

Proyecto de la Vulnerabilidad Sísmica en Hospitales del Perú

**HOSPITAL NACIONAL GUILLERMO
ALMENARA IRIGOYEN**

TOMO I

Introducción, Índice y Generalidades



**MINISTERIO
DE SALUD
PERU**

ipss
INSTITUTO PERUANO
DE PROMOCION Y
SALUD



1997

HOSPITAL NACIONAL GUILLERMO ALMENARA

INDICE GENERAL

Introducción

Sección I : *Generalidades*

1. HISTORIA DEL HOSPITAL
2. AREAS DE ESTUDIO
3. RESUMEN EJECUTIVO
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Sección II : *Componente Estructural*

1. CARACTERISTICAS
2. METODOLOGIA
3. ESTUDIO GEOTECNICO
4. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL POR ESFUERZOS CORTANTES
5. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL POR DEMANDA-RESISTENCIA
6. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL POR HIROSAWA.
7. OTRAS INSTALACIONES
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
9. REFERENCIAS
10. ANEXOS

Sección III: *Componente No-Estructural*

1. ORGANIZACION DEL COMPONENTE NO-ESTRUCTURAL
2. DAÑO NO-ESTRUCTURAL
3. ANALISIS DE LOS COMPONENTES NO-ESTRUCTURALES DEL HOSPITAL
4. MANTENIMIENTO Y CONSERVACION
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
6. REFERENCIAS
7. ANEXOS

Sección IV: *Componente Funcional y Organizativo*

1. AMENAZA Y VULNERABILIDAD DEL ENTORNO
2. VULNERABILIDAD FUNCIONAL ACTUAL DEL HOSPITAL
3. HIPOTESIS DEL COMPORTAMIENTO DEL COMPONENTE FUNCIONAL Y ORGANIZATIVO TRAS LA OCURRENCIA DE UN TERREMOTO DESTRUCTOR
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
5. REFERENCIAS
6. ANEXOS

INTRODUCCION

En los últimos 20 años más de 100 hospitales en Latinoamérica y el Caribe dejaron de funcionar por efecto de los terremotos. La cuarta parte de estos colapsó catastróficamente y en el resto, fallaron las líneas vitales o sus componentes funcionales y organizativos.

La mitad de los 15 mil hospitales instalados en América Latina y el Caribe están ubicados en zonas de elevada amenaza sísmica, y en gran parte de ellos, se han tomado medidas de protección contra desastres de tipo alguno.

Un hospital se puede considerar seguro para desastres cuando es capaz de garantizar las siguientes condiciones:

- a). Que los eventuales daños en sus componentes físico no afectarán la integridad física de sus ocupantes, y
- b). Que después del siniestro podrá seguir funcionando para dar atención a la comunidad.

En el hospital todo cumple una función: los espacios y las circulaciones, los equipos y los suministros, las personas y la organización. Empero, todo lo que funciona puede fallar.

Algunos de estos elementos son tangibles y se pueden medir o inventariar otros son intangibles, pero cobran extraordinaria importancia después del desastre, por ejemplo: la conducta de las personas. Hoy se conoce que la mayor parte de muertes y lesiones graves producidas entre los ocupantes de un hospital que sufre el impacto de un terremoto de alta intensidad son originadas en conductas inapropiadas, algunas de estas son producto de hábitos de riesgo que se fueron imponiendo inadvertidamente en el establecimiento, por ejemplo, la ocupación

indebida de las rutas de evacuación, particularmente las escaleras de escape, o, la permisividad de factores que contribuyen al riesgo para incendios.

La función adecuada requiere que la instalación tenga una ubicación conveniente, que los ambientes se distribuyan en una secuencia apropiada a la actividad, que la ocupación de los espacios permita una circulación adecuada para las demandas variables del servicio (desde lo cotidiano a la demanda masiva por desastre), que el uso de cada espacio tenga un fin específico y permanente, y finalmente, que las grandes actividades se desarrollen en ambientes cuya conexión tenga conveniencia en lo físico y en la bioseguridad.

También se requiere que los equipos e instalaciones tengan un funcionamiento apropiado que pueda mantenerse durante la etapa de emergencia, lo cual implica un buen mantenimiento y la disponibilidad de las líneas vitales durante la crisis. Los suministros igualmente deben estar disponibles masivamente durante todo el tiempo de la emergencia, lo cual requiere de almacenes y mecanismos logísticos bien implementados.

La organización, las acciones y el comportamiento de las personas, tienen que ser oportunamente preparados y comprobados a través de experiencias de desastres o de simulacros, donde se pretende reproducir un siniestro en sus condiciones más realistas posibles.

Actualmente la tecnología disponible permite intervenir sobre los elementos que confieren vulnerabilidad a los hospitales, garantizando así su seguridad, capacidad y desempeño en caso de desastres. Se ha demostrado fehacientemente que la relación costo-beneficio de inversión en seguridad resulta altamente rentable en lo económico y en lo social. En ello radica la importancia de la mitigación.

Sección I

Generalidades

AUTORES:

Dr. Ciro Ugarte Casafranca

Ing. Fernando Lázares

Arq. Enrique García Martínez

Ing. Jorge Bellido Retamozo

Dr. Raúl Morales Soto

ÍNDICE

GENERALIDADES

1.	HISTORIA DEL HOSPITAL	5
	A. Proyección y Construcción	6
	B. Actividades del Hospital	7
2.	AREAS DE ESTUDIO	9
3.	RESUMEN EJECUTIVO	10
	A. Componente Estructural	10
	B. Componente No-Estructural	14
	1. Líneas Vitales	14
	2. Elementos Arquitectónicos, Equipamiento y Mobiliario General, Equipamiento y Mobiliario Médico	18
	C. Componente Funcional y Organizativo	24
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	29
	A. Conclusiones	29
	B. Recomendaciones	30

1.- HISTORIA DEL HOSPITAL

La construcción del primer hospital de seguridad social se realiza durante el Gobierno del General Oscar R. Benavides, 1936 y 1937, siendo el arquitecto norteamericano E.P. Stevens ejecuta los primeros planos basados en su experiencia personal.

El 15 de marzo de 1938, siendo las 11 a.m. el Dr. Edgardo Rebagliati Martins colocó la primera piedra. La ubicación tuvo como finalidad una locación obrera, siendo la “Pampa de Pellejo” en la Av. Grau, un lugar ideal.

El Hospital abrió sus puertas a los trabajadores el 10 de Febrero de 1941, con el nombre de Hospital Mixto y Policlínico de Lima, llegando a ser un Hospital sede y básico de un sistema coordinado de 12 hospitales y Policlínicos repartidos en todo el país con una población regional a servir de casi 60 mil trabajadores asegurados.

La capacidad concebida fue inicialmente para 737 camas, y se inauguró con 560 distribuidas de la siguiente manera: Medicina 160 camas, Cirugía 160 camas, Tuberculosis 167 camas, Emergencia 12 camas, quedando 178 camas en proyección. A consultorio fueron 20 camas.

El hospital dependía originalmente de la Superintendencia General de Hospitales. Su primer director fue el Dr. Guillermo Almenara Irigoyen que a su vez era el Superintendente General de Hospitales de la Caja Nacional del Seguro Social.

Cada servicio de este Hospital actuó como Escuela formadora de nuevos médicos especialistas que hacían su trabajo en forma integrada, con interconsulta y reuniones clínicas patológicas. Posteriormente en convenio con la Universidad Nacional Mayor de San Marcos se implementó el sistema de Internado y Residentado con docencia de pre y post grado.

En aquellos años no había personal de enfermería suficiente en el país por lo que se suscribió un contrato con la Congregación Alemana Misionera del Sagrado Corazón de Jesús, gracias al cual vinieron 100 enfermeras religiosas que no sólo administraron los diferentes servicios de enfermería que requirió el Hospital sino que organizaron y dirigieron la afamada Escuela de Enfermeras del Hospital Obrero. Asimismo se crearon las Escuelas de Dentistas-Nutricionistas, Técnicas Laboratoristas, Fisioterapistas, Rehabilitadoras en Medicina Física, Bibliotecas en Archivo e Historias Clínicas, entre otros; sus egresados enriquecieron la red hospitalaria y otros centros.

A. PROYECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN

El área física del Hospital fue construida sobre 13,204 m². que añadidas al área libre de 28,842 m². (ocupada por jardines, pasajes y espacios abiertos) suman un área de 42,064.37 m².

El diseño contempló los desplazamientos y necesidades de pacientes ambulatorios e internos, así como para personal del hospital, visitantes, proveedores; satisfaciendo también las necesidades espirituales de los asegurados.

Actualmente el Hospital tiene una capacidad instalada de 1,200 camas para la atención de adultos y 100 camas para recién nacidos e infantes. Tiene un área

superior a cualquier de los Centros Hospitalarios nacionales (17,287.70 m² son áreas verdes).

La obra la desarrolló la firma Fred y Cía., bajo un contrato que estipuló que los constructores tenían que ser peruanos. Veinte meses después, el 3 de diciembre de 1939 se inauguró esta obra civil, con un costo de 7 millones de soles.

B. ACTIVIDADES DEL HOSPITAL

Salud

Actualmente viene desarrollando campañas de prevención bajo su lema "mejor prevenir que curar", dentro de sus Programas de Salud a través de orientación y charlas educativas, acorde con su política de extender la salud a la comunicación que no tiene acceso directo al seguro.

En los diversos servicios médicos se han inaugurado Asociaciones de pacientes con el fin de mejorar la calidad de vida para sus enfermedades, agrupándose dentro del Programa de Edad de Oro.

A esto se agrega, las campañas de vacunación a los niños menores de 5 años, campaña de lactancia materna, campaña de nutrición que realiza el Hospital al Servicio de la comunidad en general.

Investigación y Docencia

Actualmente cuenta con sistematización de la información a través de su red de bibliotecas automatizadas.

Asimismo, cuenta con un Centro de Cirugía Experimental que ha permitido la capacitación en Cirugía Endoscópica. El Hospital realiza permanente Cursos Internacionales, seminarios, entre otros con invitados especiales.

Avances Quirúrgicos

Desde sus inicios a mantenido liderazgo en alta especialidad médica, consiguiendo proezas médicas como el primer transplante renal de cadáver al amparo de la nueva Ley de Transplantes de Órganos y Tejidos, así también realizó el primer transplante de corazón que a la fecha suman 10; el primer transplante de médula ósea autóloga y realizan de rutina autoreimplantes de dedos de pie a mano a pacientes que han sufrido la amputación en accidentes diversos.

Equipos con Tecnología de Punta

El Hospital Almenara ha adquirido modernos y sofisticados equipos como el Cineangiografo Digital considerado de última generación a nivel mundial y cientos de equipos que suman en total un promedio de S/.5'065,937.99.

2.- AREAS DE ESTUDIO

El presente estudio dirigido a realizar el diagnóstico de la Vulnerabilidad Sísmica del Hospital Nacional "Guillermo Almenara Irigoyen" se concentró en los sectores donde se encuentran los que hemos denominado "áreas críticas" es decir áreas donde se encuentran los servicios hospitalarios que luego de ocurrir un sismo severo deberán estar operativos para poder cubrir la demanda de atención que será requerida, los cuales son: Departamento de Emergencia, Centro Quirúrgico, Unidad de Cuidados Intensivos, Radiodiagnóstico y Laboratorio Clínico de Urgencias, Banco de Sangre, Comando y Comunicaciones, y Servicios Generales Críticos.

Los servicios Departamento de Emergencias, Unidad de Cuidados Intensivos y Centro Quirúrgico se ubican en los pabellones Principal y "A", Radiodiagnóstico y Laboratorio Clínico de Urgencias, Banco de Sangre, Comando y Comunicaciones y Servicios Generales Críticos se encuentran en diferentes ambientes.

Se ha realizado el estudio en forma integral, desarrollándose tres componentes, el componente estructural, no-estructural (elementos arquitectónicos, mobiliario y equipamiento médico y líneas vitales) y funcional.

3. - RESUMEN EJECUTIVO

A. COMPONENTE ESTRUCTURAL

El estudio de la Vulnerabilidad Estructural del Hospital Nacional "Guillermo Almenara Irigoyen" se concentró en las edificaciones Ala Este y Central del Pabellón "A" (5 pisos) y Ala Este del Pabellón Principal. (3 pisos). Estas edificaciones están formadas por pórticos de concreto armado (vigas y columnas), losa aligerada de concreto armado como techo, la cimentación es de zapatas y como elementos divisorios de ambientes muros de albañilería, sólo existen placas de concreto armado en la caja de ascensores. Los servicios que se concentran en estos edificios son:

- Edificio Ala Este del Pabellón Principal: Almacén de Drogas (sótano), Departamento de Emergencia (primer piso), Unidad de Cuidados Intensivos (segundo piso), Residencia Médica (tercer piso).
- Edificio Ala Este y Central del Pabellón "A": Central de Esterilización (sótano), Hospitalización (del primer al cuarto piso), Centro Quirúrgico (quinto piso).

Preliminarmente, se determinó en estas edificaciones los índices del promedio de esfuerzos cortantes y densidad de muros propuestos por Shiga, los resultados mostraron tendencia de las edificaciones a sufrir daños ante un sismo, debido a que los valores obtenidos del promedio de esfuerzos cortantes son mayores de 12 kg/cm² y los de densidad de muros menores de 30 cm/m².

Se realizó un análisis más detallado de estas edificaciones mediante la evaluación Demanda-Resistencia Sísmica, para ello se utilizaron modelos matemáticos de las

estructuras de las edificaciones en las que se consideró vigas, columnas y muros de tabiquería para la determinación de la rigidez lateral, determinándose así el comportamiento dinámico de las estructuras. Se realizaron ensayos de microtremor para calibrar los valores obtenidos de los periodos en los modelos y también ensayos de esclerometría para conocer la calidad del concreto.

Cada edificación es sometida a dos niveles de demanda, bajo un sismo con periodo de retorno de 50 años con una aceleración máxima del suelo de 250 gals y otro caso con un sismo de periodo de retorno de 100 años con una aceleración máxima de 350 gals que se puede considerar como el sismo extremo que puede presentarse. Para cada una de las aceleraciones, espectros normalizados son utilizados en el análisis dinámico de los sistemas estructurales de las edificaciones. Cada espectro es procesado por el Programa de Cómputo ETABS (Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems) determinando los esfuerzos, desplazamientos absolutos y relativos producidos por el efecto sísmico.

La resistencia de la estructura se evalúa utilizando los llamados criterios de falla simplificados que se presentan generalmente en este tipo de estructura basados en fórmulas empíricas que consideran el refuerzo de la sección así como la calidad de los materiales involucrados en las secciones vigas, columnas y placas existentes en la estructura. Esto se evalúa en base a los planos estructurales de la edificación que proporcionarían la información necesaria para el cálculo de la resistencia del edificio.

Los resultados de la respuesta sísmica que demanda las excitaciones son comparados con la resistencia de la estructura, lo que indica la tendencia del edificio a ser vulnerable o no a partir de una evaluación demanda-resistencia. Aquí se presentan los máximos esfuerzos así como desplazamientos máximos

posibles que se presentan en el sistema estructural para las diversas sollicitaciones sísmicas. Las comparaciones dieron los siguientes resultados:

La Edificación Central del Pabellón "A", para el nivel de demanda sísmica de $a = 250$ gals, la estructura tiende a ser segura, mientras que para el nivel de demanda sísmica $a = 350$ gals, la estructura es vulnerable con un nivel de vulnerabilidad media o moderada en las dos direcciones de análisis "X" e "Y". Un valor máximo al que se llegaría de distorsión en este caso es de $1/334$ con lo que se alcanzaría niveles de daño no estructural.

El edificio Ala Este del Pabellón "A", para el nivel de demanda sísmica de $a = 250$ gals, la estructura tiende a ser segura, mientras que para el nivel de demanda sísmica $a = 350$ gals, la estructura es vulnerable con un nivel medio o moderado pero sólo en la dirección X-X. Un valor máximo al que se llegaría de distorsión en este caso es de $1/476$ con lo que se alcanzaría agrietamientos iniciales en los muros de tabiquería

La Edificación Ala Este del Pabellón Principal, para el nivel de demanda sísmica de $a = 250$ gals, la estructura tiende a ser segura, mientras que para el nivel de demanda sísmica $a = 350$ gals, la estructura es vulnerable con un nivel medio o moderado en la dirección X-X. Un valor máximo al que se llegaría de distorsión en este caso es de $1/483$ con lo que se alcanzaría agrietamientos medios en los muros de tabiquería.

Para una verificación de los resultados obtenidos mediante la evaluación Demanda-Resistencia se utilizó el Metodo Indicial de Hirosawa, obteniéndose valores que muestran a estas edificaciones como inseguras frente a un sismo.

Como conclusión final, las edificaciones estudiadas no son capaces de resistir sin daños moderados el sismo máximo probable que se ha considerado con un periodo de retorno de 100 años y una aceleración de 350 gals., los daños que se producirían serían del tipo estructural y no estructural. Los posibles daños no involucran un colapso de las edificaciones

Se recomienda incorporar elementos estructurales que proporcionen mayor rigidez a estas edificaciones y reducir de ese modo los desplazamientos que provoquen daño en los elementos no estructurales, el elemento más apropiado para ello son placas de concreto armado.

B. COMPONENTE NO-ESTRUCTURAL

1. LINEAS VITALES

La parte medular de este estudio tiene tres partes:

En la primera se hace una descripción mas o menos detallada de la situación encontrada en las Líneas Vitales, es decir, cómo el Centro Hospitalario está cumpliendo con sus funciones con el actual suministro de sus Líneas Vitales.

En la segunda parte, considerando que la zona en donde se encuentra el Centro Hospitalario estuviera bajo los efectos de un sismo severo, se hace un análisis del comportamiento de las diferentes Líneas Vitales, bajo ese escenario; dentro del análisis se toma en cuenta los resultados obtenidos por el estudio efectuado del componente Estructural, en este estudio se detecta el grado de Vulnerabilidad en que se encuentran los diferentes componentes de las Líneas Vitales.

En la tercera parte de acuerdo al grado de vulnerabilidad encontrada se hacen las recomendaciones correspondientes.

Muchas de las instalaciones encontradas con alto grado de vulnerabilidad no se puede achacar a los que efectuaron las instalaciones, ni al personal de mantenimiento actual, por la sencilla razón de que fueron hechas en otras épocas y bajo otros conceptos.

Como subproducto de éste estudio, son algunas fallas detectadas que en realidad no corresponde al marco del presente estudio, pero son agregadas sus recomendaciones.

Un resumen de estas recomendaciones son las que se presentan a continuación, pero las otras muchas sencillas pero que necesitan dedicación no deben dejarse de lado.

Para una mejor presentación de las situaciones encontradas y que merecen una mejor aclaración vamos a encuadrar los casos dentro del tipo de instalaciones.

Instalaciones Eléctricas.

Transformadores.-

Mejorar su sistema de anclajes y cambiar por tramos flexibles aquellos sectores que unen las líneas de alta tensión con los bornes de alta (porcelana) del transformador. Una de las causas más frecuentes de fuera de servicio de los transformadores en casos de sismo es por rotura del aislamiento de porcelana.

Tableros de distribución.-

Cambiar todos los tableros del tipo de cuchilla con fusibles por otros del tipo termomagnéticos, muchos de los fusibles cambiados no son de la capacidad adecuada, la mayoría sobre dimensionada, y muchos con puentes de alambre de cobre.

Efectuar un balance de líneas en todas las SE, hay líneas más cargadas que otros. Y lo más importante confeccionar un plano actualizado de la distribución de energía eléctrica.

Sistema de Emergencia.-

Cambiar de ubicación el tanque diario del GE, puede ser ubicado en la parte posterior externa a la caseta. Su posición actual es potencialmente peligrosa.

Ampliar la capacidad de almacenamiento del combustible, si estuviera con el tanque lleno al presentarse un sismo su autonomía sería solo de 7 horas. Tener en cuenta que después del sismo no se va a contar con energía eléctrica externa.

Redistribuir los circuitos que tienen que ser alimentados por el GE, actualmente está sobrecargada con circuitos que no necesariamente son críticos, y a pesar de que el arranque y la transferencia son automáticos, la selección de los circuitos son efectuados en forma manual.

Sistema de Comunicaciones.-

El sistema de comunicación telefónica ya sea por causas físicas o por saturación, el sistema colapsa, por lo tanto el único medio disponible para la comunicación es el radio, fijar y proteger tanto el equipo como el micrófono, además ejecutar un plan de capacitación para el personal de operadores de manera que su posibilidad de operación quede cubierto las 24 horas. Dentro del programa de capacitación deben de estar considerados personal de mantenimiento, para que puedan poner operativa la antena y su conexión correspondiente al radio. Tomar en cuenta que la antena se encuentra en el techo del último piso.

Instalaciones Sanitarias.

La autonomía actual con las cisternas llenas alcanza a las 24 horas, lo recomendable son 72 horas. Recomendamos la construcción de nuevas cisternas. También pedir la verificación del circuito de alimentación eléctrica a la bomba de

100 HP sumergida, según plano es independiente de cualquier otro circuito, su arranque no debería afectar a ningún circuito.

Considerando la antigüedad de las construcciones si no se toman medidas referentes a los cambios de tuberías, especialmente del sistema del desagüe, sujeciones, cambios de tramos rígidos por otros flexibles, la inundación de los sótanos es segura con las consecuencias que esto puede acarrear.

Instalaciones Mecánicas.

La sala de calderos, pesar de que el desplazamiento en esta zona debido a un sismo esperado de 250 gals apenas alcanza algunos milímetros, lo recomendable es que los tres calderos deberían estar anclados, además de todos los equipos adyacentes. No olvidarse del gran peso de cada caldero y también tomar en cuenta que todas las tuberías que convergen o salen de él, no poseen tramos flexibles.

Finalmente una recomendación para el funcionario que toma la decisión, por favor no coloque su sello de proveído dirigido a mantenimiento.

Sugiero que el plan para mitigar la vulnerabilidad encontrada en los diferentes componentes deberá ser manejado bajo la modalidad de Proyecto.... De manera que maneje su propio presupuesto y su propio personal.

2. ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS, EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO GENERAL, EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO MEDICO

La determinación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Elementos Arquitectónicos, Equipamiento y Mobiliario General y del Equipamiento y Mobiliario Médico, se ha realizado a partir de la hipótesis que contempla la ocurrencia de un sismo extremo en la Provincia Constitucional del Callao, con aceleraciones del orden de 350 gals. y un periodo de retorno de 100 años (intensidad probable del sismo: VIII MM.)

METODOLOGIA APLICADA:

La ejecución del estudio de vulnerabilidad comprendió tres etapas claramente diferenciadas:

- a.- Elaboración de un inventario de elementos críticos priorizados (**checklist**)
- b.- Determinación de los probables daños que sufrirán los elementos críticos no-estructurales, referencia a los desplazamientos, desplazamiento relativo (**Situaciones Críticas**).
- c.- Aplicación de alternativas de solución y/o de recomendaciones técnicas a fin de mitigar y reducir los probables daños (**Reducción de Daño**).

El desarrollo de cada etapa requirió de un marco teórico específico.

La realización del inventario estuvo determinada por lo siguientes aspectos:

- Áreas de estudio: El proyecto determinó la realización del estudio de Vulnerabilidad en sectores del Hospital definidos como Áreas Críticas:

Emergencia, Centro Quirúrgico, U.C.I., Banco de Sangre, Laboratorio, Imagenología, Farmacia, Esterilización, Hospitalización y Mantenimiento.

- Priorización de los elementos no-estructurales en las Áreas Críticas designadas de acuerdo a los siguientes criterios:

- 1.- Los estándares mínimos establecidos para cada área crítica en el Manual de Acreditación de Hospitales del Perú (1996).
- 2.- Los tipos de Riesgo que se originan debido a fallas de origen sísmico en el Componente No-Estructural:

‡ Riesgo para la Vida

▲ Riesgo de Pérdida del Bien

■ Riesgo de Pérdida Funcional

En la etapa de **situaciones críticas**, los probables daños se determinaron por:

- 1.- Los desplazamientos que sufrirá la estructura de acuerdo al análisis del comportamiento estructural de las edificaciones que contienen a las áreas críticas (diagnóstico estructural).
- 2.- Ubicación de los elementos críticos al interior y exterior de la edificación.
- 3.- Configuración física (geometría) de cada elemento crítico.
- 4.- Calidad de la instalación y medio de soporte de los elementos críticos.

En la etapa de **reducción de daño**, la reducción del daño se determinó separando en dos grados de complejidad las soluciones a ser aplicadas.

- 1.- Soluciones de baja complejidad: referidas a aquellas soluciones que por ser simples y de bajo costo pueden ser aplicadas por el propio personal del hospital, luego de recibir un curso de capacitación.

- 2.- Soluciones complejas: referidas a aquellas soluciones que escapan al conocimiento técnico del personal del hospital. Estas soluciones exigen de la participación de profesionales expertos en el diseño de medidas correctivas sísmo-resistentes para elementos no-estructurales (no necesariamente involucran en todos los casos costo alto).

Como producto final del estudio se han elaborado dos cuadros que nos muestran en forma resumida la situación del componente; los contenidos de estos cuadros son los siguientes:

- SITUACIÓN DEL COMPONENTE, CUADRO A:
Aquí se muestra el resultado a partir del catastro físico realizado para obtener el inventario de los elementos críticos. La situación hallada esta determinada por cuatro niveles de valoración: Óptima, Aceptable, Insuficiente y Crítica.

- SITUACIÓN DEL COMPONENTE, CUADRO B:
Los resultados que se muestran en este cuadro están determinados por el diagnóstico estructural y nos muestran el nivel de daño probable, el tipo de riesgo y la vulnerabilidad de cada área crítica.

HOSPITAL NACIONAL "GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN"**VULNERABILIDAD NO-ESTRUCTURAL****SITUACIÓN DEL COMPONENTE****Cuadro "A"****COMPONENTE:****ARQUITECTÓNICO/MOB.Y EQUIPAMIENTO GRAL./MOB.Y EQUIP.MEDICO**

ÁREA CRÍTICA	UBICACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL DE LOS COMPONENTES		
		ARQUITECTÓNICO	MOB. Y EQUI. GRAL.	MOB. Y EQUI. MEDICO
EMERGENCIA	Pab. Principal Lado Este 1er. Piso	0	1	1
CENTRO QUIRÚRGICO	Pab. Principal Lado Este 2do. Piso	1	1	1
U.C.I.	Pab. Principal Lado Este 2do. Piso	1	1	1
BANCO DE SANGRE	Pabellón Laboratorio Sotano	1	1	1
LABORATORIO	Pabellón Laboratorio 1° y 2° Piso	1	1	1
IMAGENOLOGIA	Pab. Principal Lado Oeste 1er. Piso	2	2	2
ESTERILIZACIÓN	Pabellón A Lado Este Sotano	2	2	2
FARMACIA	Pab. Principal Lado Este 1er. Piso	1	1	1
HOSPITALIZACIÓN	Pabellón A Lado Oeste 2do. Piso	1	1	1
MANTENIMIENTO	Sotano	1	1	1
PUNTAJE		10	11	11
VULNERABILIDAD DEL COMPONENTE		33%	37%	37%

(C) CRÍTICA = 3
(I) INSUFICIENTE = 2
(A) ACEPTABLE = 1
(O) ÓPTIMO = 0

Promedio de los 3 Componentes = 48%

Situación : De Insuficiente a Crítica

HOSPITAL NACIONAL "GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN"

VULNERABILIDAD NO-ESTRUCTURAL

SITUACIÓN DEL COMPONENTE

Cuadro "B"

COMPONENTE:

ARQUITECTÓNICO/MOB.Y EQUIPAMIENTO GRAL./MOB.Y EQUIP.MEDICO

ÁREA CRÍTICA	UBICACIÓN	DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL	DIAGNOSTICO DEL COMPONENTE		
			NIVEL DE DAÑO	TIPO DE RIESGO	VULNERABILIDAD
EMERGENCIA	Pab Principal Lado Este 1er. piso	Media	Moderado a Pérdida	+ ▲ ■	Media a Alta
CENTRO QUIRÚRGICO	Pab Principal Lado Este 2do Piso	Media	Moderado a Perdida	+ ▲ ■	Media a Alta
U C I	Pab Principal Lado Este 2do Piso		Moderado a Pérdida	+ ▲ ■	Media a Alta
BANCO DE SANGRE	Pabellón Laboratorio Sotano		Moderado a Pérdida	+ ▲ ■	Media a Alta
LABORATORIO	Pabellón Laboratorio 1° y 2° Piso		Moderado a Pérdida	+ ▲ ■	Media a Alta
IMAGENOLOGIA	Pab Principal Lado Oeste 1er. Piso		Leve a Moderado	+ ▲ ■	Baja a Media
ESTERILIZACIÓN	Pabellón A Lado Este Sotano		Leve a Moderado	+ ▲ ■	Baja a Media
FARMACIA	Pab Principal Lado Este Sotano	Media	Moderado a Pérdida	+ ▲ ■	Baja a Media
HOSPITALIZACIÓN	Pabellón A Lado Oeste 2do. Piso		Moderado a Pérdida	+ ▲ ■	Media a Alta
MANTENIMIENTO	Sotano		Moderado a Pérdida	+ ▲ ■	Media a Alta

* Información entregada por CISMID-UNI.

Nivel de Daño:

- Leve

- Moderado

- Pérdida

Tipo de Riesgo:

+ : Riesgo para la Vida ▲ : Riesgo de Pérdida del Bien ■ : Riesgo de Pérdida Funcional

Vulnerabilidad:

- Baja

- Media

- Alta

RESULTADOS DEL ESTUDIO

Del análisis de los resultados mostrados en los cuadros A y B podemos concluir que las Áreas Críticas como el Departamento de Emergencia, Centro Quirúrgico, Unidad de Cuidados Intensivos, Farmacia, podrán sufrir daño en los elementos No-Estructurales, debido principalmente a la Vulnerabilidad encontrada en el Componente Estructural (desplazamiento) en los pabellones que se encuentran ubicadas estas Áreas Críticas.

Esta situación presenta la posibilidad que se presenta niveles de daño que variaran de moderado a pérdida en los Elementos No-Estructurales, teniendo como consecuencia el factor económico de los bienes en el equipamiento, mobiliario y acabados arquitectónicos ubicado con estas áreas, por lo que se deberá aplicar las medidas de mitigación para minimizar el nivel de daño.

Con relación a las áreas del banco de sangre, laboratorio, imagenología, hospitalización y mantenimiento. El resultado en estos pabellones es de una vulnerabilidad baja a media.

En relación al equipamiento médico el nivel de daño esta relacionado con la variedad y complejidad del equipamiento en estas áreas, servicios que varían de leve a pérdida por la fragilidad de muchos de los equipos y materiales que se utilizan para el desarrollo de actividades y alterna a los pacientes, por lo que es necesario tomar las medidas de protección y de mitigación del equipamiento.

Con referencia al análisis obtenido en las Áreas Críticas del estudio puede concluir que por la variedad del contenido en los elementos, No-Estructurales (Arquitectónicos, Mobiliarios, Equipamiento Médico y de Apoyo) en su complejidad propia del Hospital se debe tomar las medidas para su protección, mitigación de la Vulnerabilidad detectada en las Áreas Críticas, aplicando las medidas correctivas de acuerdo a las recomendaciones del estudio que permitan reducir significativamente la posibilidad de pérdida de los bienes del Hospital.

Realización de un Plan de Emergencia de la Vulnerabilidad, desarrollando actividades para la adecuada atención en la prevención y mitigación en los elementos críticos y generando un Hospital más seguro.

C. COMPONENTE FUNCIONAL Y ORGANIZATIVO

El litoral central del Perú registra históricamente una elevada amenaza sísmica habiendo sufrido Lima, la Capital del país, una gran destrucción por terremotos en 1586, 1687 y 1746. En el Distrito de La Victoria, donde asienta el Hospital Nacional “Guillermo Almenara Irigoyen”, HNGAI, el sismo máximo probable tendría una magnitud de 8.0 grados en la escala de Richter, y alcanzaría intensidades de VII a VIII M.M. A esta amenaza se suman la elevada vulnerabilidad de la vivienda predominante en el distrito calificada como antigua, tugurizada y precaria, y la de un entorno social en crisis.

Por su ubicación, en el centro de Lima y rodeado de distritos populosos, su jerarquía, hospital nacional de referencia del Instituto Peruano de Seguridad Social, IPSS, y su nivel tecnológico, IV, este nosocomio tiene importancia estratégica en la hipótesis de ocurrencia de un terremoto destructor en Lima.

El sismo previsto podría ocasionar tan solo en el adyacente distrito del Cercado la destrucción de unas 20,000 viviendas provocando lesiones a 30,000 personas de las cuales un 10% tendría tal nivel de gravedad que requeriría de atención hospitalaria. En el otro distrito de influencia directa del hospital, La Victoria, se podrían esperar cifras similares. Al mismo tiempo la infraestructura hospitalaria más antigua de la ciudad podría sufrir daños a causa del sismo y salir de operación por fallos físicos o funcionales lo cual otorgaría al HNGAI la responsabilidad de la asistencia a las víctimas más graves en los distritos aledaños. Existe la posibilidad que en el cercano puerto del Callao el sismo sea seguido de un maremoto destructor.

Las actuales condiciones de la vivienda facilitarían su colapso ante el sismo con la posibilidad de atrapamiento de las víctimas cuyo rescate y traslado se vería además dificultado por la estrechez y ocupación comercial de la vía pública. Esto

retardaría el acceso de los heridos a este hospital el cual, además, deberá recibir pacientes graves transferidos de los hospitales que hubieran quedado inoperativos.

La organización y gerencia del HNGAI se desenvuelven dentro de las pautas de su administrador, el IPSS, manteniendo una constante de mejora tanto en su gestión como en su tecnología asistencial, y una elevada producción sobre la que se ejerce un permanente control de calidad.

Los procesos hospitalarios están sometidos a un seguimiento técnico y administrativo de sus perfiles básicos habiendo logrado implementar mecanismos efectivos de descentralización que han permitido afrontar el gran crecimiento de su población derecho-habiente que en la actualidad alcanza a 6.5 millones de personas en el país.

La edificación e instalaciones han tenido remodelaciones para funcionalizar espacios y procesos, las áreas para atención de pacientes críticos han recibido una especial atención por parte de las autoridades. No se dispone de un Plan Director que armonice el desarrollo de la infraestructura ni de un programa de mitigación que reduzca la vulnerabilidad de las nuevas obras. Esta vulnerabilidad es de nivel medio. Se recomienda la implementación de un Plan Director y un programa de mitigación.

El Departamento de Emergencia tiene buena ubicación física y se ha reducido la vulnerabilidad de su acceso mediante una pista interna que permite el ingreso por 3 calles diferentes, la distribución y uso de espacios es buena pero muestra sobreocupación en algunos de sus ambientes propiciado por limitaciones para el internamiento de pacientes; su personal tiene preparación y experiencia en la atención de urgencias pero no ha actualizado su capacitación en desastres. Su vulnerabilidad es de nivel medio. Se recomienda se racionalice el proceso de hospitalización para reducir la estancia prolongada en Emergencia y la vulnerabilidad que esto conlleva.

El Centro Quirúrgico tiene buena organización y producción pero su ocupación y uso son excesivos lo cual crea una circulación interior difícil limitando las posibilidades de evacuación en caso de un siniestro incrementando la vulnerabilidad de nivel medio detectada en sus componentes estructural y no-estructural. Eventuales efectos en estos componentes atentarían contra la razonable disponibilidad de recursos y dispositivos ahora implementados para afrontar la demanda del desastre en ese servicio. No se dispone de medidas de detección o de barrera contra fuegos y tiene limitados recursos para control de estos eventos. Su vulnerabilidad es alta. Se requiere adoptar medidas para racionalizar el uso y ocupación así como mejorar la seguridad de las instalaciones y las circulaciones para evacuación en caso de un siniestro fuera de control.

El Banco de Sangre tiene recursos aceptables para afrontar un desastre pero muestra vulnerabilidad para los accesos pues sus relaciones funcionales son complicadas, su vulnerabilidad es alta. Se recomienda mejorar los accesos y las relaciones funcionales.

Los equipamientos y suministros críticos en general cubren los requerimientos cotidianos o extraordinarios y hay recursos y dispositivos logísticos para atender la demanda masiva , sin embargo la vulnerabilidad de este elemento resulta alta en razón de su limitada reserva de agua la cual le otorga autonomía de sólo 24 horas que podría ser rápidamente agotada en caso de incendio en las instalaciones. Se recomienda intervenir sobre estos factores aumentando la reserva de agua para lograr una autonomía de por lo menos tres días y, a la vez, reduciendo posibles pérdidas del insumo.

Las relaciones funcionales internas y externas en sí complejas resultan difíciles por las numerosas barreras de vigilancia impuestas por pérdidas de bienes. El eje de circulación del sótano que vertebra las edificaciones, y paso obligado de algunos servicios, ha sufrido inundación, oscurecimiento y sobrecarga de polvo con ocasión de terremotos anteriores. La señalización de ambientes es aceptable pero es insuficiente la de las vías para evacuación. Las áreas de seguridad

exteriores son reducidas y con frecuencia usadas como estacionamiento de vehículos. Esta vulnerabilidad de nivel medio debe ser reducida racionalizando el uso, señalización y barreras de las circulaciones.

Los recursos humanos en general tienen preparación y experiencia para sus campos laborales pero no han tenido o no han actualizado su capacitación en la gestión para desastres. Su vulnerabilidad es media a alta. Se recomienda implementar un programa de capacitación permanente para todo el personal dadas la elevada amenaza sísmica y vulnerabilidad urbana y social, empleando recursos de la Escuela Nacional de Emergencias y Desastres del IPSS y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos con la que mantiene convenio docente.

El hospital cuenta con un Comité de Desastres y un “Plan Operativo de Emergencia”, algunos Departamentos han dispuesto recursos y procedimientos específicos para respuesta a catástrofes pero falta integrarlos en un Plan de Desastres. Esta vulnerabilidad es media a alta. Se recomienda integrar tales iniciativas en un solo Plan el cual debe ser actualizado, difundido y comprobado con simulacros supervisados.

La capacidad para respuesta implementada en este hospital a nivel de Emergencia permitiría atender de inmediato a 72 pacientes y unos 350 durante el primer día asumiendo que 50 de ellos podrían tener un estado de gravedad, el Centro Quirúrgico podría atender unos 50 casos en las primeras 6 horas y hasta 150 durante el primer día. Esta capacidad teórica podría colapsar si el impacto del terremoto corta las líneas de abastecimientos vitales y el grupo electrógeno de emergencia no puede superar su limitada autonomía de 7 horas o las reservas de agua se agotaran dentro de las primeras 24 horas o si un incendio fuera de control afectara alguna de sus Areas Críticas.

El Instituto Peruano de Seguridad Social dispone de una red propia de 230 establecimientos asociada a una red institucional para transporte asistido de pacientes en estado crítico que incluye 36 ambulancias equipadas y telecomunicaciones institucionales alternas, además ha planificado la atención pre-hospitalaria con módulos periféricos en lugares ya determinados y cuenta con un Hospital de Campaña con aceptable autosuficiencia de personal y recursos materiales destinado a atender situaciones de desastre. El Sector Salud cuenta con un “Plan Operativo de Emergencia del Sector Salud para Casos de Sismo y Tsunami en Lima Metropolitana y Callao” pero la Capital no cuenta aún con un sistema de asistencia para situaciones de emergencias y desastres. Se requiere implementar este sistema.

Se puede concluir que el HNGAI muestra un nivel de vulnerabilidad medio para el componente organizativo y funcional de sus Areas Críticas, tiene una organización y gerencia bien estructuradas y sus procesos hospitalarios son racionalmente desarrollados. Se han ejecutado incipientes acciones de mitigación en algunos de sus elementos y su actual nivel de preparativos le podría permitir una respuesta oportuna y efectiva en caso de desastre pero podría sufrir limitaciones intempestivas provenientes de la vulnerabilidad encontrada en sus componentes estructural y no-estructural, resultando particularmente críticas su muy limitada reserva de agua, la corta autonomía de su planta eléctrica de emergencia y las escasas medidas de protección contra incendios. Se recomienda que la vulnerabilidad de estos elementos sea atendida oportunamente para asegurar una adecuada capacidad operativa tras el desastre dado el rol estratégico de este establecimiento en la hipótesis de ocurrencia de un terremoto destructor en Lima.

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

A. CONCLUSIONES

- El diagnóstico de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones: Ala Este y Central del Pabellón "A" y Ala Este del Pabellón Principal, revelan que presentan un nivel medio o moderado de vulnerabilidad ante el sismo máximo probable asumido para una aceleración del suelo de 350 gals con un periodo de retorno de 100 años, esta condición puede referirse a un escenario correspondiente a una intensidad VIII+ M.M. El tipo de daño estructural sería moderado sin comprometer el colapso de las edificaciones.
- Los elementos no-estructurales (elementos arquitectónicos, mobiliario y equipo médico y líneas vitales) ubicadas en estas edificaciones sufrirían daños moderados a severos debido a las deformaciones que por acción del sismo asumido (desplazamientos en cada nivel).se presentarían.
- La vulnerabilidad del componente funcional y organizativo es de nivel medio, su gerencia y procesos, adecuadamente estructurados, y su preparación para emergencias y desastres, en un buen nivel de desarrollo, podrían permitir una respuesta adecuada que, sin embargo, puede interrumpirse intempestivamente por efectos de la vulnerabilidad estructural y no estructural, particularmente la proveniente de su muy limitada reserva de agua, la corta autonomía de su planta eléctrica de emergencia y escasas medidas de protección contra incendios.
- Debido a los resultados obtenidos del diagnóstico estructural, se concluye que es necesario adoptar medidas dirigidas a reforzar estructuralmente las edificaciones estudiadas a fin de proporcionarles una mayor capacidad de respuesta ante el sismo máximo probable asumido, de tal manera que las estructuras no tengan deformaciones excesivas que provoquen daños del tipo estructural y no estructural. El objetivo de este refuerzo sería proporcionar mayor rigidez a las edificaciones.

B. RECOMENDACIONES:

- La vulnerabilidad estructural debe ser intervenida, mientras esto no ocurra se deberá evitar dañar directa o indirectamente las estructuras para no disminuir su actual nivel de resistencia. Si es necesario ejecutar algún proyecto de ampliación y/o modificación de ambientes en cualquier edificación del hospital, ésta se deberá realizar teniendo en consideración la participación y opinión de profesionales como médico, arquitecto e ingeniero civil, siendo el ingeniero civil quien deberá velar que dicho proyecto no altere el comportamiento estructural original de la edificación donde se encuentran estos ambientes.
- La manera de intervenir la vulnerabilidad estructural es proporcionando mayor rigidez, el elemento estructural mas adecuado para ello son los muros o placas de concreto armado, por lo que se recomienda colocarlos adecuadamente en estas edificaciones evitando así las deformaciones que causen daño a los elementos estructurales y no-estructurales.
- Se deberá realizar la mitigación de los elementos no-estructurales (elementos arquitectónicos, mobiliario y equipamiento médico y líneas vitales) mediante soluciones de bajo costo indicadas en el presente estudio como primera etapa, programando las soluciones especializadas para el mediano plazo.
- Implementar un Plan Director que armonice el desarrollo de la infraestructura con las actividades de mitigación tanto de las nuevas obras como de la vulnerabilidad detectada con énfasis en la mejora del soporte de líneas vitales a las operaciones, la fluidez de las circulaciones para asegurar la evacuación de las instalaciones, y la protección contra incendios.

**HOSPITAL NACIONAL "GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN" - LIMA, IPSS
VULNERABILIDAD DE LAS AREAS CRITICAS**

AREA CRITICA	UBICACION	VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL *	VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL*	SITUACION FUNCIONAL **	VULNERABILIDAD FUNCIONAL *
DEPARTAMENTO EMERGENCIA	Pabellón principal, Lado este, 1er. Piso	Media	Media a alta	Acceptable	Media
C. QUIRURGICO (CIRUGIA DE DIA)	Pabellón principal Lado este, 2do. Piso	Media	Media a alta	Acceptable	Media
UNIDAD CUIDADOS INTENSIVOS	Pabellón principal Lado este, 2do. Piso	Media	Media a alta	Acceptable	Media
LABORATORIO CENTRAL	Pabellón laboratorio 1er. Piso	---	Media a alta	Acceptable	Baja
RADIOLOGIA CENTRAL	Pabellón principal Lado oeste, 1er. Piso	---	Baja a media	Acceptable	Baja
BANCO DE SANGRE	Pabellón laboratorio 1er. Piso	---	Media a alta	Acceptable	Media
SERV GENERALES (MANTENIMIENTO)	Sótano	---	Media a alta	Insuficiente	Alta
SUMINISTROS (FARMACIA-OTROS)	Pabellón principal Lado este, 1er. Piso	Media	Media a alta	Insuficiente	Media
COMANDO Y COMUNICACIONES	Area no definida	---	---	Insuficiente	Media
VIAS DE EVACUACION	Circulaciones horizontal y vertical	Media		Insuficiente	Media
AREAS DE EXPANSION	Areas libres exteriores del establecimiento	---	---	Insuficiente	Media

(*) Nivel de vulnerabilidad estructural y no-estructural: Alta, media, baja

(**) Situación funcional:

Crítica: No soporta siquiera la atención de la demanda cotidiana

Insuficiente: Soporta demanda cotidiana pero no la atención de la emergencia colectiva (p.e. accidente transporte masivo)

Acceptable: Soporta emergencia colectiva pero no hay capacidad operativa para atender desastres

Optima: Se han tomado medidas razonables para enfrentar situaciones de desastre

(***) Nivel de vulnerabilidad funcional y organizativa:

Alta: Se afectarían organización y procesos hospitalarios, probable hospital inoperativo,

Media: Se afectarían transitoriamente los procesos hospitalarios pero no la organización,

Baja: No se afectarían ni los procesos hospitalarios ni la organización del establecimiento.