Obstetricia, que posee dos consultorios y una área de espera de pacientes.
- ▶ Luego nos ubicamos en el área médico-clínica que posee un sector para atención de las enfermedades pulmonares obstructivas; también existen aquí camillas y

sillas de ruedas para pacientes en espera de ser referidos a determinada especialidad o su clínica periférica, o ser egresados.

- ▶ La segunda gran división de Emergencias, la constituye el sector de Shock, que atiende a pacientes para cirugía de urgencias; también a pacientes con problemas de emergencias, descompensados cardiológicamente, neurológicamente, endocrinológicamente y otros como también politraumatizados
- ▶ Otra de las secciones es el área de Cirugía Menor, que consta de dos receptáculos y posee una salida de emergencia de dicho sector, constituido actualmente en depósito de cajas de Solución Parenteral, que obstaculizan la salida.
- ▶ Como último sector, describiremos el área de Observación con su escasez de camas; o más bien, que su espacio se hace pequeño por la cantidad de pacientes. Aquí se encuentran como complemento, cilindros de aire en un área poco asegurada para el estacionamiento de los mismos

Como servicios auxiliares de este departamento, se encuentra Radiología y el Laboratorio de Diagnóstico; cada uno en sus salas correspondientes, debidamente equipadas.

Los datos referentes a los elementos no estructurales de comunicación, se obtuvieron por visita a la Supervisora de Enfermería del área de Emergencias, dando los siguientes datos:

Líneas telefónicas que permiten solamente el ingreso de llamadas al área de Emergencias, se cuenta con una línea telefónica que permite llamadas al exterior.

Además, cuentan con un radio UHF interconectado con la Comisión Nacional de Emergencias y la Sede Central de la Cruz Roja. Este radio cuenta con fuente de energía propia.

RECURSOS HUMANOS EN EL AREA DE EMERGENCIAS	
PERSONAL	TOTALES
<i>Médicos</i>	27
<i>Auxiliares de Enfermería</i>	32
<i>Enfermeras Profesionales</i>	10
<i>Personal misceláneo</i>	13
<i>Secretaria</i>	3

Este personal es con el que se cuenta para ser distribuido en los 3 turnos.