

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL DE EMERGENCIAS PEDIÁTRICAS

INFORME TÉCNICO FINAL



INTEGRANTES DEL EQUIPO EVALUADOR:

1. Dr. Carlos Zavala Toledo (Evaluación estructural)
Msc. Jenny Taira Higa
2. Arq. Enrique García Martínez (Evaluación no estructural)
Arq. Clotilde Espinoza – Arq. María del Pilar Reyes Vasallo
3. Dr. Raúl Morales Soto – Arq. José Sato Onuma (Evaluación funcional)
Dr. Abel García Villafuerte – Dr. William Rojas Pérez
4. Ing. Néstor Ruiz (Evaluación líneas vitales – Mecánico Eléctrico)
5. Ing. Roger Salazar (Evaluación líneas vitales – Sanitario)

NOVIEMBRE - 2013

RESUMEN EJECUTIVO

Mediante convenio marco No.006-2013/MINSA suscrito entre el Ministerio de Salud y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), se establece una relación interinstitucional para desarrollar mecanismos e instrumentos de mutua colaboración y beneficio, sumando esfuerzos y recursos disponibles conducentes al desarrollo humano, del conocimiento, de la cultura, así como la cooperación técnica y prestación de servicios que ambas instituciones se puedan brindar recíprocamente. Teniendo como sustento el convenio marco con fecha 2 de Septiembre de 2013, el Ministerio de Salud y la Universidad Nacional de Ingeniería, firman el Convenio Específico No.025-2013/MINSA, con la finalidad de que la UNI, a través del Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería de Civil, desarrolle los Estudios de Vulnerabilidad Sísmica: Estructural, No Estructural y Funcional en catorce establecimientos de salud de la Provincia de Lima.

Este estudio se ha diseñado bajo la hipótesis de la ocurrencia de un terremoto seguido de tsunami, en el litoral central del Perú, cuya magnitud podría alcanzar 8 Mw; los expertos estiman que 200 mil viviendas quedarían destruidas y 348 mil inhabitables, esto ocasionaría unas 51 mil muertes y entre 50 mil a 686 mil heridos en Lima y el Callao. Esta sería la demanda contingente que deben esperar los servicios de salud, un 10 a 20% de los heridos serán graves y requerirán atención en hospitales de alta complejidad.

Son escenarios probables: que el hospital mantenga su estructura en pie y operativa, que la estructura colapse pero permita recuperar la función primordial de sus áreas críticas para mantener la atención de emergencias, o que el colapso físico y funcional sea total y haya que evacuar los pacientes y personal herido sobrevivientes hacia otros establecimientos de salud.

El estudio de vulnerabilidad funcional del Hospital de Emergencias Pediátricas, en función de un terremoto destructivo, permite reconocer que:

a. Comité Hospitalario de Defensa Civil. Está formalizado y operativo, sin embargo no dispone de un local específico y permanente; la vulnerabilidad es de nivel medio. Se recomienda reclutar personal especializado en

gestión del riesgo de desastres, dedicado a exclusividad y con los recursos necesarios.

b. Plan Operativo para Desastres. Las instalaciones están sobreocupadas, se observan limitaciones operativas para los procedimientos de evacuación aunque hay un protocolo definido para el personal; no dispone de zonas seguras de expansión para caso de desastre; la vulnerabilidad es alta. Se recomienda reforzar capacidades para la evacuación, atención en desastre y potenciar los mecanismos de referencia.

c. Planes de contingencia para atención médica de desastres. No hay planes específicos; la vulnerabilidad es alta. Se recomienda su implementación.

d. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre. Dispone de reserva solo para el uso cotidiano; la vulnerabilidad es alta. Se recomienda adecuar normas para permitir reserva para desastres.

e. El Servicio de Emergencia. Está habitualmente sobreocupado, sería insuficiente para afrontar una situación de desastre; su vulnerabilidad es alta por ser un hospital de referencia de emergencias pediátricas. Se recomienda ampliar actuales espacios, reforzar equipos de triage, potenciar los mecanismos de referencia y capacidades para atención en desastres.

f. Otros servicios críticos del hospital. Todos están sobreocupados y son muy difíciles de evacuar; la vulnerabilidad es alta. Se recomienda ampliar espacios, incrementar el número de especialistas, potenciar equipamientos y asignar recursos materiales en mayor volumen.

A pesar del avance logrado se observa una alta vulnerabilidad funcional. Requiere ser estudiada la capacidad para lograr una recuperación funcional de áreas críticas tras un terremoto destructivo; no se dispone de un sistema integrado de evacuación masiva hacia otros establecimientos por eventual colapso físico y funcional.

Se realizó el análisis de los bloques donde se encuentran las áreas críticas, en la cual se ha desarrollado el estudio de vulnerabilidad como resultado del proceso de inspección rápida visual (screening) de la infraestructura. El Hospital de Emergencias Pediátricas cuenta con cuatro edificaciones construidas en diferentes etapas. Según el informe de inspección rápida,



Ministerio
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL DE EMERGENCIAS PEDIÁTRICAS



los bloque más vulnerables son el A y C, ya que se encuentran gran parte de las áreas críticas y son las edificaciones con mayor antigüedad con aproximadamente 70 y 15 años respectivamente. El bloque A no fue previsto para uso hospitalario, por lo que sus estructuras han sufrido varias modificaciones para este fin. Dicha estructura cumple con la norma sisorresistente vigente para una edificación esencial, sin embargo los elementos no estructurales y la funcionalidad se verían afectados en el segundo nivel ya que los desplazamientos exceden los límites sugeridos para su protección y funcionalidad. En el caso del bloque C, la estructura se vería afectada en caso de un sismo severo ya que no cumple con los límites de desplazamientos establecidos en la norma lo que afectaría seriamente la funcionalidad del hospital luego del evento sísmico.

Ambos bloques superan los límites de distorsiones sugeridas para la protección y operatividad inmediata 1/1000, por lo que los elementos no estructurales y funcionalidad se verían afectados en caso de un sismo severo

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	2
1. ANTECEDENTES	8
2. OBJETIVO	8
3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL	8
4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL DE EMERGENCIAS PEDIÁTRICAS	15
4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad 15	
4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad	15
4.1.2. Identificación de elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad	19
4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad	25
4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad...	32
4.2. Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital . 35	
4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental.....	35
4.2.2. Definición de Medición de Vibración Ambiental.....	36
4.2.3. Equipos e Instrumentación.....	37
4.2.4. Resultados de las Mediciones	37
4.2.5. Conclusiones	39
4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital	43
4.3.1. Generalidades	43
4.3.2. Objetivo del Estudio.....	43
4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad.....	44
4.3.4. Auscultación de Zapatas y Cimentación	44
4.3.5. Ensayos de Laboratorio	46
4.3.6. Perfil Estratigráfico.....	46
4.3.7. Análisis de la Cimentación	48
4.3.8. Conclusiones	53
4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas	55
4.4.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero	55
4.4.2. Resistencia del Acero de Refuerzo.....	55
4.4.3. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido	55

4.4.4.	Resistencia del Concreto.....	55
4.4.5.	Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe	56
4.4.6.	Resistencia de la Mampostería y/o Adobe	56
5.	DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL	64
5.1.	Modelos Matemáticos	64
5.2.	Demandas de Carga	66
5.3.	Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo	66
5.4.	Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido	71
5.5.	Determinación de la Resistencia de la Estructura.....	73
5.6.	Análisis de la respuesta sísmica considerando un criterio de protección del contenido del establecimiento de salud	74
6.	IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES	76
6.1.	Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica	76
6.2.	Elementos no estructurales vulnerables.....	76
6.3.	Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales	81
7.	LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA	85
7.1.	(Inspección y) Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo	85
7.1.1.	Instalaciones Sanitarias	85
7.1.2.	Instalaciones Eléctricas	86
7.1.3.	Instalaciones Mecánicas.....	88
7.1.4.	Instalaciones Electromecánicas	90
7.1.5.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	90
7.1.6.	Sistema De Combustible	90
7.1.7.	Sistema De Gases Medicinales.....	91
7.2.	Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales	91
7.2.1.	Instalaciones Sanitarias	91
7.2.2.	Instalaciones Eléctricas	91
7.2.3.	Instalaciones Mecánicas.....	92
7.2.4.	Instalaciones Electromecánicas	92
7.2.5.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	92
8.	VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL	92

8.1. Contexto del problema	92
8.2. Análisis Situacional del Hospital	95
8.3. Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013	96
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO	98
9.1. Componente Estructural	98
9.2. Componente No estructural	98
9.2.1. Accesibilidad para las personas discapacitadas	99
9.2.2. Equipamiento no médico Informático	99
9.2.3. Equipamiento Médico	102
9.2.4. Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes	103
9.2.5. Quirófanos – UCI	103
9.2.6. Emergencia / Reanimación	103
9.2.7. Equipamiento de laboratorio de análisis clínico	103
9.2.8. Esterilización	104
9.2.9. Equipos Conectados	104
9.2.10. Equipos Rodantes	104
9.2.11. Equipos Fijos	105
9.2.12. Elementos Suspendidos	106
9.3. Componente Funcional	107
9.3.1. Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria	107
9.3.2. Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto	112
9.3.3. Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo	114
9.3.4. Comentario Final	115
9.4. Componente de Líneas Vitales	118
10. AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD	119
10.1. Documentación Técnica	119
10.2. Esquemas	120
10.3. Costo de la Propuesta Solución a la Problemática	120
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121



ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN (14) ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA

PRODUCTO 3: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL DEL HOSPITAL DE EMERGENCIAS PEDIÁTRICAS

1. ANTECEDENTES

Mediante convenio marco No.006-2013/MINSA suscrito entre el Ministerio de Salud y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), se establece una relación interinstitucional para desarrollar mecanismos e instrumentos de mutua colaboración y beneficio, sumando esfuerzos y recursos disponibles conducentes al desarrollo humano, del conocimiento, de la cultura, así como la cooperación técnica y prestación de servicios que ambas instituciones se puedan brindar recíprocamente. Teniendo como sustento el convenio marco en fecha 2 de Septiembre del 2013, el Ministerio de Salud y la Universidad Nacional de Ingeniería, firman un convenio específico No.025-2013/MINSA, con la finalidad de que la UNI a través del Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería de Civil, desarrolle los Estudios de Vulnerabilidad Sísmica: Estructural, No Estructural y Funcional en catorce establecimientos de salud de la Provincia de Lima.

El presente informe muestra los resultados del análisis de la vulnerabilidad de las áreas críticas del Hospital de Emergencias Pediátricas.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente informe es la determinación de la vulnerabilidad de las áreas críticas en los componentes estructural, no estructural, funcional y líneas vitales.

3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL

El Hospital de Emergencias Pediátricas fue creado el 12 de Julio de 1985 por R.M Nro. 183-85/DVM con denominación de Centro de Emergencias Pediátricas, encontrándose ubicado en la octava cuadra de la Avenida Grau del distrito de La Victoria, en el local de la antigua Asistencia Pública de Lima. En el año 1987 fue anexado al Hospital de Emergencias Casimiro Ulloa y tres años después al Instituto de Salud del Niño. El 03 de Agosto de 1991 se anula esta integración a solicitud de sus trabajadores considerándosele Hospital de Apoyo especializado en Salud Infantil. A partir de dicho periodo se inicio la repotenciación de las diferentes áreas y

servicios de nuestra Institución favoreciendo una mejor atención a los usuarios, es así que se acondiciono e implemento la Sala de Operaciones y la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica con la respectiva dotación de Unidades Móviles.

En Marzo de 1995 por R.M N° 206-95/ SA/DM el Hospital recibe la denominación de HOSPITAL DE EMERGENCIAS PEDIÁTRICAS, brindando atención especializada a la población infantil en las especialidades de Medicina, Cirugía, Traumatología, Neurocirugía, Anestesiología y Terapia Intensiva, contando a la fecha con 6 consultorios para la atención de Urgencias y con 45 camas para la atención en Hospitalización.

El 27 de Junio del 2005 mediante Resolución Directoral N° 614/2005-DG-DESP- DSS-DISA.V.LC., se otorga al Hospital de Emergencias Pediátricas la Categoría III-1 Hospital III especializado en Emergencias Pediátricas de Tercer Nivel de Atención.

3.1. Nombre del establecimiento: Hospital de Emergencias Pediátricas

3.2. Dirección: Avenida Grau N° 840, Prolongación Huamanga N° 126
Distrito La Victoria, Lima, Perú

3.3. Teléfonos: 474 3200, 215 8838

3.4. Página web y dirección electrónica: <http://www.hep.gob.pe>

3.5. Número total de camas: 45

3.6. Índice de ocupación de camas en situaciones normales: 80,74%, en el Servicio de Cirugía Pediátrica y Especialidades 93,90% y en el Servicio de Traumatología Pediátrica 62, 89%.

3.7. Descripción del establecimiento:

Aspectos Generales: Establecimiento de salud del Ministerio de Salud, catalogado en Nivel III-1, actualmente en proceso la actualización de la categorización; especializado en la atención de emergencias y urgencias pediátricas, pertenece a la Dirección de Salud V, Lima Ciudad.

Tipo de estructura: El terreno donde se ha edificado el Hospital corresponde a zona I de menor riesgo sísmico. El distrito de la Victoria se encuentra alejado del litoral, por consiguiente no tiene riesgo de tsunami.

El área asistencial está formada por cuatro bloques con características y antigüedad diferentes. El edificio antiguo del HEP (bloque A), fue construido en 1943 (antigüedad de 70 años), con un sistema de trenzado de ladrillos, con muros de 25 cm de ancho, con presencia de vigas, pero sin columnas. La construcción del área de hospitalización (bloque C), fue construido el año 1998 (15 años de antigüedad), con características modernas de construcción. El año 2010 se construyó el área correspondiente a Diagnóstico por Imágenes (bloque B), con características de sismo resistencia. El sótano y el primer piso de la construcción de Emergencia se ha terminado de construir el presente año (bloque D-E), también con características de sismo resistencia.

El área administrativa consta de dos bloques, La construcción antigua (bloque F), construida hace aproximadamente 40 años, en regular estado de conservación y el área correspondiente a Archivo y Farmacia (bloque G), con una antigüedad de 2 años construido con normas de sismo resistencia.

Área de influencia: distritos La Victoria, San Juan de Lurigancho, El Agustino, Cercado de Lima y Ate.

Cobertura de la población: 2'048 650 habitantes.

Horario de atención: Consultorio de Urgencias es 12h, Servicio de Emergencia y hospitalización es 24 horas.

Personal

La población total de trabajadores es de 477, bajo el régimen del DL N° 276 son 326 trabajadores, y bajo el DL N° 1057, 151 trabajadores. En el área asistencial 104 médicos, 54 enfermeras, 10 asistentas sociales, 2 nutricionistas, 2 químicos farmacéuticos, 12 tecnólogos médicos; 78 técnicos asistenciales categorizados. En el área administrativa se cuenta con 12 profesionales categorizados y 42 técnicos administrativos categorizados.

Cartera de servicios:

- Atención de Urgencias y Emergencia Pediátricas
- Neumología Pediátrica
- Terapia de Asma Bronquial
- Terapia de Rehidratación Oral
- Cirugía Pediátrica General
- Neurocirugía Pediátrica
- Traumatología Pediátrica
- Laboratorio Especializado

- Diagnostico por Imágenes (Radiología, Ecografía, Tomografía)
- Terapia Intensiva Pediátrica

3.8. Distribución física:

El Hospital Emergencias Pediátricas está constituido por dos bloques, uno que corresponde a la antigua asistencia pública construida en 1943 y un bloque nuevo que data del 1998. Posee además 4 aéreas físicas que se les ha dado la funcionalidad respectiva, un edificio adquirido recientemente y un local alquilado.

Área:

Local Principal:

Av. Miguel Grau N° 800 y Prolongación Huamanga N° 126

Área Terreno 1,518.76 m²

Área Construida 2,094.98 m²

Local Secundario:

Prolongación Huamanga N° 131

Área de Terreno 295.39 m²

Área Construida 80.00 m²

Total de los dos locales:

Área de Terreno 1,814.15 m²

Área Construida 2,174.98 m²



Figura 1. Vista satelital de ubicación del HEP

FUENTE: Hospital de Emergencias Pediátricas. Informe de simulacro de sismo del 18 de setiembre de 2013.. Lima.

Distribución: El HEP se distribuye en los siguientes bloques[

SECTOR	NIVEL	SERVICIOS
Bloque A Asistencial Antiguo	1er. Piso	Hall Ingreso, Triage, Farmacia. Emergencia, Admisión
		Centro Quirúrgico. Esterilización y Fórmulas.
	2do. Piso	Hall 2do piso, UTAB, URO, C. Urgencia N° 1 - 2. Salas de Neurocirugía y Traumatología.
		Laboratorio, Comedor, Estar médico damas.
	3er. Piso	Of. Administrativas C. Urgencia N° 3 – 4 – 5.
Bloque C Asistencial Nuevo	1er piso	Hospitalización 1-A.
		Sala Observación.
	2do. Piso	UTIP-A, UTIP-B y UCIN.
	3er. Piso	SALA 3-A, SALA 3-B y SALA 3-C.
	4to. Piso	Estar de Técnicos de Enfermería.
Bloque B Dx. Por Imágenes	1er piso	TAC, Ecografía, Radiología
Bloque D/E Emergencia	Sótano	En Construcción
	1er Piso	
Bloque H Administrativo Alquilado	1er Piso	
	2do Piso	Transportes
	3er Piso	Cuerpo Médico
	4to Piso	Estar Médico Varones
	5to Piso	Cafetería Damas Voluntarias.
Bloque G Administrativo Nuevo	Sótano	Archivo
	1er Piso	Almacén
	2do Piso	Farmacia, Auditorio
	3er Piso	Oficina de Apoyo a la Docencia e Investigación
Bloque F Administrativo Antiguo		Dirección General
	1er. Piso	Jefatura de Enfermería
	2do. Piso	Jefaturas Asistenciales
		Farmacia, Economía, Bienestar.
	3er. Piso	Logística, Patrimonio Personal, OCI, Planeamiento, Dirección Adm.

Figura 2. Bloques del Hospital de Emergencias Pediátricas.

Fuente: Comité Operativo de Emergencia/Hospital de Emergencias Pediátricas. Plan de Respuesta para Emergencias y Desastres. Lima, 2013.

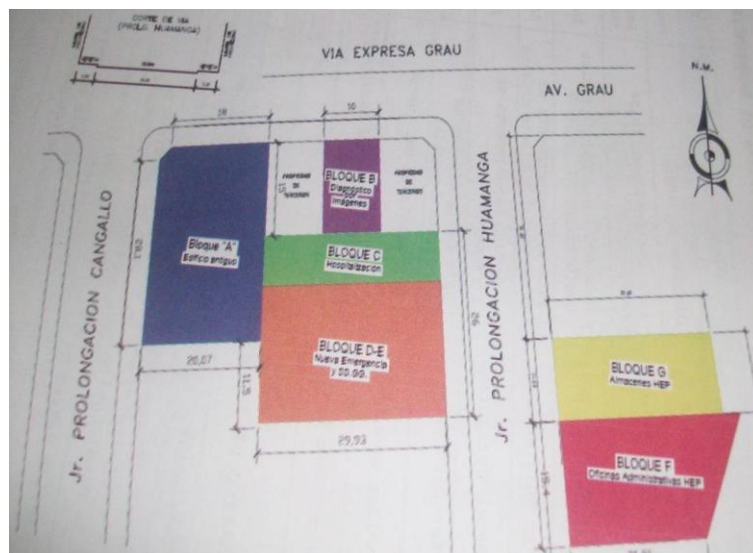


Figura 3. Croquis de Bloques del Hospital de Emergencias Pediátricas

Fuente: Plan de Respuesta Frente a Emergencias y Desastres.2012 p 38.

3.9. Capacidad hospitalaria (1):

a. Medicina y Especialidades Pediátricas

Servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Hospitalización 3-A	05	01	
Hospitalización 3-B	05	01	
Hospitalización 3-C	05	02	
TOTAL:	15	04	

b. Cirugía

Servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cirugía Pediátrica y Especialidades	06	00	
Traumatología Pediátrica	06	00	
Neurocirugía Pediátrica	06	00	
TOTAL:	18	00	

c. Emergencia y Cuidados Intensivos

Ambiente	Nº de camas y camillas	Capacidad adicional	Observaciones
Emergencia	02	00	
Observación	08	02	
Tópico de Urgencia	03	00	
Área Triage	01	00	
Cuidados	08	00	

Intensivos Pediátricos			
Cuidados Intensivos RN	04	00	
TOTAL:	12 camas y 14 camillas		

d. Quirófanos

Ambiente	Nº camas	Capacidad adicional	Observaciones
Sala de operaciones	02	00	
Sala de Procedimientos	01	00	
TOTAL:	03		

(1) FUENTE: Plan Hospitalario de Respuesta frente a Emergencias y Desastres, 2012. Resolución Directoral N° 097-2012/HEP/MINSA. Hospital Emergencias Pediátricas. (52 páginas)

3.10. Ambientes susceptibles de aumentar la capacidad operativa: (1)

Ambiente	Área m ²	Uso	Agua		Luz		Teléfono		Observaciones (capacidad)
			Si	No	Si	No	Si	No	
Auditorio		X	X		X		X		Ampliación para 08 camas, actuales ninguna
Cochera		X	X		X				Ampliación para 10 camas, actuales ninguna

(1) FUENTE: Plan Hospitalario de Respuesta frente a Emergencias y Desastres, 2012. Resolución Directoral N° 097-2012/HEP/MINSA. Hospital Emergencias Pediátricas. (52 páginas)

4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL DE EMERGENCIAS PEDIÁTRICAS

4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad

4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad

El hospital de Emergencias Pediátricas cuenta con cuatro edificaciones, las que están denominadas por bloques. Según el screening realizado, los bloques a evaluar son el A y C, ya que en dichos bloques se encuentran la mayor cantidad de áreas críticas, además de ser las de mayor antigüedad

El bloque A es el más antiguo, con alrededor de 70 años de antigüedad. La edificación cuenta con dos pisos y una azotea. El sistema estructural es la mampostería con el uso de ladrillo sólido, al parecer

sin confinamiento, y losa aligerada de 20cm de espesor. Este bloque no ha sido construido para uso hospitalario, ya que antes era el local de la antigua Asistencia Pública de Lima. Se han realizado varias modificaciones a la estructura según las necesidades del hospital. Se pudo notar en los planos de arquitectura que no hay continuidad en varios muros entre el primer y segundo piso, lo que disminuye el área de elementos resistentes en la estructura en caso de sismos.



Figura 4. Vistas de las estructuras del Bloque A.

Se pudo observar que muchos de los muros no tienen una continuidad en el primer y segundo piso, por lo que muchos de los muros son

considerados divisorios o tabiquería lo que no es tomado en cuenta como sistema estructura. Durante las inspecciones realizadas, se pudo notar que al parecer muchos de los muros no cuentan con confinamiento y han sido contruidas con ladrillo sólido. Los muros tienen un espesor de 25cm en general.

El Bloque C es una edificación de tres pisos cuyo sistema estructural consiste en pórticos de concreto armado rigidezado con mampostería y mampostería confinada. Este bloque fue construido en el año 1998 y esta previsto para cinco pisos.



Figura 5. Vista de las estructuras del Bloque C.

El bloque C cuenta con tres líneas de resistencia, de los cuales dos de ellos son pórticos de concreto armado y uno en mampostería confinada. Se pudo observar que la tabiquería está unida a la estructura y éstos sufrirían daños en caso de un sismo. También, se observó que la caja del ascensor y los muros de la escalera se encuentran en el extremo del bloque que colinda con el Bloque A, lo que causan torsión en la estructura al producirse un sismo.



Figura 6. Tabiquería unida a la estructura.

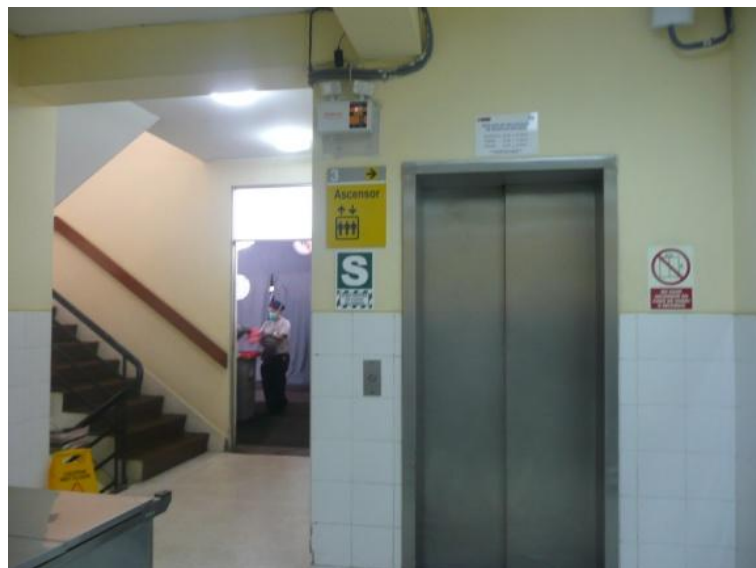


Figura 7. Caja de ascensor y muros de escalera en uno de los extremos del Bloque C.

4.1.2. Identificación de elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad

A fin de realizar la identificación de los elementos no estructurales en el establecimiento hospitalario se realizará en función a la UNIDAD PRODUCTORA DE SERVICIOS (UPS) y UNIDAD PRODUCTORA DE SERVICIOS DE SALUD (UPSS) que tenga el hospital. Según la Norma Técnica N° 021-MINSA/DGSPN.02 Norma Técnica de Salud "Categorías de Establecimientos del Sector Salud", aprobado con Resolución Ministerial N° 914-2010/MINSA, las UPS y las UPSS están compuestas de la siguiente manera:

UNIDAD PRODUCTORA DE SERVICIOS (UPS).- Es la unidad básica funcional del establecimiento de salud constituida por el conjunto de recursos humanos y tecnológicos en salud (infraestructura, equipamiento, medicamentos, procedimientos clínicos, entre otros) organizada para desarrollar funciones homogéneas y producir determinados servicios, en relación directa con su nivel de complejidad.

UPSS
Consulta Externa
Hospitalización
Enfermería
Centro Quirúrgico
Centro Obstétrico
Unidad de Cuidados Intensivos
Patología Clínica
Anatomía Patológica
Medicina de Rehabilitación
Hemodiálisis
Centro de Hemoterapia
Central de Esterilización
Diagnóstico por imágenes
Farmacia
Nutrición y Dietética
Radioterapia
Medicina Nuclear

UNIDAD PRODUCTORA DE SERVICIOS DE SALUD (UPSS).- Es la UPS organizada para desarrollar funciones homogéneas y producir determinados servicios de salud, en relación directa con su nivel de complejidad.

Las UPSS se agrupan en:

Unidades Productoras de Servicios de Salud de Atención Directa, donde se realizan las prestaciones finales a los usuarios.

Unidades Productoras de Servicios de Salud de Atención de Soporte, donde se realizan las prestaciones que coadyuvan al diagnóstico y tratamiento de los problemas clínicos quirúrgicos de usuarios que acuden a las UPSS de atención Directa.

UPSS ATENCION DIRECTA	UPSS ATENCION DE SOPORTE
Consulta Externa	Patología Clínica
Hospitalización	Anatomía Patológica
Enfermería	Medicina de Rehabilitación
Centro Quirúrgico	Hemodiálisis
Centro Obstétrico	Centro de Hemoterapia
Unidad de Cuidados Intensivos	Central de Esterilización
	Diagnóstico por imágenes
	Farmacia
	Nutrición y Dietética
	Radioterapia
	Medicina Nuclear

En función a ello en esta sección se procederá a identificar los diversos elementos no estructurales que forman parte de la Infraestructura Hospitalaria, pero que no son considerados dentro del sistema estructural, los cuales, dependiendo de la magnitud del daño sufrido ante un evento sísmico, pueden constituir un peligro a la integridad física de los ocupantes, así como generar problemas serios en las estructuras.

Por ello, a fin de determinar la vulnerabilidad no estructural, se busca determinar la susceptibilidad a daños que presentan estos elementos, los cuales pueden verse afectados por sismos moderados y por tanto más frecuentes durante la vida del hospital.

El componente no estructural se refiere a todos los elementos constructivos no resistentes (ciertos muros, tabiques y otros), pueden generar problemas serios en las estructuras diseñadas contra sismos, por dos causas: 1) fijación inadecuada de los elementos no estructurales al edificio y 2) la no inclusión de dichas cargas en las cargas de cálculo del edificio.

En este marco, se debe conocer que los efectos destructivos de los sismos provocan daños en los edificios por la inercia de los objetos que se mueven en él, provocando como consecuencia que cuanto más pesa un objeto, mayor será su inercia, o sea su tendencia a conservar el movimiento por lo que no dejará de moverse por mucho peso que tenga, asimismo, si el peso no es uniforme o en la parte superior es mayor, tenderá a volcarse.

También se provocarán daños por efecto de la deformación provocando como consecuencia que algunos objetos de metal se deforman, otros menos flexibles se rompen y otros pierden su movilidad.

Teniendo en cuenta los criterios antes mencionados, se procederá con la identificación de los Elementos no estructurales a considerar en la evaluación los cuales influyen en la vulnerabilidad, esto se agrupan de la siguiente manera:

ARQUITECTÓNICOS

- Tabiques: Divisiones interiores
- Recubrimientos en fachadas
- Cielos falsos (Falsos cielos rasos)
- Techos o cubiertas
- Parapetos
- Mobiliario y equipo no médicos
- Recubrimientos (enlucidos)
- Vidrios y carpintería de ventanas
- Ornamentos
- Marquesinas, letreros
- Luminarias
- Barandas
- Puertas y rutas de salida

EQUIPAMIENTO

- Equipo médico
- Equipo de laboratorio
- Equipo industrial
- Equipo de oficina
- Mobiliario
- Suministros

Bajo este marco, se desarrolla la identificación de los elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad, y se muestran Figuras, a modo de ejemplo, de los daños que ocasionan los eventos sísmicos intensos, estas corresponden a imágenes de otros países.

Analizaremos algo más detenidamente, cada uno de estos elementos:

1. Tabiques o divisiones interiores con vidrios crudos

En los Hospitales se presentan adecuaciones de ambientes en lugares que no han sido diseñados para esas actividades, estos son implementados mediante tabiquería con material ligero (estructura de madera con triplay o estructura de aluminio con vidrio o de panel prefabricado), en estos casos se fijan en el piso y/o muros, mas no en techo, lo que puede sufrir deformaciones ante sismos moderados o intensos.



Figura 8. Tabiques no asegurados adecuadamente, corren el riesgo de deformaciones o caídas ante eventos adversos.

Debido a lo anterior, y a que la estructura no se encuentra debidamente rigidizada para restringir las deformaciones laterales y la distorsión angular de los vanos en los cuales se encuentran los tabiques, es de esperarse que en caso de un sismo moderado o intenso se rompan un número importante de vidrios por el daño o deformación de los marcos de las ventanas

2. Recubrimientos en fachadas

Los elementos de recubrimiento en las fachadas, generalmente son baldosas colocadas sobre mortero lo cual, pueden haber sido

ejecutadas defectuosamente o haber sufrido deterioro por el paso del tiempo, que en caso de sismo puede desprenderse dañando la integridad física de las personas que se encuentran transitando cerca de ellas.

3. Falsos cielos rasos

Son vulnerables a las vibraciones, pueden desprenderse ante un movimiento sísmico, por mal anclaje o fijación al techo. Incide en esta vulnerabilidad la cantidad de luminarias por el peso adicional al falso cielo raso, debiendo revisarse la cantidad de alambres de sostenimiento que sean suficientes en número y tengan ángulos necesarios para evitar los movimientos laterales.

4. Techos y cubiertas.

Son vulnerables sino cuentan con un sistema de fijación adecuado y en buen estado de conservación. Se corre riesgo de caída o desprendimientos, que influyen en la vulnerabilidad.

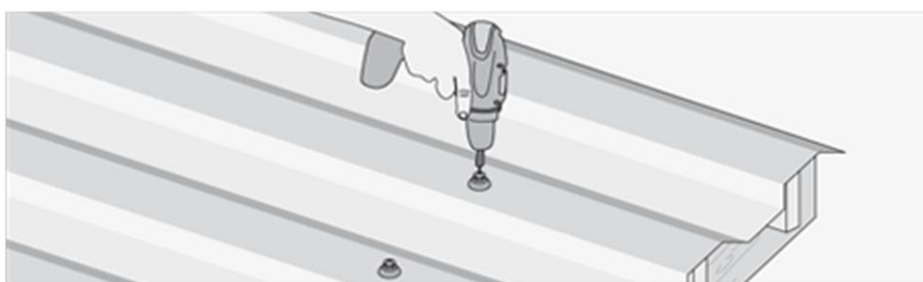


Figura 9. Techos ligeros que deben estar sujetos adecuadamente a fin evitar caídas o desprendimientos.

5. Parapetos, barandas y rampas.

Las deficiencias o la falta de estos elementos incide en la seguridad del personal y pacientes, comprometiendo las rutas de evacuación y/o su integridad física.

6. Mobiliario

Equipamiento biomédico, desplazamiento y caída de los objetos por no encontrarse asegurados, comprometiendo la operatividad del establecimiento, debido a la ocurrencia de los posibles daños como son:

- Impacto de objetos afilados.
- Impacto de objetos sueltos que caen de una altura apreciable.
- Impacto de objetos que se deslizan o ruedan por el piso.
- Contacto directo con contaminantes o sustancias tóxicas.
- Desconexión o averías de sistemas esenciales para mantener la vida.
- Contacto con cables eléctricos expuestos, vapor o gases
- imposibilidad de reponer aparatos o suministros esenciales.
- Pérdida de función del equipo o sus dependientes.
- Daño o pérdida económica.

7. Puertas y ventanas

Puertas mal señalizadas y/o clausuradas por el uso indebido de corredores convertidos en ambientes con otro fin, u ocupados por muebles, equipos y otros objetos. Otro problema son las puertas de emergencia que abren en sentido contrario a la evacuación, incumpliendo normativa vigente.

8. Fijación de luminarias

Pueden desprenderse por mal anclaje al techo, y por el peso que otorgan al falso cielo raso.



Figura 10. Luminarias no sujetadas adecuadamente en techo ante movimientos sismos, se caen e incrementan el peso del falso cielo raso provocando colapso de los sistemas.

9. Pavimentos,

El tipo de material y el estado de conservación en que se encuentren será determinante en la seguridad para la evacuación en casos de un evento adverso.

4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad

A. Entorno Físico y Poblacional y Efectos Actuales o Potenciales sobre El Hospital

El hospital está ubicado en el distrito de La Victoria, al centro de la capital, en área urbana consolidada, con densidad poblacional alta.

Los peligros o condiciones del entorno que pueden generar demanda masiva o condiciones de riesgo para el hospital y sus áreas críticas son:

- Territoriales:
 - Amenaza sísmica: alta en la región.
 - Inundaciones rápidas: represas.
 - Inundaciones lentas: probable por efecto de lluvias; el cambio climático puede incrementar su frecuencia.

- Urbanos:
 - Seguridad de vivienda para sismos: 31% de viviendas de distritos de la zona de influencia del hospital (Ate, La Victoria, Cercado de Lima, San Juan de Lurigancho) podrían ser destruidas o quedar inhabitables, produciendo unos 160 mil heridos, 8.7% de la población, por la caracterización geotécnica-sísmica del suelo y la estimación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de vivienda. (Diseño de Escenario sobre el Impacto de un Sismo de Gran Magnitud en Lima Metropolitana y Callao, Perú. INDECI-PREDES. 2009.
http://www.indeci.gob.pe/plan_a_sismo/d_esc_sis_lima.pdf, acceso 12abril2012)
 - Incendios: no cuantificado, se estima: medio, por material constructivo- depósitos o expendios de combustible-talleres de pirotécnicos-industrias-depósitos de reciclables.
 - Inundaciones: estimado en bajo por lluvias.
- Vialidad, transporte terrestre y accesos:
 - Estado y seguridad de vialidad: insuficiente, frecuente accidentalidad
 - Ocupación de vialidad: muy alta, incide en tránsito muy lento
 - Rutas con alta peligrosidad identificada: carretera central.
 - Inseguridad del transporte: muy alta, mortalidad excesiva (segundo lugar en América Latina en atropello de peatones) [Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Naciones Unidas
<http://www.un.org/es/roadsafety/background.shtml>. Accesi 11octubre2013]
 - Mortalidad por accidente vehicular: muy alta (país 3,500/año, Lima: 60%) [Aspectos psicosociales en Accidentes del Transporte Terrestre. Morales Soto Nelson Raúl, Alfaro Basso Daniel, Gálvez Rivero Wilfredo. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2010; 27(2): 273-78.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v27n2/a17v27n2.pdf>. Acceso 11octubre2013]
 - Puntos críticos de eventual aislamiento local (ríos, puentes, vías expresas): existen en el distrito o circundantes
 - Transporte masivo (trenes, buses articulados): existen en el distrito o circundantes
- Locales de aglomeración poblacional masiva:
 - Centros comerciales: varios, a veces sin control de la autoridad pertinente
 - Espectáculos públicos: estadios deportivos, coliseos, discotecas
- Materiales peligrosos:
 - Refinerías y plantas de combustibles: no existentes en la zona
 - Industrias químicas o energéticas: si existen en distritos circundantes (pinturas).
 - Surtidores de combustibles: no cercanos al hospital
 - Industrias: confeccionistas de ropa.

- **Sociales:**
Conflictividad social: 304 conflictos/país, 25 en Lima, en 2012
[Decimosexto Informe Anual de la Defensoría del Pueblo. Defensoría del Pueblo.
Enero-diciembre 2012. Lima, 2013].
<http://www.defensoria.gob.pe/modules/Downloads/informes/anuales/Decimosexto-Informe-Anual.pdf>, Acceso 14oct2013]
 - Desorden público: medio.
 - Homicidio: medio (supera 20x100 mil habitantes)
 - Seguridad pública (delincuencia): percepción de alta inseguridad (86.7% a nivel país, 84.9% en Lima). [Estadísticas sobre seguridad ciudadana. INEI. Lima, 2013].
<http://cde.elcomercio.e3.pe/66/doc/0/0/5/7/6/576206.pdf>, Acceso 11octubre2013]
 - Violencia masiva (terrorismo): no reportado actualmente en la zona
 - Pobreza en el distrito: 18% de la población, pobreza extrema: 0.5%.
- **Biológicos:**
 - Hídrico: riesgo de contaminación masiva del agua de la capital por deslaves tóxicos (Tamboraque, río Rímac)
 - Sanitario: aniegos frecuentes con aguas servidas
 - Alimentos: frecuente contaminación (intoxicación alimentaria masiva)
 - Epidemias: antecedente de cólera e influenza, dengue probable.

B. Relaciones Funcionales de las Áreas Críticas Del Establecimiento

El Servicio de Emergencia, ubicado en el Bloque A (Antiguo local) tiene acceso del exterior por la avenida Grau, esquina con jirón Cangallo por una puerta de 2,4 m de ancho libre, ingresando a un hall de recepción donde está la Unidad de Triage, Admisión, Caja, Farmacia e Informes.



Figura 11. Puerta de ingreso a Emergencia y área de Triage del HEP.

Se abren al hall los ambientes de Tópico de Urgencias (con 3 camas-camillas), Sala de Observación (con 8 camas-camillas) y Shock-Trauma (con 2 camas-camillas). Esta área comunica por un pasillo de unos 10 metros de longitud con el Centro Quirúrgico donde hay 2 salas de operaciones, Recuperación post operatoria con 4 camas y una Sala de Procedimientos de Cirugía Intermedia. Estos ambientes son de construcción antigua pero remodelada para darles funcionalidad. Frente al Centro Quirúrgico está la Central de Esterilización. Toda esta

área tiene posibilidad de evacuación hacia la esquina Grau con Cangallo.



Figura 12. Ingreso a Tópico de Urgencia y Trauma-Shock.



Figura 13. Relación funcional de Centro Quirúrgico. Sala de Recuperación

En bloque adyacente, hacia la parte posterior de Emergencia, está a pocos metros el Servicio de Radiología, local de construcción nueva con ambientes de Rayos X, Ecografía y Tomografía Axial Computarizada. A través de un hall este ambiente se comunica hacia la avenida Grau, permitiendo evacuación del personal.

Todos los ambientes descritos tienen señalización y disponen de extintores según Norma Técnica, además están visibles los planos de rutas de evacuación. No hay zonas de seguridad interna ni detectores de humo, aspersores ni red contra incendios.

La circulación vertical al segundo piso se da desde el hall principal a través de escalera de 1.20 m de ancho, que conduce al Banco de Sangre (Tipo I) y el Laboratorio. Además hay dos salas de hospitalización (Neurocirugía y Traumatología) y consultorios de Urgencia. No tiene zona de seguridad interna, su evacuación es vertical hacia la Av. Grau, con señalización adecuada y plano de evacuación visible.



Figura 14. Laboratorio con insumos y Banco de Sangre Tipo I

La UCI está ubicada en el 2º Piso del Bloque C (Local Nuevo). Tiene buena distribución arquitectónica, señalización y ubicación de extintores según Norma Técnica, pero no tiene red contra incendios. Cuenta con plano de rutas de evacuación, con zona de seguridad interna y externa hacia el Jr. Huamanga.



Figura 15. Plano de Evacuación visible



Figura 16. Escalera estrecha para la evacuación.

4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad

4.1.4.1. Instalaciones Sanitarias

Las Instalaciones Sanitarias de agua y desagüe en el establecimiento de salud están conformadas por la infraestructura de almacenamiento, tuberías de agua y desagüe, válvulas y

equipos de bombeo, los cuales por sus características e importancia deben mantenerse en estado operativo después de una emergencia, razón por la cual los niveles de riesgo a los que están expuestas deben ser los más conservadores.

La mayor parte de las líneas de agua y alcantarillado se construyen bajo nivel del piso y luego estas excavaciones son rellenadas, por lo que es importante determinar los efectos en el terreno debido a los sismos, los que pueden ser de fallamiento, licuefacción, deslizamiento, densificación y levantamiento tectónico.

La magnitud del daño es función a la intensidad del sismo, a la calidad del terreno y al tipo de tubería, por lo que en la práctica un sismo severo se constituye en el principal enemigo de los sistemas de agua y desagüe.

Alrededor de las tuberías instaladas bajo nivel de piso se presentan dos tipos de terreno, el primero es el terreno dentro de la zanja y el segundo el suelo original fuera de la zanja, evidentemente con distintos grados de compactación. Esta situación genera una reacción en las tuberías, diferente a la que soporta la infraestructura sobre el nivel del suelo. Es frecuente encontrar fallas en zonas de transición de la calidad el suelo así como por diferencias en los espesores del relleno.

El daño producido por sismos en obras que están bajo el nivel del suelo como tuberías y conductos de agua y alcantarillado, válvulas etc., no serán visibles, al estar enterradas las tuberías se mueven con el suelo sufriendo deformaciones por lo que se espera mayores daños en las tuberías más rígidas como F^oF^o, concreto y asbesto cemento que las más flexibles como PVC. Los puntos más vulnerables de las tuberías son las uniones especialmente las rígidas

En general la vulnerabilidad está afectada por los siguientes elementos:

- En tuberías enterradas en suelos blandos o material de relleno, en cambios bruscos de material
- Instalaciones con presencia de nivel freático, o en taludes inestables.
- Por las características geotécnicas del suelo

Por el desgaste (corrosión) en tuberías metálicas y/o concreto que se instalan enterradas y/o empotradas.

4.1.4.2. Instalaciones Eléctricas

Dentro de las líneas vitales del hospital entre ellos el sistema eléctrico deberá encontrarse disponibles y permitan acceder y funcionar a su máxima capacidad instalada en su misma infraestructura, inmediatamente después de un fenómeno destructivo como un sismo de gran intensidad.

En caso de desastre o sismo severo es posible que se interrumpa el suministro de energía eléctrica de la localidad, para lo cual el hospital debe disponer de una fuente alterna de suministro de energía eléctrica, que permita seguir prestando servicio al hospital.

El grupo electrógeno debe funcionar correctamente y en caso de corte de fluido eléctrico deberá operar mediante un tablero de transferencia automática, para esto se debe disponer de un tanque de almacenamiento de combustible que permita el funcionamiento del generador por espacio de 72 horas. Asimismo para la transferencia automática, para las áreas críticas debe disponer de equipos UPS a fin de disponer de energía continua. El ambiente del grupo electrógeno deberá encontrarse sobre el nivel de cota cero es decir debe encontrarse sobre el nivel de la cota cero a fin de evitar inundaciones.

El sistema eléctrico deberá encontrarse operativo en el momento de suceder un percance como un sismo severo, tanto en forma inmediata como para afrontar la emergencia a corto plazo, para lo cual deberá estar preparado con las condiciones e infraestructura en condiciones apropiadas.

Es frecuente encontrar instalaciones provisionales o expuestas, que pueden ser las causas de algún siniestro, debido a que sobrecargan la red inicialmente diseñada, así como la utilización de materiales inadecuados y aplicación de materiales indebidos.

4.1.4.3. Instalaciones Mecánicas

El hospital deberá contar con la infraestructura adecuada para las centrales de gases medicinales, Aire Comprimido Medicinal, el abastecimiento de gases medicinales deberá realizarse en forma

adecuada y oportuna, en el momento de suceder un percance, se deberá tener la disponibilidad del sistema en forma inmediata así como permitir afrontar la emergencia.

La capacidad para abastecimiento de la central de gases medicinales deberá disponer de una reserva por lo menos durante 72 horas mínimo para afrontar la emergencia.

4.1.4.4. Instalaciones Electromecánicas

Es necesario tener disponible también en cada uno de los sistemas electromecánicos como es el caso de las electro bombas de agua o de las electro bombas de sumidero, etc., un equipo de reserva o en stand by, que permita contar con el sistema operativo, cuando por motivos de mantenimiento correctivo o preventivo se paralice el equipo, el sistema debe seguir funcionando en forma normal con el equipo de reserva.

4.1.4.5. Instalaciones de comunicaciones

Es importante disponer de un adecuado sistema de Comunicaciones para tener un adecuado comportamiento ante eventos severos, debido a que luego del evento se toman acciones de coordinación entre organismos públicos, privados y entidades de rescate, como comunicaciones con la red de servicios y coordinaciones para la distribución del recurso humano disponible, para esto se debe contar con un eficiente sistema de comunicaciones que permita tener la comunicación necesaria en el momento oportuno.

4.2. Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital

4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental

El objetivo es determinar el periodo de oscilación fundamental de la edificación, para ello se aprovecha la vibración o ruido ambiental como fuente de excitación de los edificios y se utilizan un equipo con sensor triaxial (dos direcciones horizontales ortogonales y una vertical) colocado en la azotea para poder medir las velocidades del movimiento del edificio en las direcciones longitudinal y transversal de la edificación.

4.2.2. Definición de Medición de Vibración Ambiental

El suelo y las edificaciones presentan micro vibraciones que son imperceptibles a los sentidos humanos pero que pueden ser detectados y registrados por instrumentos con alta sensibilidad, estos micro movimientos son conocidos como vibración ambiental o microtemblores, también como microsismos, ruido sísmico de fondo, campo natural, o microtemblores (Flores, 2004; Nakamura, 1989) Lermo (1992) y Lermo y Chávez-García (1994) definen los microtemblores como vibración o ruido ambiental. La vibración ambiental del suelo está conformada básicamente por ondas superficiales Rayleigh y Love que están afectadas por la estructura geológica del sitio donde se mide (Bard, 1998). Es posible clasificar la vibración ambiental del suelo en base al contenido de frecuencia de estos y señalar las fuentes que lo originan. Así, se menciona lo siguiente:

- A bajas frecuencias (por debajo de 0.3 Hz a 0.5 Hz) son originados por las ondas oceánicas que ocurren a grandes distancias.
- A frecuencias intermedias (0.3–0.5 Hz y 1 Hz) los microtemblores son generados por las olas del mar cercanas a las costas.
- Para altas frecuencias (mayores a 1 Hz) las fuentes están ligadas a la actividad humana.

Los microtemblores han sido utilizados desde principios del siglo XX para determinar las propiedades dinámicas del terreno. Omori (1908) inició las investigaciones sobre microtemblores empleando un instrumento muy simple para observar la vibración natural del suelo que no correspondía a una vibración sísmica y encontró que dicha vibración natural podría ser causada por el viento, olas marinas o perturbaciones artificiales como el tráfico, vibración de máquinas, etc.

Para estimar el periodo de oscilación de una edificación, que es el presente objetivo, se aprovecha la vibración ambiental como fuente de excitación de las edificaciones y se utiliza un equipo con un sensor triaxial colocado en la parte superior para medir la velocidad o aceleración del movimiento de la edificación en sus direcciones longitudinal y transversal. El registro obtenido será

luego sometido a un análisis espectral para identificar el correspondiente periodo de oscilación horizontal en las direcciones longitudinal y transversal de la edificación donde se realizó la medición.

4.2.3. Equipos e Instrumentación

Para la medición del periodo de oscilación se empleó un equipo denominado GEODAS 15-HS (ver figura AI-1, Anexo I) desarrollado por la Compañía Buttan Service., Ltd. A continuación se detalla las características del equipo y programas usados:

- 01 Sistema de Adquisición de Datos GEODAS 15-HS
- 01 Computadora portátil NEC, modelo Versa Pro VS-8
- Sensores de 1Hz de frecuencia tipo CR4.5-1S
- 01 GPS GARMIN modelo GPS16x-LVS
- 01 cable de conexión para batería
- Software de adquisición de datos: Microtremor Observation (Mtobs, incluido en el GEODAS 15HS)
- Software de procesamiento de datos: m2n.exe, mtpltn2.exe, calHVM4.exe

4.2.4. Resultados de las Mediciones

La medición consiste en la obtención de registros de vibración ambiental o microtremores en la parte superior de las edificaciones para su posterior análisis. Estos registros deben tener una duración suficiente para proveer una adecuada información, es decir una calidad aceptable de datos evitando en lo posible durante la medición la existencia de interferencia de ruidos producidos por fuentes externas o internas a la edificación que pueden generarse cerca al sensor.

Para la medición se instala uno o varios sensores triaxiales en la parte superior del edificio, si esto no es posible por diversas circunstancias se ejecuta la medición en el nivel inferior inmediato del superior. Los sensores tienen la capacidad de registrar el movimiento en tres direcciones ortogonales (dos horizontales y una vertical). Una vez colocados los sensores, deben estar correctamente nivelados para asegurar la horizontalidad de las componentes horizontales de estos. Luego, se configura la frecuencia de muestreo del equipo de medición y el intervalo de

tiempo que se grabará. En nuestro caso se utilizaron sensores que miden la velocidad del movimiento de la edificación, con un intervalo de muestreo de 200 muestras/s (doscientas muestras por segundo) y se obtuvieron registros con una duración de 15 minutos.

Los registros de velocidad de vibración ambiental obtenidos constituyen un conjunto de datos discretos en el dominio del tiempo, es decir, un registro tiempo-historia (ver figuras, Anexo II). Para obtener la frecuencia o periodo dominante en estos registros se utiliza el concepto de Transformada de Fourier, que permite llevar el registro del dominio del tiempo al dominio de las frecuencias. Para aplicar este concepto a una serie de datos discretos se utiliza el algoritmo de Cooley and Tukey (1965) para la transformada rápida de Fourier (FFT).

El proceso de aplicar la transformada rápida de Fourier debe ser entendido como la separación o desagregación del registro original en diversas ondas, cada una de ellas con cierta frecuencia o periodo y amplitud. Los resultados son mostrados en el denominado Espectro de Amplitudes de Fourier (EAF) que muestra para cada frecuencia o periodo (eje horizontal) la amplitud de Fourier de la velocidad del movimiento de la edificación (eje vertical). Por lo tanto es posible determinar el periodo predominante en el registro identificando la máxima amplitud de Fourier presente en el espectro, dentro del intervalo de los valores propios posibles para la edificación.

El registro de vibración ambiental obtenido para cada componente horizontal del movimiento es dividido en intervalos de igual duración (ventanas). Luego, para cada uno de estos intervalos se obtiene el espectro de amplitudes de Fourier. Finalmente, los espectros obtenidos en cada intervalo se promedian con la finalidad de disminuir la incertidumbre en los resultados.

El periodo predominante en el registro de vibración ambiental constituye el periodo fundamental de la estructura, el cual corresponde al valor del periodo asociado a la mayor amplitud (pico) del Espectro de Amplitudes de Fourier.

En el presente estudio se realizaron mediciones en 02 edificaciones diferentes que forman parte del hospital. En el Anexo II, la figura AII-1 muestra la distribución y orientación de los sensores en las edificaciones donde se realizaron las mediciones, para ello se siguieron las direcciones longitudinal y transversal de las edificaciones definiendo en forma paralelas a éstas las direcciones X e Y. Las figuras AII-2 y AII-3 del Anexo II muestran como ejemplo un registro de las mediciones ejecutadas así como sus respectivos Espectros de Amplitudes de Fourier para las direcciones X e Y.

Interpretando los espectros obtenidos se obtienen los correspondientes valores de periodos de oscilación en las direcciones X e Y, para ello se ha identificado el pico máximo de amplitud de Fourier que se ubica dentro del intervalo de periodos propios posibles de la edificación. La Tabla 4.2.1 muestra los periodos fundamentales estimados para cada dirección X e Y para las edificaciones.

Tabla 4.2.1. Valores de periodos fundamental estimados

Punto	Periodo (seg)	
	Dirección X	Dirección Y
01	0.08	0.13
02	0.08	0.09

El Anexo I muestra el registro de fotografías con los puntos de medición donde se ubicaron los sensores en las diferentes edificaciones del hospital.

4.2.5. Conclusiones

Se han obtenido valores de periodo de oscilación en las diferentes edificaciones del hospital de estudio que corresponden al periodo fundamental.

Los valores que periodo obtenidos para las diferentes edificaciones varían de 0.08 s a 0.13 s, valores que corresponden a edificaciones de 1 a 3 pisos del hospital.

Anexo I: Panel Fotográfico



Figura AI-1. Equipo de adquisición de datos GEODAS 15 HS (izq.) y sensor de 1 HZ de frecuencia tipo CR4.5-1S (der).



Figura AI-2. Punto 01



Figura AI-3. Punto 02

Anexo II: Registro de Mediciones

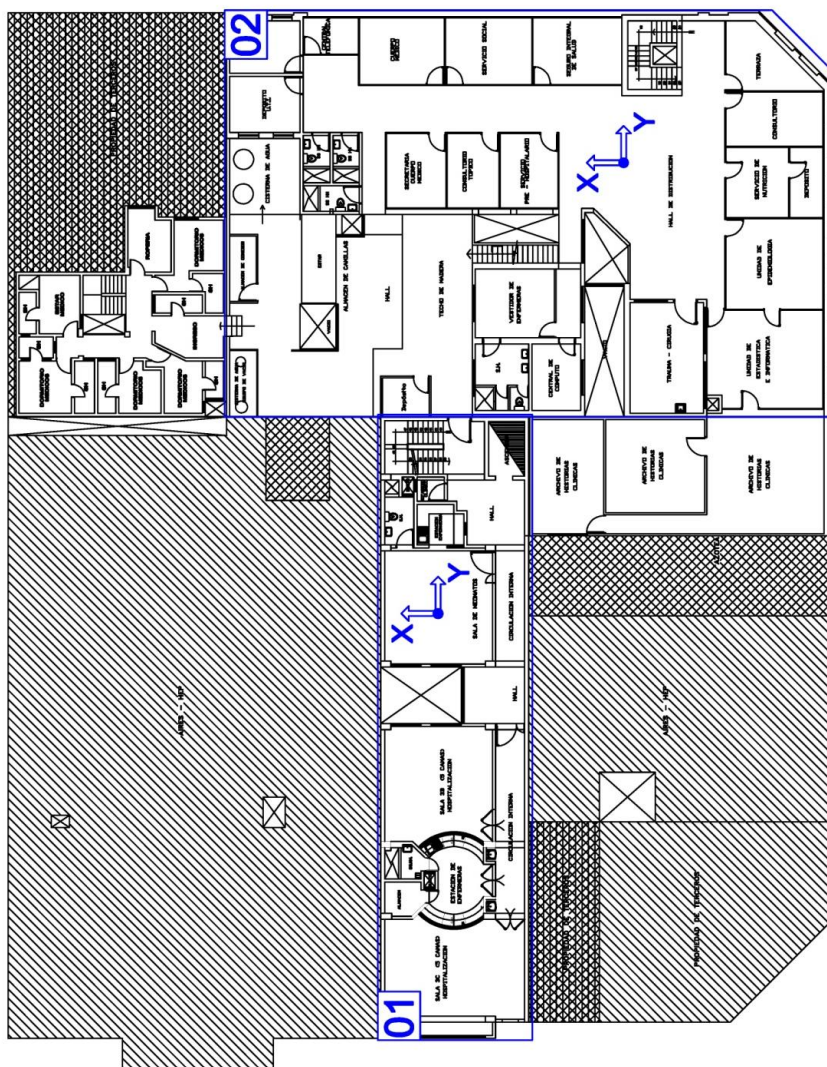


Figura AII-1. Ubicación de mediciones de microtremores.

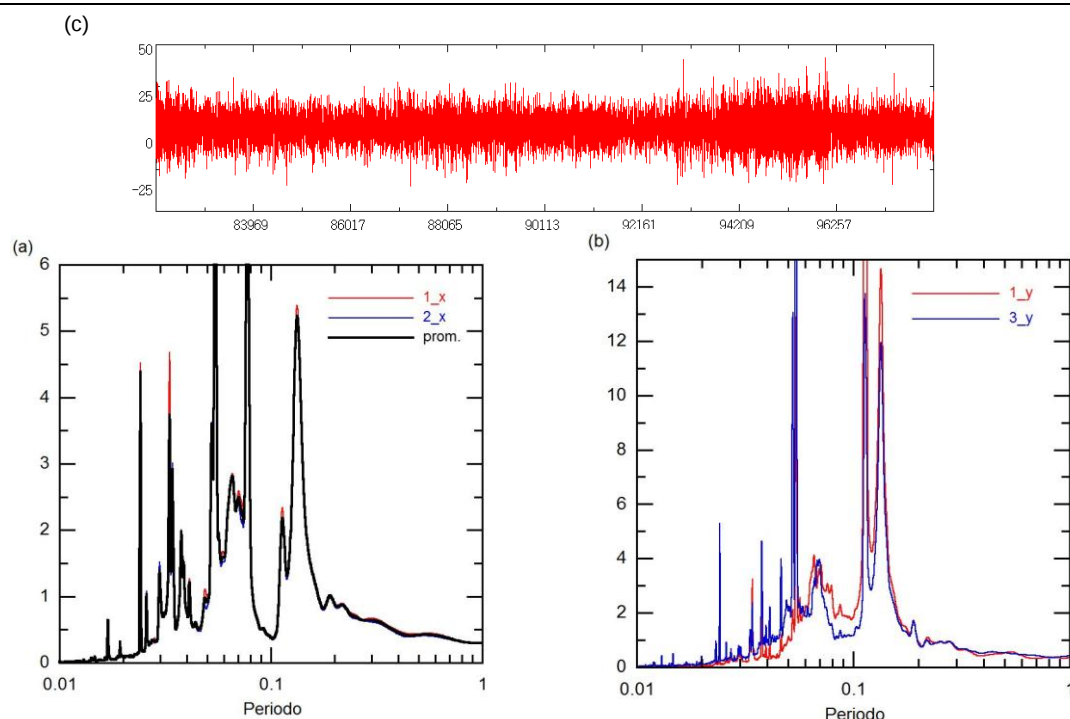


Figura AII-2. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 01.

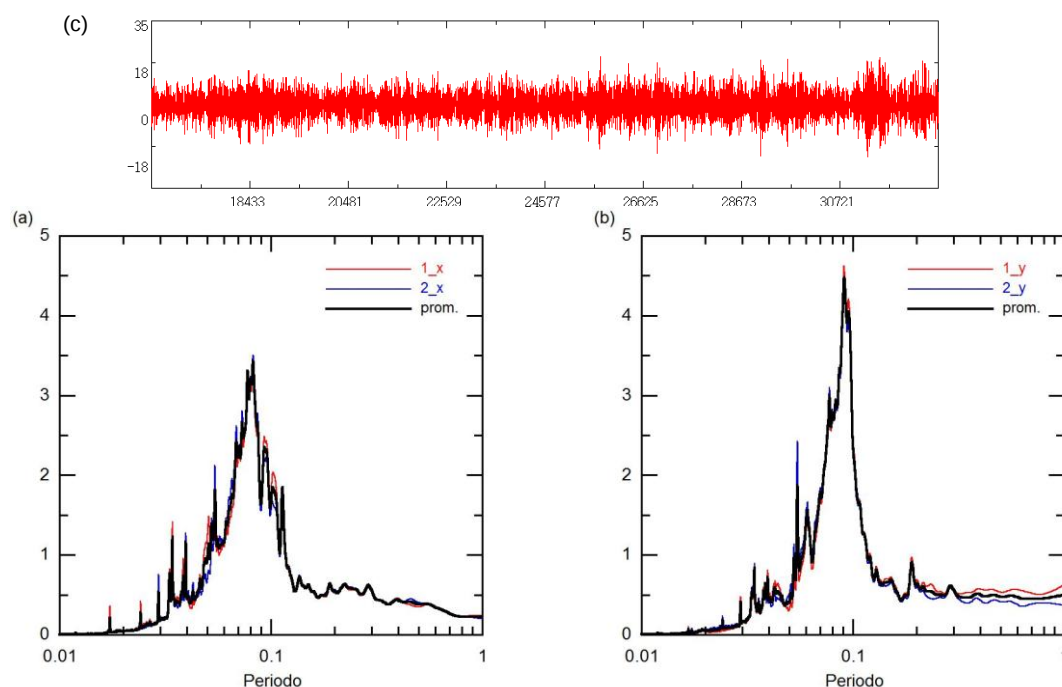


Figura AII-3. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 02.

4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital

Se han realizado 5 auscultaciones distribuidas en los diferentes bloques del hospital de acuerdo a los requerimientos definidos en la evaluación y a la homogeneidad del suelo observado en el área de estudio. Las tablas contenidas en el acápite 4.3.4 muestran la relación de auscultaciones, la relación de los ensayos de laboratorio y los parámetros físicos y mecánicos obtenidos de dichos ensayos. Las curvas granulométricas y los certificados de ensayos de resistencia cortante se muestran en el Anexo Geotecnia del informe.

4.3.1. Generalidades

El Hospital de Emergencias Pediátricas son de 2 pisos; está conformado por edificaciones de 2 pisos y sus estructuras están cimentadas mediante cimientos corridos con columnas y vigas de cimentación.

El Hospital Emergencias Pediátricas se ubica en la Av. Grau del distrito La Victoria, Provincia y Departamento de Lima.

4.3.2. Objetivo del Estudio

El presente estudio de auscultación de cimentaciones tiene como objeto investigar el subsuelo donde se ha cimentado el Hospital Emergencias Pediátricas y verificar la capacidad de carga de los cimientos de sus estructuras. Con tal motivo se realizaron trabajos de auscultación geotécnica por medio de excavación de calicatas, extracción de muestras alteradas de los estratos, las que han permitido describir el tipo de suelo predominante, las características físicas y mecánicas, y el valor de la capacidad de carga admisible de las cimentaciones. Asimismo se verificó las dimensiones de las cimentaciones ejecutadas, y si éstas corresponden a las especificadas en los planos.

El programa de trabajo realizado ha consistido en lo siguiente.

- Recopilación de Información.
- Auscultación de los cimientos por medio de calicatas.
- Extracción de muestras alteradas.
- Ejecución de ensayos de laboratorio.
- Perfil Estratigráfico.
- Evaluación y análisis de la cimentación.
- Conclusiones y recomendaciones.

4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad

En el reconocimiento geológico del área de estudio se ha comprobado que los materiales que componen el sub suelo pertenecen al depósitos fluvioaluvial recientes (Qr-al), están constituidos predominantemente de material grueso, compuestos de gravas, cantos, boleos, bloques sub redondeadas con matriz arenosa y materiales finos. Estos materiales forman parte de depósitos fluvio aluviales.

Geomorfológicamente, la zona de estudio se ubica en las denominaciones planicies costaneras.

Sismicidad

La ciudad Lima se encuentra enclavada en una región de alta actividad sísmica, donde es de esperar la ocurrencia de sismos de gran intensidad durante la vida útil del proyecto. La actividad sísmica está íntimamente relacionada con la subducción de la placa Nazca bajo la placa continental sudamericana. Subducción que se realiza con un desplazamiento del orden de 10 centímetros por año, ocasionando fricciones de la corteza, con la consiguiente liberación de energía mediante sismos, los cuales son en general tanto más violentos cuando menos profundo es su origen.

Según la historia sísmica de la región, cuya fuente básica de datos es el trabajo de Silgado (1978), en la ciudad de Lima se han registrado fuertes movimientos sísmicos que generaron intensidades tan altas como IX a X en la Escala Modificada de Mercalli. Según el Mapa de Zonificación Sísmica del Perú de la Norma de Diseño Sismorresistente (E-030), la ciudad de Lima se encuentra ubicada en la Zona 3, la cual es la zona de más alta actividad sísmica en el país, correspondiéndole un factor de zona $Z = 0.4$. Este factor es equivalente a la aceleración horizontal máxima esperada en un periodo de exposición sísmica de 50 años, con una probabilidad de excedencia de 10%.

4.3.4. Auscultación de Zapatas y Cimentación

Los trabajos de exploración de campo se desarrollaron entre los días 07 y 09 de Octubre del 2013, y consistieron en auscultar la cimentación por medio de excavación de 05 calicatas en las zonas indicadas y distribuidas convenientemente.

Excavación de Calicatas

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del terreno donde se ha cimentado las edificaciones del Hospital Emergencias Pediátricas, se realizó la exploración de 05 auscultaciones por medio de calicatas de profundidades variables, ubicadas cada una convenientemente. De las calicatas se extrajo muestras alteradas para su evaluación y caracterización en el laboratorio. En la Tabla I se presenta el resumen de las calicatas realizadas. Los reportes de registros de las calicatas se presentan en el Anexo I. La ubicación de las auscultaciones por medio de calicatas se presentan en la Lámina 1.

Tabla I: Resumen de Calicatas Excavadas en el Área de Estudio

Calicata	Prof. Investigada (m.)	Nivel Freático	Nº Muestras
C-1	1.80	N.A	1
C-2	1.80	N A	1
C-3	1.80	N A	1
C-4	2.00	N A	1
C-5	1.80	N A	1

Auscultación de las Cimentaciones

Con la finalidad de verificar las dimensiones y profundidad de la cimentación de las edificaciones existentes en el Hospital Emergencias pediátricas, se realizó la auscultación de la cimentación en 05 zonas mediante calicatas distribuidas convenientemente (ver Lámina 1). La auscultación de los cimientos se hizo en forma manual, tal como se observa en el Panel Fotográfico. En la Tabla II se presenta el resumen de las cimentaciones auscultadas y las principales características de cada una de ellas.

Tabla II: Resumen de las Cimentaciones Descubiertas

Cimientos descubiertas	Largo (m.)	Ancho (m.)	Peralte (m.)	Prof. Cimentación (m.)
C-1	Corrida	0.50	0.80	0.80
C-2	Corrida	0.50	0.80	0.50
C-3	Corrida	0.50	0.80	0.80

C-4	Corrida	0.50	0.80	0.80
C-5	Corrida	0.50	0.80	0.70

4.3.5. Ensayos de Laboratorio

Con las muestras obtenidas de las calicatas se realizaron 03 análisis granulométricos por tamizado, 03 límites de consistencia, 01 corte directo y 01 análisis químico según las normas ASTM correspondientes.

Los ensayos estándar para la clasificación de suelos y propiedades mecánicas, se realizaron en el Laboratorio Geotécnico de CISMID. Dichos resultados se presentan en la Tabla III, donde se muestra un resumen de la cantidad de ensayos realizados.

Tabla III: Resumen de la Cantidad de Ensayos Realizados.

Cimientos descubiertas	Largo (m.)	Ancho (m.)	Peralte (m.)	Prof. Cimentación (m.)
C-1	Corrida	0.50	0.80	0.80
C-2	Corrida	0.50	0.80	0.50
C-3	Corrida	0.50	0.80	0.80
C-4	Corrida	0.50	0.80	0.80
C-5	Corrida	0.50	0.80	0.70

A.G. : Análisis granulométrico por tamizado.
L.L : Límite líquido
L.P : Límite plástico
W.% : Contenido de Humedad
C.D. : Corte Directo
A.Q: : Análisis químico

4.3.6. Perfil Estratigráfico

Con los resultados de los registros de excavación, los ensayos de campo y laboratorio, se ha elaborado el perfil estratigráfico del terreno que se detalla a continuación:

CALICATA C-1.

Losa de concreto de 010 m.

La capa superficial está conformada por relleno de grava limosa (GM), color marrón, húmedo, de compacidad suelta, presenta

restos de ladrillos. El espesor promedio de esta capa es de 0.80 metros.

Subyaciendo a este estrato se encuentran gravas redondeadas a subredondeados con matriz de arena media a gruesa con limo (GP-GM), color marrón, de compacidad densa, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados. Este estrato tiene un espesor mayor a los 3.00 m. investigados.

CALICATA C-2

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por relleno de gravas con limo (GM), color marrón, húmedo, de compacidad suelta, con presencia de restos de huesos, concreto, ladrillo. El espesor promedio de esta capa es de 0.30 m.

Subyaciendo a esta capa se encuentran gravas mal gradada redondeado a subredondeados, con limo y arena (GP-GM), color marrón, húmeda, de compacidad densa, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a sub redondeados. Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m investigados.

CALICATA C-3.

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por relleno de grava con limo arenoso (GM), color marrón, húmeda, de compacidad suelta, con restos de ladrillo. El espesor promedio de esta capa es de 0.80 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra grava redondeados a subredondeados (GP-GM), color marrón, húmeda, de compacidad densa y con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados. El espesor de este estrato es mayor a los 1.80 m investigados.

CALICATA C-4.

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por relleno de grava con limo arenoso (GM), color marrón, húmeda, de compacidad suelta, con

restos de ladrillo. El espesor promedio de esta capa es de 1.40 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra grava pobremente gradada redondeada a subredondeados con matriz arena limosa (GP), color marrón, húmeda, de compacidad densa y con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados. El espesor de este estrato es mayor a los 1.80 m investigados.

CALICATA C-5.

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por relleno de grava con limo arenoso (GM), color marrón, húmeda, de compacidad suelta, con restos de ladrillo. El espesor promedio de esta capa es de 1.20 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra grava con arena limosa (GP), color marrón, húmedo, de compacidad densa y con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados. El espesor de este estrato es mayor a los 1.80 m investigados.

4.3.7. Análisis de la Cimentación

Se presenta a continuación el análisis de la cimentación encontrada en la estructura auscultada.

Profundidad de Cimentación:

La profundidad de cimentación (Df) encontrada en las cimentaciones auscultadas y las características del perfil estratigráfico sobre las que se encuentran desplantadas, son:

En la zona de la calicata C-1. Df=0.75 m, se encuentra sobre grava mal gradada con limo y arena (GP-GM).

En la zona de la calicata C-2. Df=1.10 m., se encuentra sobre grava mal gradada con limo y arena (GP-GM).

En la zona de la calicata C-3. Df=1.10 m, se encuentra sobre grava mal gradada con arena limosa (GP-GM).

En la zona de la calicata C-4. $D_f=1.30$ m, se encuentra sobre grava mal gradada con arena limosa (GP-GM).

En la zona de la calicata C-5. $D_f=1.20$ m, se encuentra sobre grava mal gradada con arena limosa (GP-GM).

Teniendo en cuenta los resultados de la auscultación de los cimientos, la profundidad de cimentación varía entre 0.75m y 1.20m, por ello se evaluará la cimentación de la estructura a la profundidad promedio $D_f = 0.80$ m.

Por otro lado se verificó que éstas se encuentran cimentadas sobre el suelo natural, observándose no existencia de falsas zapatas solo cimentación corrida.

Capacidad Admisible

Se ha determinado la capacidad de carga admisible del terreno sobre la base a las características del subsuelo y del proyecto arquitectónico.

La capacidad de carga admisible se ha calculado mediante la expresión propuesta por Terzaghi y Peck (1967), utilizando además los parámetros propuestos por Vesic (1973).

Se analizó la capacidad admisible del terreno para la cimentación corrido.

$$q_u = S_c C N_c + S_\gamma \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + S_q q N_q$$
$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Donde:

- q_u = capacidad última de carga.
- q_{ad} = capacidad admisible de carga.
- F_s = factor de seguridad = 3.
- γ = peso unitario del suelo.
- D_f = profundidad de cimentación.
- N_c, N_γ, N_q = parámetros de capacidad portante en función de ϕ .
- S_c, S_γ, S_q = factores de forma (Vesic, 1979).

Factores de capacidad de carga

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} \quad \text{Reissner (1924)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad \text{Prandtl (1921)}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad \text{Caquot y Kerisel (1953) y Vesic (1973)}$$

Factores de forma, [De Beer (1970), Hansen (1970)]

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c} \quad F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Donde L = longitud de la cimentación ($L > B$).

Tomando en cuenta estos criterios se obtienen los siguientes resultados:

Tabla IV: Cálculo de la Capacidad de Carga Admisible

Estructura	Suelo de fundación	D_f (m)	γ (g/cm ³)	C (kg/cm ²)	ϕ (°)	q_u kg/cm ²	q_{ad} kg/cm ²
Cimiento Corrido.	Grava con arena limosa	0.85	2.16	0	35	73.62	2.45

* Nota: Se calcula por falla general.

Cálculo de Asentamiento

Se ha adoptado el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada, por el tipo de cimentación.

Para determinar el asentamiento se ha utilizado el método elástico para el cálculo del asentamiento inmediato mediante la siguiente relación:

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

Donde:

Si	=	Asentamiento en cm.
Relación de Poisson	=	0,3.
If	=	Factor de forma (cm/m).
Es	=	Módulo de elasticidad (ton/m2).
q	=	Presión de trabajo (ton/m2).
B	=	Ancho de la cimentación.

Teniendo en cuenta todos estos parámetros se obtiene los siguientes resultados:

Tabla V: Cálculo de Asentamientos de la Cimentación

Ubicación	Suelo de fundación	D _f (m)	E _s Kg/cm ²	Q _{ad} (1) kg/cm ²	Si Cm
Cimiento corrido	Grava con arena limosa	0.85	250	2.45	0.60

Donde:

D _f	: Profundidad de cimentación.
q _{ad}	: Capacidad admisible del suelo.
Si	: Asentamiento probable.

Parámetros de Sismo

Según la información de la exploración geotécnica generada en el presente estudio se concluye que el suelo de cimentación está conformado por un estrato de suelo gravoso con arenas limosas, compacto. En consecuencia, las características dinámicas de este material corresponden a un suelo rígido, por lo tanto, para el análisis de respuesta sísmica de la estructura, de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030, se recomienda considerar al suelo de cimentación como un Suelo Tipo S1, es decir un suelo compacto, con un período predominante de TS = 0.4 s y un factor de suelo S = 1.0.

Las fuerzas sísmicas horizontales cortantes en la base pueden calcularse de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030, según la siguiente relación:

$$V = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

Tabla VI: Parámetros de diseño sismorresistente

COEFICIENTES SISMICOS	
Zona 3 Z	0.40
Factor de uso U	1.50
Tipo de Suelo S	1.00
Coef. Sísmico C	2.50
Período Predominante Tp	0.40 s

Agresividad del Suelo a la Cimentación

La agresión que ocasiona el suelo a la cimentación de la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos (sulfatos y cloruros principalmente) que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos. Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de este modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento, y las sales solubles totales por su acción mecánica sobre el cimiento, al ocasionar asentamientos bruscos por lixiviación (lavado de sales en contacto con el agua).

Las concentraciones de estos elementos en proporciones nocivas, se muestran en la Tablas VII. La fuente de esta información corresponde a las recomendaciones del ACI (Comité 319-83) en el caso de los sulfatos presentes en el suelo y a la experiencia en los otros casos.

Se ha ejecutado 01 ensayo de contenido de elementos químicos en la muestra obtenida de la Calicata C-4, como son Contenido de Sales Solubles Totales, de Cloruros y Sulfatos, cuyos resultados se muestran en la Tabla VIII. En esta muestra los valores están

por debajo de los límites máximos estipulados como agresivos para estructuras de concreto armado.

Tabla VII: Elementos Químicos Nocivos para la Cimentación

Elementos Químicos nocivos.	Concentración p.p.m.	Grado de alteración	Consecuencias
Sulfatos	0-1000 1000-2000 2000-20000 >20000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque al concreto de la cimentación.
Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
Sales Solubles totales	> 15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

Tabla VIII: Ensayos Químicos Ejecutados

Calicata y muestra	Profundidad promedio	(p.p.m) valores prom.				Agresión
		s.s.t	so	cl	ph	
C-4 M-1	1.00m	105	116 2	28.3 3	-	Moderado

En consecuencia, la presencia de sulfatos solubles en agua es de 1162 ppm, mayor que 1000 ppm, el cual presentará moderado ataque químico al concreto de la cimentación. Cloruros 28.33 ppm menor que 6000 ppm, no ocasionarán problemas de corrosión a las armaduras y las sales solubles totales de 105 ppm menor que 15000 ppm no ocasionarán problemas de pérdida de resistencia mecánica por los problemas de lixiviación.

4.3.8. Conclusiones

- Se han ejecutado 05 auscultaciones por excavaciones manuales denominadas C-1 a C-5, con profundidades variables, las que están comprendidas desde los 1.80 m hasta los 2.00 m. La auscultación de la cimentación se realizó en las 05 zonas indicadas. Hasta la profundidad explorada no se ubicó el nivel freático.

- El perfil estratigráfico está conformado por gravas redondeados a subredondeados con matriz arena limosa (GP-GM), de color marrón, húmeda, de compactidad densa, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados de más de 3.00 m de espesor.
- La profundidad de cimentación encontrada en las estructuras auscultadas, varía de 0.75 m a 1.30 m. En todos los casos, la cimentación se encuentra sobre el terreno natural.
- Del análisis de cimentación se determinó la capacidad de carga admisible de 2.00 Kg/cm² para los cimientos corridos de acuerdo a las dimensiones especificadas en el presente estudio.
- Para el análisis sismoresistente de las estructuras, el Hospital Emergencias Pediátricas se encuentra localizado en la Zona 3, correspondiéndole un factor de zona $Z = 0.4$, según la Norma de Diseño Sismorresistente E-030.
- De las exploraciones realizadas, el perfil de suelo clasifica como un suelos tipo S1 de la Norma E-030, con un valor de $T_p = 0.4$ y un factor de suelo $S = 1.0$.
- Los resultados de los análisis químicos de los suelos donde se desplanta la cimentación, muestran pequeñas concentraciones de sales solubles totales y bajas concentraciones de sulfatos y cloruros, los cuales no ocasionarán problemas a la cimentación.
- Las conclusiones y recomendaciones presentadas, solo se aplicaran al área estudiada, no será aplicada en otros sectores y para otros fines.

Anexos

- Ubicación de Calicata y Auscultaciones
- Registros de Excavaciones
- Ensayos de Laboratorio
- Detalles de la Cimentación
- Fotografías de Calicata y Auscultaciones

4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas

4.4.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero

Se han extraído muestras de acero de refuerzo de elementos estructurales de los edificios considerados críticos. Se localizó los ejes del acero usando el equipo de detección de acero PROFOMETER y luego se realizó el picado del concreto de recubrimiento para descubrir el acero y retirar una muestra. Luego se reemplazó el acero y se hizo el resane de la zona intervenida. Ver Figura 19

4.4.2. Resistencia del Acero de Refuerzo

Las muestras extraídas fueron ensayadas en el laboratorio de estructuras del CISMID según norma ASTM A615 NTP 341.031. Los resultados se muestran en la planilla adjuntas a este informe.

Los resultados de los ensayos de tracción indican que se ha utilizado acero con límite de fluencia mínimo de 4200 kg/cm².

4.4.3. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido

Con la finalidad de evaluar el estado de los materiales utilizado en la construcción del Hospital de Emergencias Pediátricas, se realizó un programa de extracción de muestras de concreto.

El CISMID destacó un equipo técnico para que realizara la extracción de muestras de concreto. Se realizó la extracción de diez muestras de concreto endurecido en elementos estructurales. Ver Figura 18

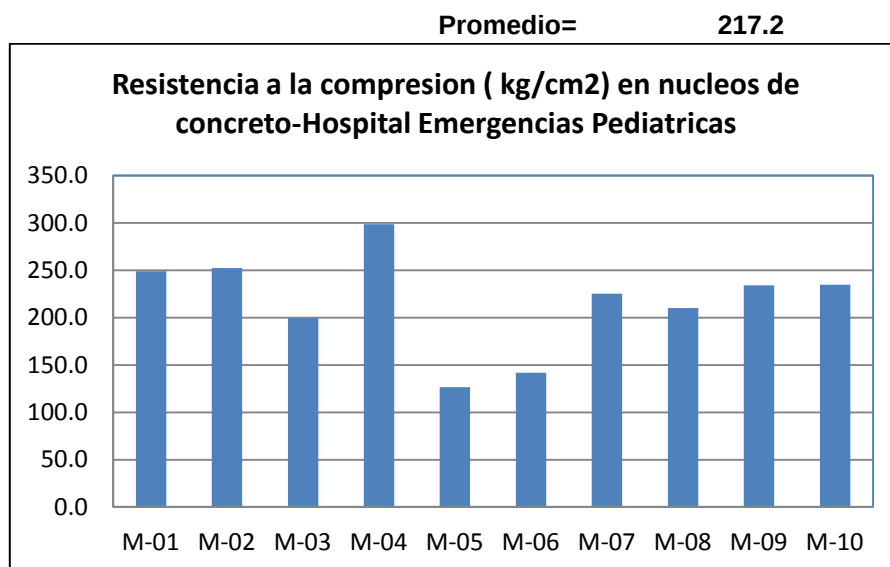
Estas muestras fueron ensayadas para conocer las características mecánicas de los materiales utilizados en los principales elementos estructurales.

4.4.4. Resistencia del Concreto

Las muestras fueron ensayadas de acuerdo a las Normas ASTM C 39, NTP 339.034, ASTM C 42, NTP 339.059. Las características de las muestras y los resultados están contenidas en las planillas del laboratorio adjuntas en este informe. En la Tabla 1 se puede ver el resumen de los ensayos.

Tabla 1. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

IDENTIFICACION	Elemento Estructural	Resistencia (Kg/cm ²)
M-01	Viga	249.0
M-02	Viga	252.3
M-03	Viga	199.5
M-04	Viga	298.7
M-05	Viga	126.4
M-06	Columna	141.8
M-07	Placa	225.1
M-08	Columna	210.0
M-09	Columna	233.9
M-10	Columna	234.8


Figura 17. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto.

Los datos provenientes del estudio de materiales, serán utilizados para los parámetros de las propiedades de los materiales de los modelos matemáticos. Para el bloque A se ha considerado un promedio de 191.6kg/cm² y para el bloque C un promedio de 233.8kg/cm².

4.4.5. Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe

No se ha realizado la extracción de muestras de albañilería para no alterar la asepsia del hospital.

4.4.6. Resistencia de la Mampostería y/o Adobe

Los valores de resistencia de la albañilería se tomarán de la norma correspondiente.

Anexo I: Registro Fotográfico



Figura 18. Extracción de núcleos de concreto.



Figura 19. Extracción de muestras de acero y resane del concreto de la zona intervenida.



Figura 20. Muestras de acero, antes y después del ensayo de tracción.



Figura 21. Ensayo de tracción de muestras de acero.

Anexo II: Planillas de resultados de ensayo de resistencia del concreto y acero

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital de Emergencias Pediátricas
Tipo de probeta: Cilíndrica
Material: Concreto
Fecha de ensayo: 11/10/2013

IDENTIFICACION	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Fecha de extracción	05/10/2013	05/10/2013	05/10/2013	05/10/2013	05/10/2013
Elemento Estructural	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga
Altura (cm)	14.80	7.00	14.70	14.70	14.60
Diámetro (cm)	7.40	4.60	7.40	7.40	7.40
Área (cm²)	43.01	16.62	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	10710	4360	8590	12860	5450
Resistencia (Kg/cm²)	249.0	262.3	199.7	299.0	126.7
Relación altura/diámetro	2.000	1.522	1.986	1.986	1.973
Factor de corrección	1.000	0.962	0.999	0.999	0.998
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	249.0	252.3	199.5	298.7	126.4
Tipo de falla	Columnar	Columnar	Cono	Cono	Corte

Norma de referencia ASTM C 39 NTP 339.034 - ASTM C 42 NTP 339.059

Equipo de ensayo: Maquina de compresión marca ELE, modelo 36-065016, Cap. Max. 110 ton

Informe N° 10-1-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

Dr. Carlos Alberto Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de estructuras del CISMID

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital de Emergencias Pediátricas
Tipo de probeta: Cilíndrica
Material: Concreto
Fecha de ensayo: 11/10/2013

IDENTIFICACION	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10
Fecha de extracción	05/10/2013	05/10/2013	05/10/2013	05/10/2013	05/10/2013
Elemento Estructural	Columna	Placa	Columna	Columna	Columna
Altura (cm)	14.50	14.80	14.80	14.80	14.70
Diámetro (cm)	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
Área (cm²)	43.01	43.01	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	6120	9680	9030	10060	10110
Resistencia (Kg/cm²)	142.3	225.1	210.0	233.9	235.1
Relación altura/diámetro	1.959	2.000	2.000	2.000	1.986
Factor de corrección	0.997	1.000	1.000	1.000	0.999
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	141.8	225.1	210.0	233.9	234.8
Tipo de falla	Cono	Cono	Columnar	Corte	Cono

Norma de referencia ASTM C 39 NTP 339.034 - ASTM C 42 NTP 339.059

Equipo de ensayo: Maquina de compresión marca ELE, modelo 36-065016, Cap. Max. 110 ton

Informe N° 10-2-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

Dr. Carlos Alberto Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de estructuras del CISMID

ENSAYO DE TRACCION EN BARRAS DE ACERO

Procedencia: Hospital Emergencias Pediátricas
Tipo de probeta: Barras
Material: Acero
Fecha de ensayo: 23/11/2013

Muestra	Dimensiones		Peso (Kg/m)	Fuerza (Kg)		Limite de fluencia fy (kg/cm2)	Resistencia a la traccion R (kg/cm2)	R/fy
	Ø (cm)	Area (cm2)		Fluencia	Maxima			
M1	1.90	2.84	2.14	12500	19600	4399	6898	1.6
M2	1.30	1.33	0.95	5980	9070	4505	6833	1.5
M3	1.60	2.01	1.47	8500	14950	4227	7435	1.8

Equipo de ensayo: Maquina Universal SHIMATZU modelo UH-F500KNIR, Cap. Max. 50 ton

Informe N° 12-CISMID/2013

Ensayo: LMLD/GABM

Dr. Carlos Alberto Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de estructuras del CISMID

Anexo III: Esquemas de ubicación de puntos de extracción de muestras de concreto y acero

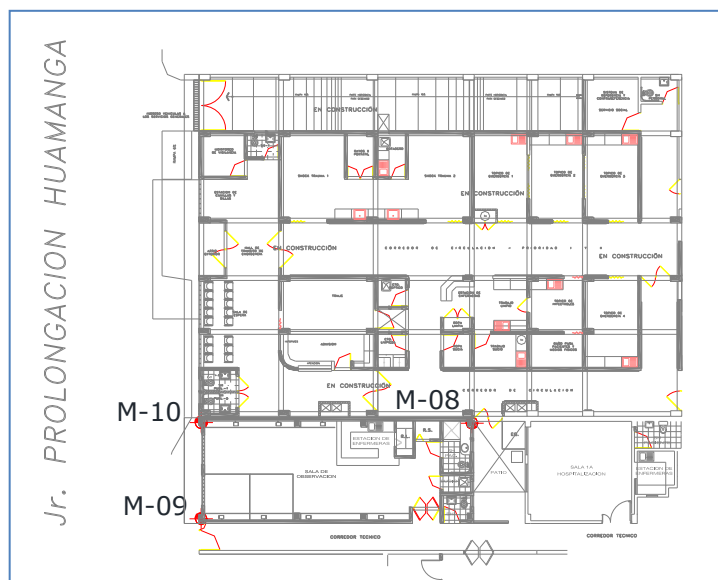


Figura 22. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto en el primer piso.

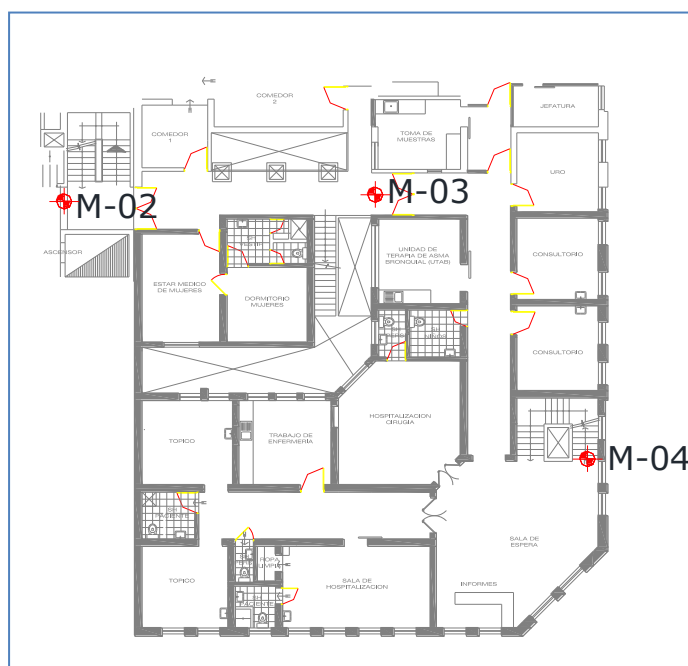


Figura 23. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto en el segundo piso.

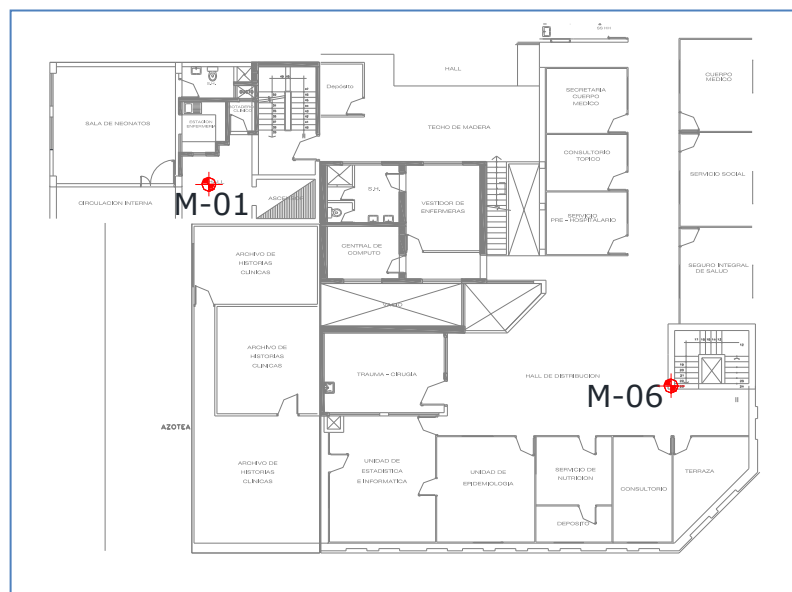


Figura 24. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto en el tercer piso.

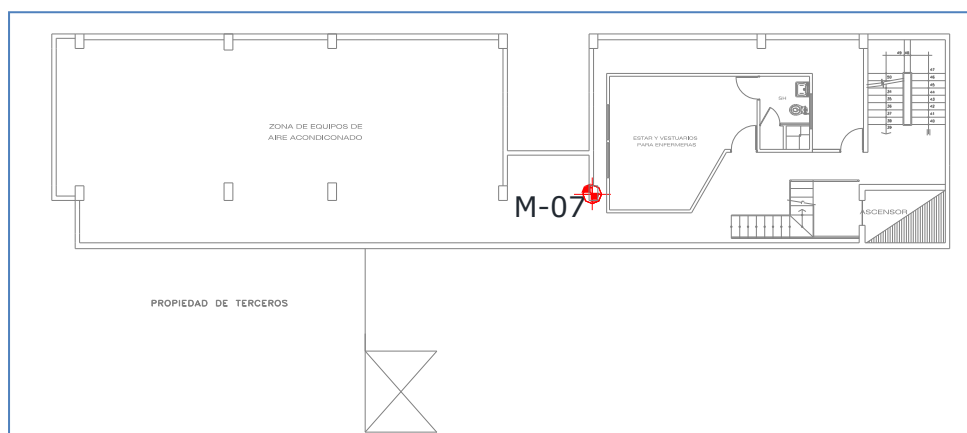


Figura 25. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto en el cuarto piso.

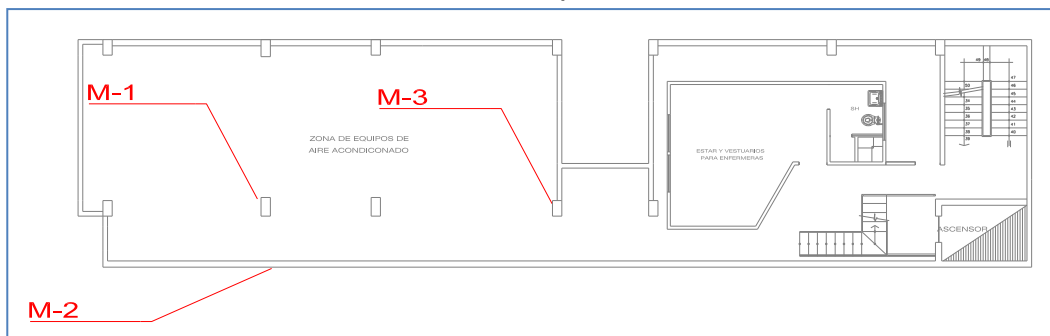


Figura 26. Ubicación de puntos de extracción de muestras de acero M-1, M-2 Y M-3.

5. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL

5.1. Modelos Matemáticos

El comportamiento dinámico de las estructuras se determina mediante la generación de modelos matemáticos que consideren la contribución de los elementos estructurales en la determinación de la rigidez lateral de cada nivel de la estructura, los cuales son básicamente muros de albañilería en las dos direcciones para el bloque A y pórticos de concreto armado y albañilería confinada para el bloque C.

Las fuerzas de los sismos son del tipo inercial y proporcional a su peso, por lo que es necesario precisar la cantidad y distribución de las masas en la estructura. La estructura ha sido analizada como losa infinitamente rígida frente a las acciones en su plano. Los apoyos han sido considerados como empotrados al suelo.

Los modelos se han hecho tomando en cuenta el levantamiento de las dimensiones de los elementos estructurales, verificando lo indicado en los planos. Los modelos estructurales para evaluar el comportamiento dinámico de la edificación se presentan en las siguientes figuras:

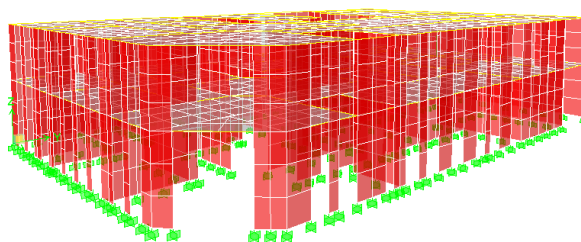


Figura 27. Modelo Matemático del Bloque A

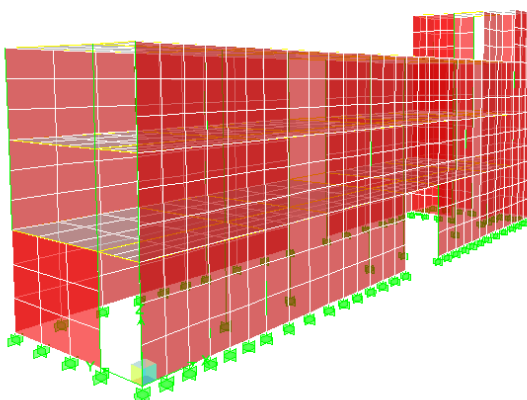


Figura 28. Modelo Matemático del Bloque C.

El bloque A ha sido modelado como una estructura de dos pisos cuyos elementos resistentes son muros de albañilería sin confinar y una losa aligerada como diafragma rígido. El bloque C, es una estructura de tres pisos con una estructura de pórticos de concreto en la dirección más corta y pórticos de concreto rigidizado con mampostería, además de albañilería confinada en la otra dirección.

Las consideraciones adoptadas para el Análisis Estructural fueron obtenidas de los planos de estructuras proporcionados y de los ensayos de materiales realizados, los cuales se muestran a continuación:

CONCRETO:

Utilizando los datos provenientes del estudio de materiales, se considera los siguientes parámetros para el material de los modelos matemáticos.

- Resistencia a la compresión del Concreto Bloque A: $f'_c = 191.6 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a la compresión del Concreto Bloque C: $f'_c = 233.8 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del concreto: $E_c = 15000\sqrt{f'_c}$
- Peso unitario del concreto: 2400 kg/m^3
- Módulo de Poisson del concreto: $\nu=0.20$

ALBAÑILERÍA:

- Resistencia a la compresión de albañilería (artesanal): $f'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad de la Albañilería: $E_c = 500f'_m$
- Peso unitario de la albañilería: 1800 kg/m^3 .
- Módulo de Poisson de la albañilería: $\nu=0.25$

5.2. Demandas de Carga

Cargas Muertas

Se considera el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio que es permanente.

Cargas muertas:

Peso propio del concreto	==>	2400 kg/m ³
Peso propio de la albañilería	==>	1800 kg/m ³
Peso de piso terminado	==>	100 kg/m ²
Peso de tabiquería existente	==>	100 kg/m ²

Cargas Vivas

Se consideran las cargas que provienen de los pesos no permanentes en la estructura, que incluyen a los ocupantes, materiales, equipos muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación, estimados en la estructura. Teniendo en cuenta que la edificación es de tipo esencial, se considera el 50% de la carga viva para el análisis sísmico.

Carga Vivas:

Sala de operaciones, laboratorios y zonas de servicio)	==>	300 kg/m ² .
Cuartos	==>	200kg/m ² .
Corredores y escaleras	==>	400 kg/m ² .
Azotea	==>	100 kg/m ² .

5.3. Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo

Las consideraciones adoptadas para poder realizar un análisis dinámico de la edificación son mediante movimientos de superposición espectral, es decir, basado en la utilización de periodos naturales y modos de vibración que podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura. Entre los parámetros de sitio usados y establecidos por la norma Sismorresistente E-0.30 son:

Zonificación (Z): La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en información geotectónica.

El territorio nacional se considera dividido en tres zonas, y a cada zona se le asigna un factor Z. Para la ciudad de Lima el factor de zona es de 0.4 (Zona 3), que se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Factor de suelo (S) y Periodo del suelo (Tp): Este factor representa las características del suelo, tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte.

Para el análisis realizado, se ha considerado un tipo de suelo muy rígido S1, donde el periodo fundamental para este tipo de suelos rígidos es de 0.4 seg. y un factor S de 1.0.

Factor de amplificación sísmica (C): De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2.5\left(\frac{T_p}{T}\right); \quad C \leq 2.5$$

Categoría de las edificaciones (U): Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso de la edificación, para nuestro caso y para el análisis realizado, por tratarse de edificaciones esenciales, corresponde la categoría A, donde el coeficiente de uso e importancia corresponde a U=1.5.

Sistemas estructurales (R): Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección. Según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R).

Para el bloque A, en la dirección longitudinal y transversal, el sistema estructural es de albañilería, sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros de ladrillo de arcilla sólido, sobre los que actúa por lo menos el 80% del cortante en la base, con un coeficiente de reducción R=3..

Para el bloque C, en la dirección longitudinal, el sistema estructural es dual (pórticos de concreto armado y placas), donde las acciones sísmicas

son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales principalmente, además de albañilería confinada con un coeficiente de reducción $R=3$. En la dirección transversal, el sistema estructural consiste en pórticos de concreto principalmente con un coeficiente de reducción $R=8$

Aceleración Espectral: Para poder calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

En la siguiente figura se muestra los espectros de aceleraciones para los bloques A y C

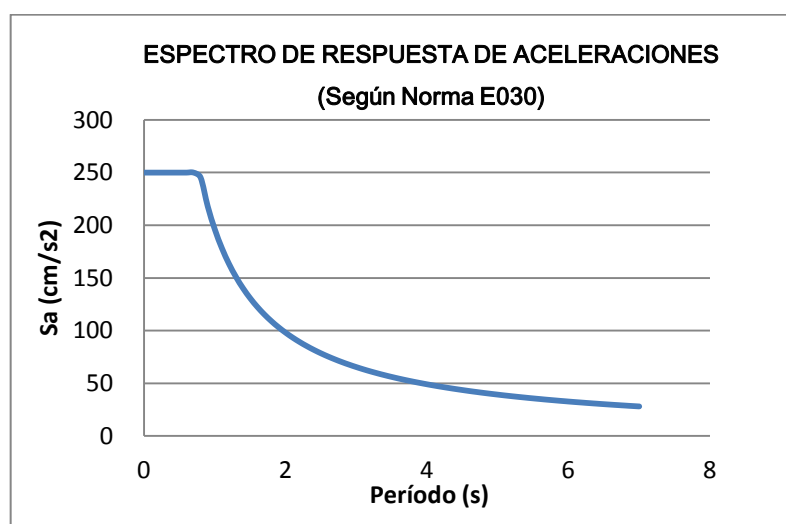


Figura 29. Espectro de demanda sísmica del Bloque A en ambas direcciones.

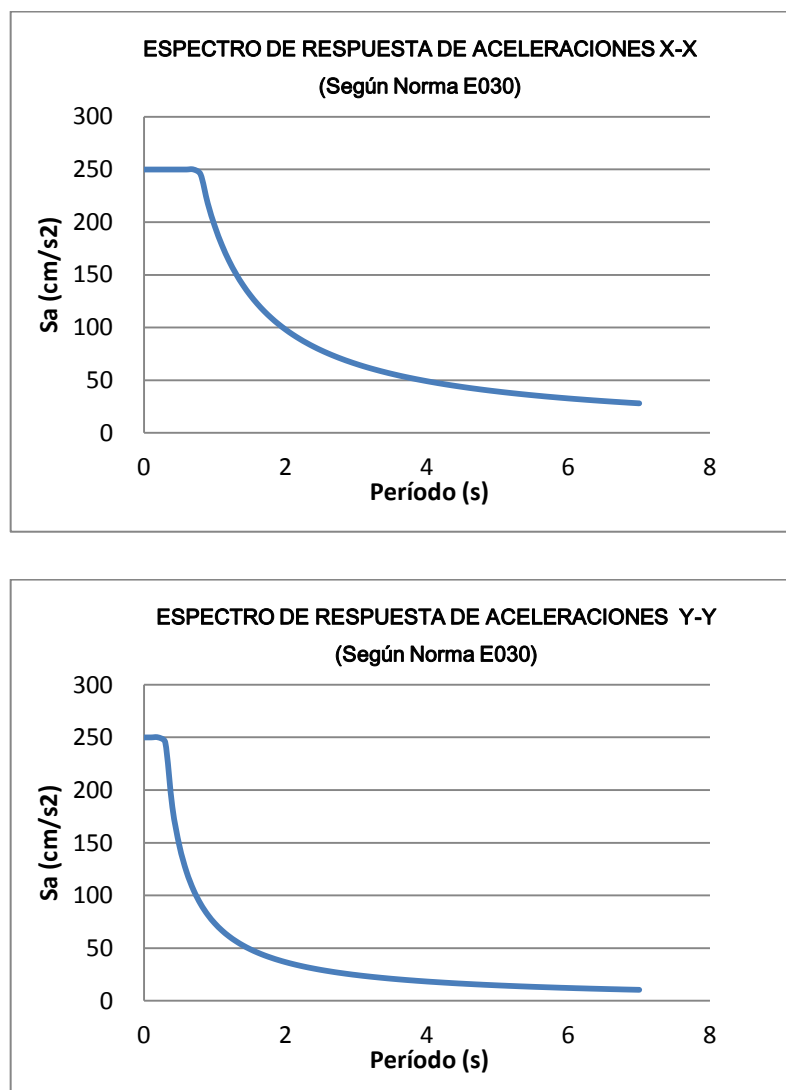


Figura 30. Espectro de demanda sísmica del Bloque C en ambas direcciones.

Considerando que los elementos estructurales y algunos componentes no estructurales son muy sensibles a los desplazamientos relativos entre diferentes niveles producidos durante los sismos, se propone en este sentido la distorsión máxima de entrepisos D_{max} como parámetro indicador del daño estructural.

Adicionalmente este parámetro se utiliza para controlar la respuesta de las estructuras en las diferentes normativas de diseño Sismorresistente. El máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado según lo descrito en la sección 6.7 no debe sobrepasar el límite indicado en la norma E-30 en art. 15.1:

$$\frac{\Delta \times 0.75R}{h_{e_i}} \leq \text{límite de la norma}$$

Tabla 2. Límites Para Desplazamiento Lateral de Entrepiso

Material predominante	(Δ/h_e)
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

En general, durante un sismo, la distorsión está asociada con los siguientes:

- Deformación elástica e inelástica de los elementos estructurales y no estructurales.
- Estabilidad global de la estructura.
- Daño en los elementos estructurales que forman parte del sistema resistente ante cargas laterales y en los elementos no estructurales, tales como muros divisorios, instalaciones eléctricas, mecánicas, etc.
- Alarma y pánico entre las personas que ocupan la edificación.

En las siguientes tablas se muestran las distorsiones de los bloques A y C.

Bloque A

DIRECCION X - X		Desplazamientos (cm)			Distorsiones		
Piso	Altura (cm)	Absolutos	x0.75R	Relativos	Distorsión		Límite E030
2	310	0.3336	0.7506	0.4354	0.0014	1/711	0.005
1	360	0.1401	0.3152	0.3152	0.0009	1/1142	

DIRECCION Y - Y		Desplazamientos (cm)			Distorsiones		
Piso	Altura (cm)	Absolutos	x0.75R	Relativos	Distorsión		Límite E030
2	310	0.1670	0.3757	0.2040	0.0007	1/1519	0.005
1	360	0.0763	0.1716	0.1716	0.0005	1/2097	

Bloque C

DIRECCION X - X		Desplazamientos (cm)			Distorsiones		
Piso	Altura (cm)	Absolutos	x0.75R	Relativos	Distorsión		Límite E030
3	310	0.1371	0.3085	0.0941	0.00030	1/3296	0.005
2	310	0.0953	0.2144	0.1103	0.00036	1/2811	
1	360	0.0463	0.1042	0.1042	0.00029	1/3455	

DIRECCION Y - Y		Desplazamientos (cm)			Distorsiones		
Piso	Altura (cm)	Absolutos	x0.75R	Relativos	Distorsión		Límite E030
3	310	0.9451	5.6706	2.3346	0.00753	1/132	0.007
2	310	0.5560	3.3360	3.0324	0.00978	1/102	
1	360	0.0506	0.3036	0.3036	0.00084	1/1185	

De las tablas se observa que el Bloque A cumple con los requerimientos de la norma sismorresistente para desplazamientos laterales en ambas direcciones. En el Bloque C, la dirección X compuesta por pórticos de concreto y muros de albañilería, cumple con la norma sismorresistente. Sin embargo, en la dirección Y compuesta por pórticos de concreto, excede los límites indicado en la norma, por lo que sufriría daños estructurales en caso de un sismo severo.

5.4. Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido

Para determinar el estado de los elementos estructurales, se ha tomado en cuenta los esfuerzos de corte de los elementos de albañilería de los bloques a evaluar.

Para el análisis se ha considerado un coeficientes de reducción, R, igual a 3 en los casos en donde se los muros de albañilería han sido considerados como elementos estructurales ya que contribuyen en la resistencia de la estructura. Debe mencionarse que en el caso de la verificación de los esfuerzos admisibles, se considerará un valor de R igual a 6, por lo tanto se ha considerado el 50% de los resultados del análisis por combinación modal para los esfuerzos.

Para el bloque A, el esfuerzo cortante máximo encontrado es 5.4kg/cm² en la dirección X-X. Considerando el 50% para un esfuerzo admisible de 2.7kg/cm², siendo mayor al esfuerzo para la albañilería de aproximadamente 2.5kg/cm².

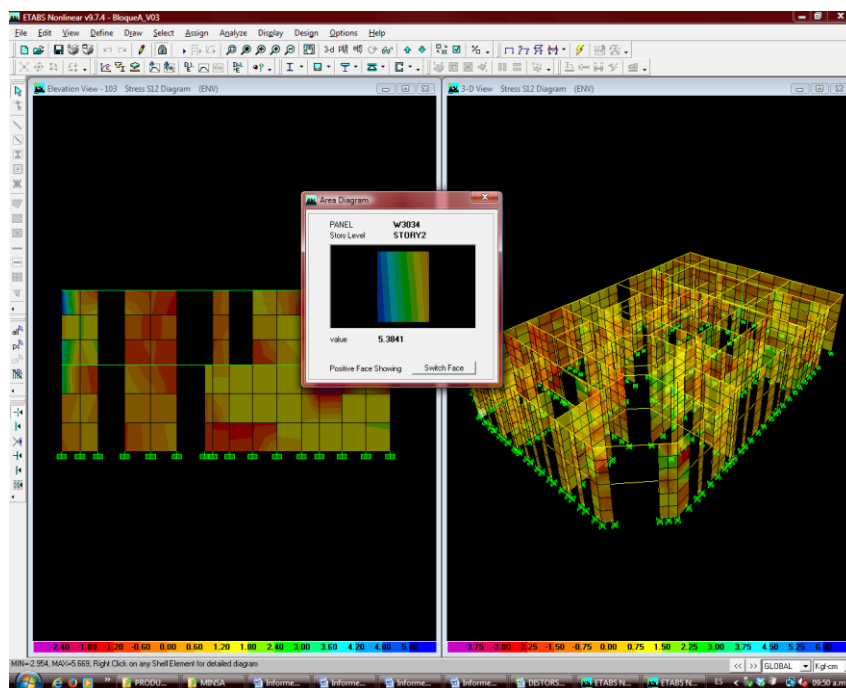


Figura 31. Esfuerzo de corte máximo del bloque A.

Para el bloque C, el esfuerzo cortante máximo encontrado es 15/cm² en la dirección Y-Y. Considerando el 50% para un esfuerzo admisible de 7kg/cm², siendo superior al esfuerzo para la albañilería de aproximadamente 2.5kg/cm².

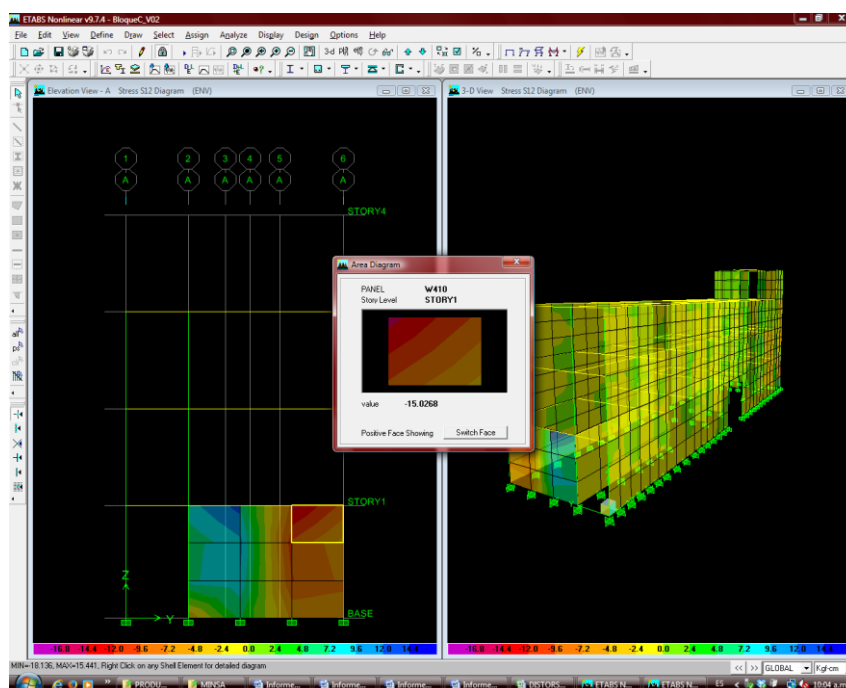


Figura 32. Esfuerzo de corte máximo del bloque C.

5.5. Determinación de la Resistencia de la Estructura.

La capacidad del cortante en la base supera a la demanda sísmica severa en los bloques evaluados.

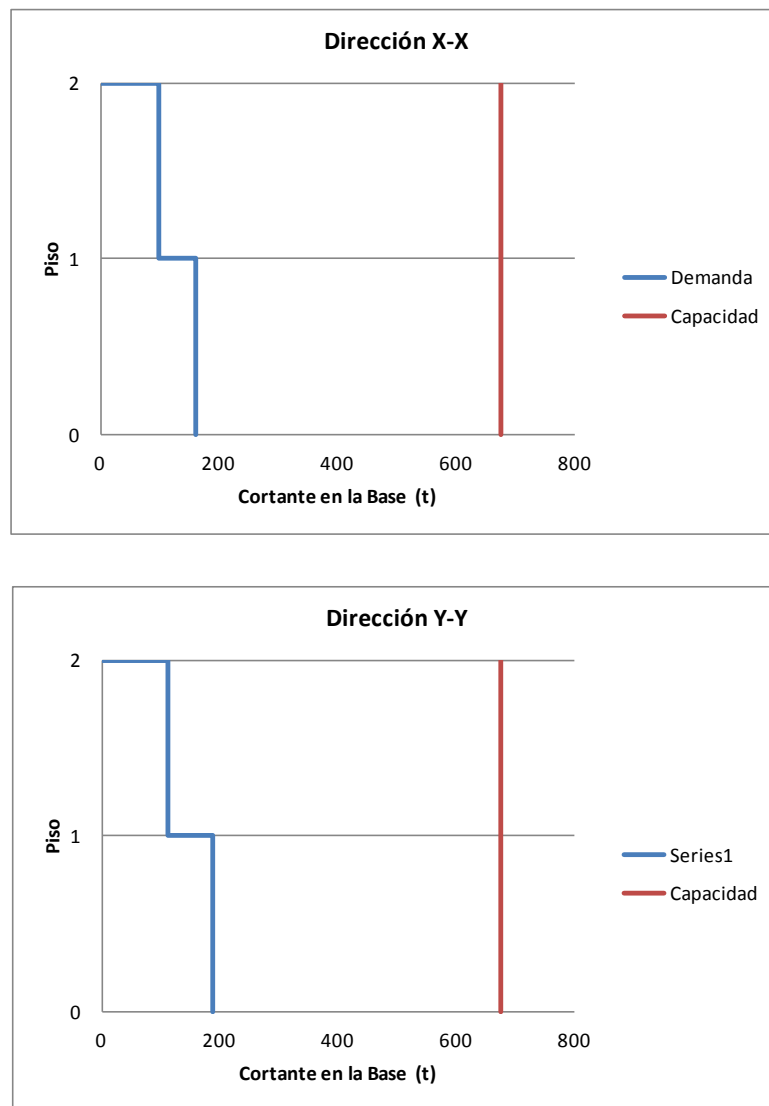


Figura 33. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque A.

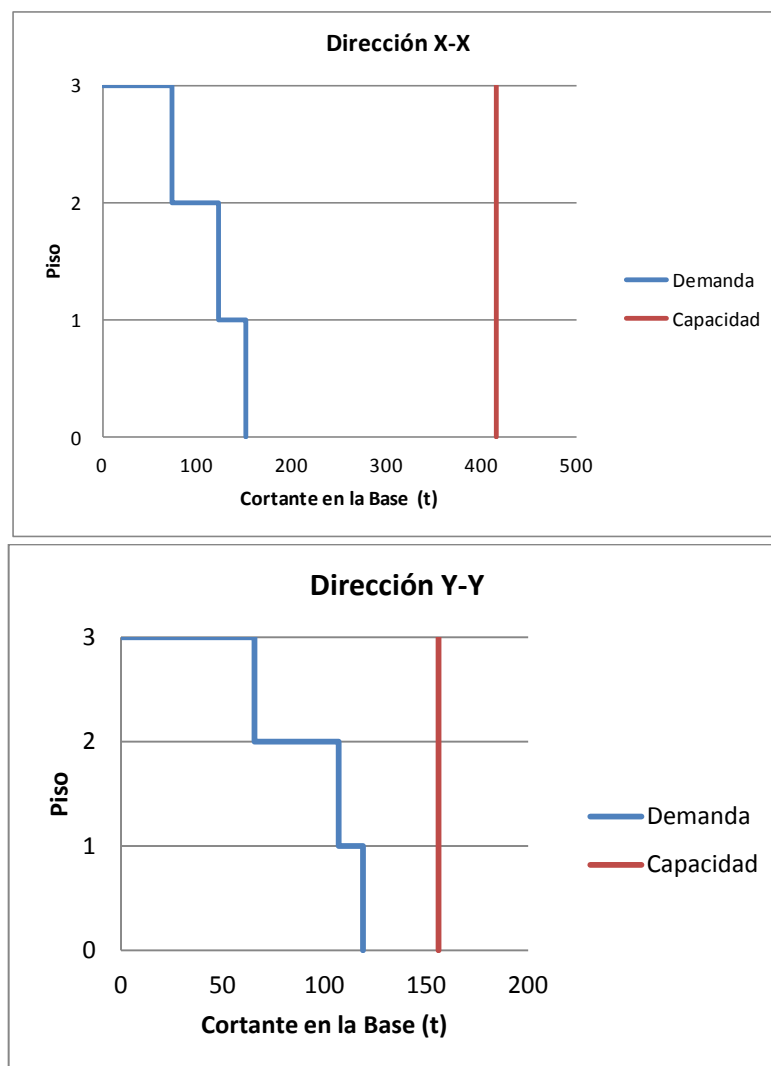


Figura 34. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque C.

5.6. Análisis de la respuesta sísmica considerando un criterio de protección del contenido del establecimiento de salud

A continuación se muestra las distorsiones sugeridas para la protección de los elementos no estructurales, dependiendo del tipo de material de construcción:

MATERIAL- Concreto Armado

Distorsión	Comportamiento y Daño	Tamaño de Fisuras
1/2500	Grietas no visibles	
1/1150	Grietas no visibles	0.05~0.2 mm
1/600	Grietas diagonales visibles y grietas en los talones de muro	0.3~0.7 mm
1/300	Agrietamiento considerable a ambos lados de los elementos	1.0~2.0 mm
1/150	Grietas de flexion y corte que pasan de cara a cara de elemento Vidrios rotos	2.0~3.0 mm
1/75	Dano estructural en vigas, columnas tabiques y muros Vidrios rotos posible desnivel de pisos asensores trabados o no operativos	3.0~5.0 mm

MATERIAL- Albañilería

Distorsión	Comportamiento y Daño	Tamaño de Fisuras
1/3200	Grietas no visibles.	
1/1600	Primeras grietas en talón o base.	0.1~0.3 mm
1/800	Grieta diagonal inicial.	0.5~1.0 mm
1/400	Inicio de aberturas en diagonal y grietas en confinamientos.	2.0~5.0 mm
1/200	Apertura de la grieta diagonal en una franja de longitud L/4 y agrietamiento generalizado en el muro. Posibilidad de rotura de vidrios y puertas trabadas.	5.0~8.0 mm
1/100	Ladrillos fallan fuera del plano, pérdida de verticalidad, grietas abiertas de lado a lado. Ascensor no trabaja, vidrios rotos, puertas no funcionan.	9.0~15.0 mm

Los valores presentados representan los límites de exigencia para demandas con daños identificados como función de la distorsión de entrepiso. En el ítem 5.3 se presentan los valores máximos alcanzados por la edificación para la demanda de la norma sísmica, cuyo límite no asegura la operatividad del establecimiento, por esta razón utilizamos los valores límites de distorsión 3/1000 en el caso de sismo severo y 1/1500 para sismo moderado. Según estos valores, el Bloque C sufriría daños estructurales que afectarían el funcionamiento del hospital en el caso de un sismo severo.

6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES

6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica

De las tablas de distorsiones, del ítem 5.6, se puede observar que los elementos no estructurales en el segundo nivel del bloque A podrían sufrir daños, ya que los desplazamientos a ese nivel excedería las distorsiones sugeridas para la protección del contenido y operatividad inmediata 1/1000 en el caso de la mampostería. En el caso del bloque C los elementos no estructurales y la operatividad inmediata se verían afectados en el segundo y tercer nivel.

6.2. Elementos no estructurales vulnerables

El Hospital Nacional Emergencias Pediátricas se encuentra ubicado en el centro de Lima, el principal problema, identificado, es el estar situado en una zona antigua de la ciudad, con edificaciones de vivienda y comerciales que presentan deterioro y falta de mantenimiento por la antigüedad y precariedad de sus construcciones lo cual constituye un peligro externo y/o circundante al Establecimiento de Salud, dado que en un evento adverso de gran magnitud se vería obstaculizada la llegada a este centro asistencial por el colapso de las edificaciones vecinas.

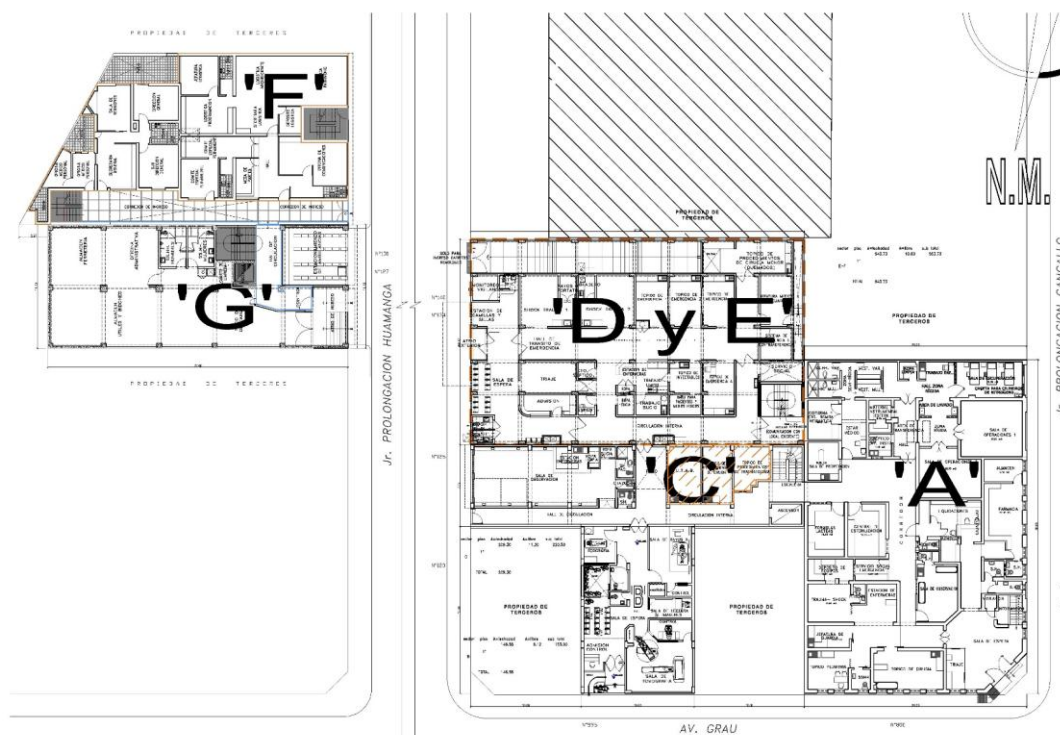
El estar situado con frente a una vía o arteria principal que une el centro de la ciudad con los distritos ubicados en el cono este, no es favorable, debido a que este impide un acceso rápido al establecimiento, ocasionado por la poca área de circulación disponible, que deja la Vía Expresa Grau para la vía secundaria, utilizada principalmente para el tránsito de vehículos particulares, que originan momentos de congestión vehicular y contaminación acústica. Otro punto vulnerable son los vendedores ambulantes que proliferan en los alrededores del hospital.

La edificación de este Hospital presenta ambientes no conformes a la normativa; la zonificación no define adecuadamente el uso y acceso de los servicios asistenciales, esta organización espacial ocasiona un cruce de circulación entre el personal asistencial, con pacientes internos y externos, público en general.

Las relaciones entre los distintos servicios dependen del ascensor, debido a que las escaleras no son normativas y no cumplen con los anchos mínimos para poder realizar la movilización de pacientes inmovilizados a través de ella.

Los acabados de pisos, enchapes de muros, carpintería de madera (puertas) requieren un reemplazo por el tiempo y uso recibido. Asimismo, se debe cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones y dotar al Hospital de vidrios de seguridad en puertas, ventanas, mamparas, etc.

En la identificación de los elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad ante sismos de la edificación, hemos tomado en cuenta principalmente, consideraciones respecto a la accesibilidad, tomando en cuenta no solo que este cumpla con las normas relacionadas con personas con discapacidades, sino además como estas pudieran generar problemas en el momento de una evacuación masiva.



Las Unidad Productora de Servicios (UPS) y Unidad Productora de Servicios de Salud (UPSS, identificadas en el hospital son las siguientes:

- UPSS EMERGENCIA
- UPSS C. QUIRÚRGICO
- UPSS OBSTÉTRICO
- UPSS HOSPITALIZACIÓN
- UPS ADMINISTRACIÓN
- UPSS CONSULTA EXTERNA (MÓDULO DE TB)
- UPSS PATOLOGÍA CLÍNICA (LABORATORIO)
- UPSS DIAGNOSTICO POR IMÁGENES (RAYOS X)
- UPSS CONSULTA EXTERNA

Dentro de los trabajos de inspección realizada se han identificado dentro de los servicios lugares y zonas que son vulnerables en la parte no estructural. A continuación se procede a detallar las zonas identificadas



Figura 35. Daños encontrados en las cubiertas de los pisos, principalmente en Halles y Corredores, pueden dificultar las evacuaciones.

El equipamiento médico y no médico, también se encuentra susceptible de generar daños, debido principalmente a su ubicación y poca seguridad.



Figura 36. Las repisas y sus contenidos no encuentran apropiadamente asegurados pudiendo generar daños al personal.



Figura 37. Las estanterías y sus contenidos no encuentran apropiadamente protegidos generando daños en las rutas de evacuación.

Los equipos conectados, rodantes y fijos, están expuestos, al no estar asegurados previendo posibles desplazamientos de los mismos.



Figura 38. Los equipos médicos y no médicos no se encuentran seguros frente a posibles deslizamientos.

El diagnóstico de la vulnerabilidad no estructural, se realizó principalmente en las áreas críticas, las cuales son: Centro Quirúrgico, Cuidados Intensivos, Banco de Sangre, Laboratorio, Radiología, Farmacia, Emergencia y Casa de Fuerza.

En general se debe indicar que en su mayoría los equipos biomédicos se encuentran apropiadamente fijados a sus bases, estas son del tipo rack, por lo cual se debe tener en cuenta que la resistencia de las fijaciones debe considerar los esfuerzos por desgarramiento ligados al balanceo.

En el mismo caso se encuentran los muebles altos y algunos armarios de melamine, los cuales se encuentran suspendidos, sin embargo, no se evitaría posibles balanceos, en otros casos se encuentran sin freno por lo cual, podría generarse desplazamiento de los mismos.



Figura 39. Equipos sin freno por lo cual, podría generarse desplazamiento de los mismos.



Figura 40. Pese al trabajo que se ha venido realizando en el Hospital, aun se pueden apreciar artefactos de iluminación sin la debida protección, contra pérdida o daño.

6.3. Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales

La principal recomendación a tener en cuenta al momento de analizar los componentes No-Estructurales es que, en lo posible las soluciones destinadas a evitar el daño deben de ser simples y fáciles de ser aplicadas por el personal de Mantenimiento y Conservación del Hospital. Sin embargo, existirán soluciones que escapen al conocimiento técnico de este personal; estas soluciones exigen de la participación de profesionales expertos en el diseño de soluciones sismo-resistentes.

Opciones de reducción o mitigación de daño:

Reforzar el elemento de soporte o sostén:

- La posibilidad de reforzar los anclajes o de arriostrar los elementos de soporte se incluye en esta opción.
- Al reforzar los soportes estamos asegurando el objeto a fin de prevenir daños debidos a volteo, desplazamiento y caída por la acción de fuerzas inerciales.

Remplazar:

- La posibilidad de remplazar objetos que no cuentan con mecanismos de protección sísmica adecuada por otros que si los tienen es una opción a considerar principalmente cuando los hospitales realizan acciones de re-equipamiento (al dar de baja equipos viejos u obsoletos) o durante el proceso de remodelación y ampliación.

Reubicar:

- No siempre se puede reducir la posibilidad de daño físico (principalmente por los altos costos involucrados), sin embargo es más fácil reubicar en zona segura el objeto sometido a la amenaza que anular dicha amenaza.

Otras medidas aplicables de mitigación, eficaces en muchos casos, para mejorar los elementos no estructurales, son las siguientes:

- Remoción, corresponde a alejar materiales peligrosos o retirar revestimientos vulnerables
- Restricción en la movilización de equipos, sujetar al piso cilindros de gas o generadores.
- Anclaje, es la medida de mayor aplicación, se asegura con pernos o cables los equipos pesados para evitar que caigan o se deslicen.
- Soportes, son aplicados en muchos casos, consiste en aplicar sujetadores a equipos ligeros desprendibles.
- Sustitución, remplazar materiales de riesgo por otros que no representen peligro sísmico, como suplir en techos el material de teja por cubiertas livianas.
- Modificación, algunas veces es posible modificar un objeto que represente un peligro sísmico, incluye colocar recubrimientos plásticos a vidrios y materiales frágiles.

- Aislamiento, es útil para pequeños objetos sueltos. Colocar paneles laterales a estantes y puertas
- Refuerzo, colocar mallas de alambres o recubrimientos a muros vulnerables.
- Redundancia, almacenar medicamentos e insumos de reserva en sitios aislados.
- Respuesta rápida y reparación, almacenar suministros y herramientas en sitios accesibles y seguros que permitan su rápida utilización en emergencias.

Teniendo como marco la evaluación realizada en sitio, se concluye que el Estudio sobre las condiciones de vulnerabilidad del Hospital determinado en el análisis de la organización funcional, zonificación y circulación del establecimiento.

Elementos suspendidos (luminarias, ventiladores, apliques, etc.)

En general, los elementos suspendidos parecen adecuadamente fijados, sin embargo, deberá supervisarse permanentemente para evitar que se produzca balanceo. Los diferentes elementos que los forman estarán a su vez correctamente amarrados entre ellos.

La resistencia del equipamiento y de las fijaciones debe tener en cuenta los esfuerzos de desgarramiento ligados al balanceo.

Material informático

Los monitores, sistemas de cómputo e impresoras deben estar sujetos a las mesas de despacho con un sistema de correas, deberán estar fijadas.

Mobiliario

Salas de consulta externa y hospitalización: Las salas de consulta externa y servicios de hospitalización están equipados esencialmente de material fijo, rodante y permanente.

El análisis de las disposiciones que se adoptarán debe tener en cuenta el hecho de que parte del público, sin información suficiente, se desplaza libremente por los diferentes sectores, áreas del establecimiento (pasadizos, circulaciones, salas de espera, habitaciones, baños, etc.). Ningún material o mobiliario debe resultar perjudicial en caso de situación sísmica: obstaculización de la evacuación con muebles, caída de elementos de decoración o de otro tipo. Por lo cual, el mobiliario rodante que se encuentra en áreas de circulación deberá tener frenos y

estos estar accionados, para evitar desplazamientos involuntarios de los mismos.

Depósito, almacén y farmacia: Una parte esencial del equipamiento está constituida por material de almacenamiento, cuyo mayor riesgo es la caída de medicamentos, soluciones e insumos variados almacenados en los diversos depósitos.

La caída de los productos además de fragmentar, dañarse puede originar un fuego, contaminación. Además, los fragmentos de vidrio impiden el desplazamiento seguro de los usuarios en el establecimiento.

Algunos productos se almacenan en grandes envases, lo que puede agravar las repercusiones de la posible destrucción, dejando al establecimiento desabastecido

Los muebles de diverso tipo deben estar, por tanto, firmemente fijados y estabilizados y las puertas permanecerán cerradas. Las estanterías deben tener bordes levantados para que los productos, materiales u objetos contenidos no salgan disparados. Los contenedores y otros grandes volúmenes de almacenamiento deben estar cerrados y enganchados a los estantes.

En el Hospital se ha podido apreciar además, que los estantes no se encontraban adecuadamente fijados, ni arriostrados entre ellos, el contenido no se encontraba asegurado y las áreas de circulación y sobre las estanterías se coloca cajas de material en malas condiciones.

Administración y archivos: Las zonas que albergan los servicios administrativos cuentan esencialmente de mesas de despacho, de mobiliario de almacenamiento de documentos y de material informático. Los movimientos sísmicos pueden destruirlos con la consiguiente pérdida de documentos de información. Este material fijo, estable se amarrará de la forma más conveniente

Posibles soluciones: Los frentes estratégicos que impacta incluyen.

- Prolongar la vida útil de las instalaciones y del equipamiento, principalmente el relacionado con el soporte de vida.
- Garantizar el óptimo funcionamiento en situaciones de desastres.
- Evaluar la tecnología instalada en los establecimientos ubicados en áreas sísmicas.
- Adquirir nuevas tecnologías con medidas de mitigación.

- Homogenizar el nivel tecnológico.
- Garantizar la adecuada resolutiveidad de los niveles de atención en situaciones críticas de desastres.

7. LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA

7.1. (Inspección y) Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo

7.1.1. Instalaciones Sanitarias

Las vulnerabilidades de las instalaciones sanitarias del hospital ante la presencia de un sismo severo son las siguientes:

- En el sector antiguo existen redes de distribución de agua de FºGº que por la antigüedad se encuentran corroídas.
- En el sector antiguo existen tuberías de desagüe de FºFº que por el uso han sufrido colmatación y corrosión.
- Las conexiones entre tuberías y equipos de bombeo no cuentan con conexiones flexibles.
- Las tuberías de ingreso y salida en el tanque elevado se encuentran deterioradas y carecen de uniones flexibles.

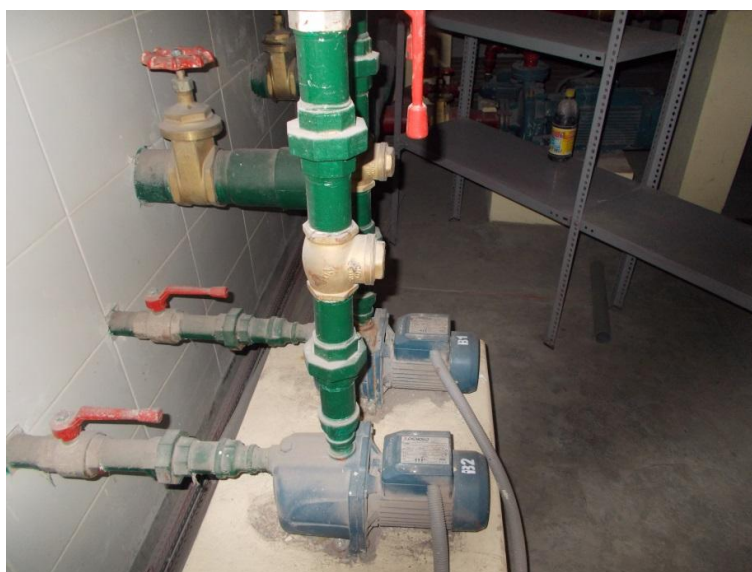


Figura 41. Sistema de impulsión sin conexiones flexibles.



Figura 42. Tuberías de ingreso al reservorio elevado.



Figura 43. Ingreso a reservorio elevado.

7.1.2. Instalaciones Eléctricas

Muchas de las instalaciones eléctricas se encuentran instaladas en forma desordenada, en forma expuesta, que vienen de instalaciones provisionales, que no prestan la seguridad adecuada, para afrontar un sismo de magnitud, que podría generar problemas en el comportamiento del sistema eléctrico, como cortocircuitos o incendio.



Figura 44. Instalaciones eléctricas expuestas pueden producir cortocircuitos.

El ambiente del grupo electrógeno no es el adecuado, se encuentra ubicado en el sótano en un ambiente no apropiado, pues esta sujeto a inundaciones, ya que se encuentra directamente en la rampa de ingreso.

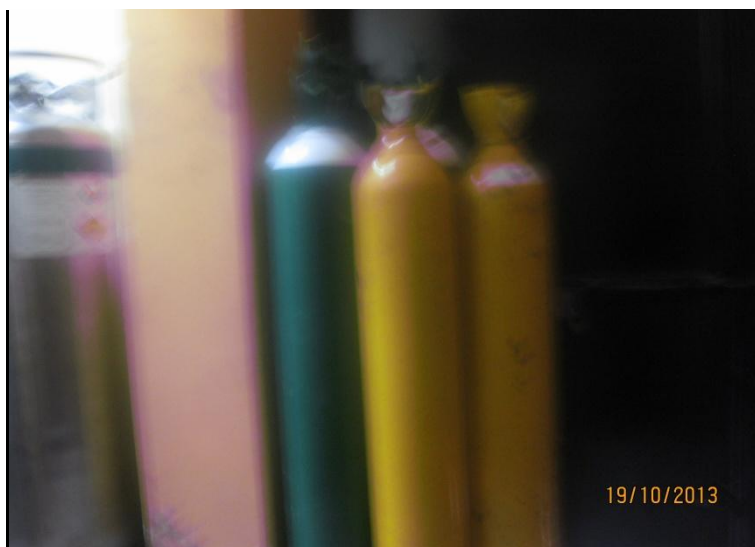


Figura 45. Balones de Oxígeno y Nitrógeno sin sujetar.

El abastecimiento de combustible es limitado, el funcionamiento del grupo electrógeno se realiza solamente mediante el tanque diario pero no cuenta con un tanque de almacenamiento de combustible.

El hospital cuenta con un generador eléctrico de 80 KVA, cuenta con transferencia automática menor de 10s. Por su ubicación están expuestos a riesgos de inundaciones. Cubre el 100% de la demanda las pruebas de funcionamiento en áreas críticas es regular, las seguridad de las instalaciones de ductos, cables se encuentran en mal estado aprox. 60%. El tablero de control se encuentra con protector de sobrecarga se encuentra protegido, es accesible y esta en buenas condiciones de funcionamiento, la iluminación y lámparas en sitios claves, áreas críticas en el hospital es aceptable.

Como no existe otro proveedor de energía eléctrica, se recomienda la instalación de un sistema redundante al servicio local de suministro de energía.

7.1.3. Instalaciones Mecánicas

El hospital cuenta con una central de Oxígeno conformado por tanques termo instalados en un ambiente pequeño y carece de ventilación, además se puede apreciar que los tanques no cuentan en la mayor parte con las cadenas de sujeción, la central debe

tener una capacidad para abastecer de estos gases por un tiempo mínimo de 72 horas de funcionamiento independiente.

Se ha verificado que los ductos de aire acondicionado cruzan la parte superior del edificio no presentan soportes ni anclajes de sujeción, que en un sismo podrían descolgarse. Asimismo se puede apreciar que el ducto de la chimenea de la cocina tiene los templadores descolgados encontrándose sin los anclajes ni soportes que lo fijan.



Figura 46. Ductos de aire acondicionado sin soportes ni anclajes adecuados.



Figura 47. Equipo de aire acondicionado deteriorado y sin anclajes de sujeción.

7.1.4. Instalaciones Electromecánicas

Los equipos electromecánicos requieren permanente mantenimiento asimismo se deberá retirarse los materiales que se encuentran obstaculizando su funcionamiento.

7.1.5. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

El hospital cuenta con una antena ubicada en la azotea y deberá asegurarse su instalación. Los cables de comunicaciones se encuentran instalados en forma desordenada y algunos están expuestos y cruzan la edificación.

No cuenta con un sistema alternativo de radio (diferente a Internet o telefonía celular) cuenta con antena en pésimo estado, no hay local apropiado de telecomunicaciones. Cuenta co un sistema de telefonía y anexos. para comunicación interna en buen estado. Los sistemas de baja tensión se encuentran en regulares condiciones.

7.1.6. Sistema De Combustible

Cuenta con un tanque de combustible de 200 gls lo cual no supe la necesidad de 3 días, su ubicaron es inapropiada y no es segura, las condiciones de seguridad del sistema no son las mas adecuadas.

7.1.7. Sistema De Gases Medicinales

Cuenta con una central de oxígeno pero no tiene capacidad de autonomía para 10 días, cuenta con disponibilidad de fuentes alternas, balones de oxígeno, sus anclajes de seguridad no están adecuadamente instalados

El sistema de distribución de oxígeno se encuentra en buenas condiciones en aproximadamente 80%

7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales

7.2.1. Instalaciones Sanitarias

En la zona antigua se requiere cambiar las redes de agua de F^oG^o que se encuentran corroídas por tuberías de PVC, así mismo las tuberías de desagüe de F^oF^o que se encuentran colmatadas y corroídas se deben eliminar y reemplazarlas por tuberías de PVC.

En las salas de máquinas se debe instalar uniones flexibles en el árbol de descarga de cada una de las líneas de impulsión.

Las conexiones de ingreso y salida en el reservorio elevado deberán ser cambiadas y adecuadas con uniones flexibles.

7.2.2. Instalaciones Eléctricas

Se recomienda reubicar el ambiente del grupo electrógeno que se encuentra en el sótano, de igual manera se recomienda reubicar la sub estación eléctrica, por ser susceptibles de una inundación que por diversos motivos se podría presentar, las condiciones de estos ambientes que debe estar sobre la cota cero y reunir las condiciones para su normal funcionamiento, el mismo que se recomienda deberá ser insonorizado.

Se recomienda la construcción de un tanque de almacenamiento de combustible que tenga una capacidad mínima para el abastecimiento del grupo electrógeno por lo menos para 72 horas. El mismo que formara parte del sistema de petróleo que incluye el tanque diario, las tuberías y controles.

Es también importante el reordenamiento de cableado eléctrico, sujeción y canalización de los circuitos que permitan una seguridad adecuada.

7.2.3. Instalaciones Mecánicas

Es recomendable la instalación de una central de Oxígeno. Esta central deberá tener capacidad para abastecer al hospital durante 72 h mediante las redes para el abastecimiento y deberá estar construido en un ambiente adecuado y ventilado.

Deberá fijarse los ductos de aire acondicionado expuestos, mediante soportes que aseguren los ductos a fin de evitar su caída en caso de un eventual sismo, De igual manera se deberá considerar la sujeción del ducto de la chimenea con templadores y pernos de anclaje para su fijación.

7.2.4. Instalaciones Electromecánicas

Deberá tomarse las debidas precauciones a fin de que los equipos se encuentren disponibles en caso se presente alguna emergencia, deberá retirarse los elementos y/o materiales que se encuentren obstaculizando la operación de los equipos.

7.2.5. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

Se debe implementar la Instalación de un sistema interconectado entre los hospitales a fin de afrontar algún evento. Es también importante el reordenamiento de cableado, sujeción y canalización que permita una seguridad adecuada.

8. VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL

8.1. Contexto del problema

La amenaza sísmica y la salud

Se ha trabajado con la hipótesis de ocurrencia de un sismo tsunamigénico de magnitud 8, con epicentro frente al litoral central, cuyas intensidades en Lima alcanzarían a VIII en la Escala Mercalli Modificada (INDECI-PREDES. Diseño de escenario sobre el impacto de un sismo de gran magnitud en Lima Metropolitana y Callao. Lima, 2009). Sus efectos podrían destruir o inhabilitar medio millón de viviendas y ocasionar unas 50 mil muertes y 50 mil a 686 mil heridos, un 10 a 20% de ellos tendría lesiones graves que requerirían atención hospitalaria de alta complejidad. Las exigencias sanitarias de un evento de esta categoría exigirán la movilización del sector salud en su conjunto y requerirá ayuda externa.

El colapso estructural arrastrará al colapso funcional

El hospital tiene que funcionar como un todo, ejecutar procedimientos médicos requiere ambientes adecuados, equipamientos, insumos, líneas vitales y, sobre todo, personas. Si el impacto merma sus recursos el factor humano será fundamental para sostener algunas funciones. La reducción del riesgo y la preparación para la respuesta son pilares de la seguridad hospitalaria ante emergencias masivas y desastres. Hay que fortalecer y ejercitar esa capacidad de recuperación inmediata aunando recursos, procedimientos y voluntades.

Todo lo que funciona puede fallar.

En los hospitales de alta complejidad convergen unas 300 diferentes tareas desempeñadas por personal con diversa preparación. La máxima exigencia operativa se produce cuando un desastre intempestivo incrementa grandemente la demanda y reduce la oferta por daños en la estructura y las funciones del establecimiento. El estado de crisis requiere el esfuerzo máximo y concordado de sus miembros y de la red de emergencias y el sistema de servicios de salud.

Enfrentar esta situación implica requerimientos fundamentales (prioridades vinculadas):

- Disponibilidad de recursos: lo necesario para poder cumplir los procedimientos.
- Competencias técnicas: en varios niveles:
 - Personales: cognitivas, procedimentales, ético-sociales,
 - Institucionales: organización, gestión, cadenas logísticas, normas,
 - Sistemas y redes de servicios: comando, planificación, concertación,
- Disposición: vocación médica y compromiso de las personas con su objetivo social y responsabilidad laboral.

Las metas de este estudio

El motivo de este estudio es estimar las condiciones funcionales actuales con que los servicios críticos del hospital (Emergencia, sala de operaciones, esterilización, UCI, postoperatorio, laboratorios, radiología, banco de sangre) enfrentarían un desastre sísmico e identificar los eslabones vulnerables para su intervención oportuna. El propósito es mantener la capacidad resolutive de los servicios, del establecimiento y de la red o el sistema durante la etapa de emergencia.

La *disponibilidad* de recursos, aunque varía en el tiempo y el establecimiento, está normada, y se ha sopesado en este estudio a través del Índice de Seguridad Hospitalaria, ISH de OPS/OMS.

Las *competencias* de los profesionales de salud son impartidas en su formación universitaria y recertificadas periódicamente por los colegios profesionales. Las competencias institucionales en materia de desastres son evaluadas por la autoridad competente (OGDN-MINSA, INDECI), las competencias de las redes y sistemas son responsabilidad del sector salud y gobiernos regionales y central.

La *disposición* de las personas es difícil de mensurar pero puede inferirse por su compromiso habitual y su participación en los preparativos para desastre, ejercicios, simulacros y capacitación.

El tiempo asignado para este trabajo ha limitado la obtención y cotejo de información de estos establecimientos públicos de salud, pero la indagación debe continuar a cargo de las autoridades hospitalarias quienes deben gestionar las propuestas que consideren pertinentes. Para viabilizar el estudio y dar solidez al análisis se convocó a un grupo de experimentados especialistas en Medicina de Emergencias y Desastres, los doctores: Daniel Alfaro Basso, José Untama Medina, Abel García Villafuerte, Rolando Vásquez Alva, Carlos Malpica Coronado, Luis Loro Chero y William Rojas, quienes, en reuniones semanales con los suscritos y la Dra. María Teresa Chincaro, Emergencióloga de la Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud, actuaron como Comité Experto para concordar las puntuaciones y consolidar los resultados.

Se debe enfatizar, una vez más, que el desastre no es un problema aislado del sector salud, es un problema social, y es el Estado el responsable de la salud y la seguridad de la ciudadanía y, asimismo,

los procesos asistenciales no se rigen por leyes exactas, son por el contrario influidos por multitud de factores, algunos incluso circunstanciales (horas y días de la semana, etc.), de ahí su variabilidad.

8.2. Análisis Situacional del Hospital

El “Análisis de la Situación de los Servicios del Hospital de Emergencias Pediátricas, ASIS 2013. Ministerio de Salud, RD 126-2013”, destaca lo siguiente:

El bloque antiguo de la edificación fue construido en 1943 y hasta 1981 sirvió como sede del Puesto Central de Asistencia Pública de Lima, el bloque nuevo data de 1998.

Por ser un hospital de emergencias recibe pacientes de muy diversas procedencias, principalmente de los distritos de San Juan de Lurigancho (16.65%), La Victoria (16.43%), El Agustino (10.48%) y Lima (9.90%).

Un 13% de sus atenciones corresponden a Emergencias en Prioridades I y II.

Consulta Según Prioridad HEP 2012*

TIPO DE PRIORIDAD	NRO	%
Prioridad I	407	0.63
Prioridad II	8,140	12.61
Prioridad III	31,004	48.04
Prioridad IV	24,991	38.72
TOTAL	64,542	100

*Registrados en admisión.
Fuente: Estadística e Informática
Elaboración: Oficina de Epidemiología

Las causas más frecuentes de mortalidad fueron influenza, neumonías y traumatismos de cabeza.

La tasa de infecciones intrahospitalarias fue de 2.91 x 1000.

El 63% de pacientes atendidos en consulta externa y el 73.6% en Emergencia expresaron satisfacción.

Problemas principales identificados:

- Instalaciones insuficientes para atender la demanda de hospitalización y el traslado de paciente de los servicios críticos (UTIP).
- Cobertura de personal contratado por servicios de terceros en servicios clave Neurología, SCI (Neonatología).

- Procesos administrativos y asistenciales poco regulados y con escasa supervisión y monitoreo adecuados.
- Normativa de recursos humanos que no favorece la capacitación del personal médico.
- Poca comunicación entre el personal y jefaturas.
- Insuficiente evaluación de las competencias y perfiles del personal nuevo previo al inicio de sus labores.
- Personal médico de guardia que responde a otras jefaturas (problemas con cadena de mando).
- Dificultades para la elaboración y revisión de las guías de práctica clínica.
- Inadecuada e insuficiente aplicación de Guías de Práctica Clínica y falta de actualización de las mismas.
- Guías de Práctica Clínica que no se complementan con los servicios.
- Guías aprobadas sin evaluación respecto de su aplicación.
- Sistema de referencias y contrarreferencias sin respaldo (personal-logístico- equipamiento).
- Personal asistencial insuficiente.
- Gestión de la historia clínica inadecuada en pacientes atendidos anteriormente, no se cuenta con la historia clínica antigua.
- Escaso desarrollo de los sistemas informáticos de apoyo.
- Inadecuado sistema de distribución de la guardia nocturna, que perjudica el flujo de atención y genera acumulación de pacientes en espera a Triage en las primeras horas de la mañana.
- Desarrollo del potencial humano incipiente.
- Inadecuada identificación de las destrezas y habilidades del personal.
- Inexistencia de perfiles definidos para los puestos.
- Población laboral con el promedio de edad en incremento.

8.3. Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013

Las áreas críticas del hospital estudiadas (servicios indispensables para la atención de emergencias y pacientes graves) son las siguientes:

- Servicio de Emergencia
- Centro Quirúrgico
- Unidad de Cuidados Intensivos
- Hospitalización postoperatoria

- Laboratorio
- Radiología e imágenes
- Banco de sangre

El elevado riesgo sísmico del litoral central obliga a plantear tres preguntas:

1. ¿Con qué capacidad instalada se enfrentarían ahora las áreas críticas del hospital a un terremoto destructor de magnitud 8 Mw? ¿Cuál es su nivel de organización y su actual vulnerabilidad? y ¿Cuál podría ser su capacidad operativa tras el impacto?
2. Si el hospital sufre daños importantes por el terremoto: ¿Cuál es la capacidad actual disponible de sus áreas críticas para recuperar su funcionalidad inmediata post impacto?
3. Si los daños en el hospital lo ponen fuera de servicio: ¿Se dispone de capacidad para evacuación masiva de pacientes y personal herido sobrevivientes hacia otros establecimientos de salud?

Para atender estos cuestionamientos se recabó información a través de la encuesta “Índice de Seguridad Hospitalaria, ISH”, de la Organización Panamericana de Salud, OPS/OMS, así como entrevistas a funcionarios clave y visita a las áreas críticas del hospital con listas de cotejo (que requieren validación) para conocer la capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto y la disponibilidad de mecanismos para evacuación masiva del hospital en caso de colapso físico y funcional post terremoto destructivo.

Un estudio de este tipo permite solo aproximaciones por la subjetividad de apreciación de los operadores y observadores. El diagnóstico definitivo de la capacidad funcional del hospital se dará tras el terremoto. El propósito es identificar ahora los eslabones más débiles de la cadena de seguridad que requieren ser intervenidos.

Las observaciones se describen como conclusiones en 9.3, en conjunto con las recomendaciones planteadas.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO

9.1. Componente Estructural

Según los resultados del análisis del modelo matemático, este bloque C no cumple con los desplazamientos permisibles y distorsiones según la norma sismorresistente para una edificación esencial y cuyo funcionamiento no debe ser afectado luego de la ocurrencia de un sismo. Debido a esto, se recomienda el reforzamiento del Bloque C ya que es el bloque más vulnerable.

9.2. Componente No estructural

En función a los resultados obtenidos en los estudios estructurales se tendrán distorsiones que podrían generar grietas y/o agrietamientos, los cuales en función a ello podrían plantear un riesgo de caída de los mobiliarios, y equipos médicos en las diferentes zonas le hospital en especial en las zonas críticas se han tenido los siguientes resultados.

En función a estos resultados se proceden realizar las siguientes recomendaciones a fin de mitigar los efectos negativos que se pueden tener ante un evento sísmico.

Se desarrollan las recomendaciones, para mitigar la vulnerabilidad no estructural:

- Accesibilidad para las personas discapacitadas
- Equipamiento no médico
- Equipamiento Médico
- Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes
- Quirófanos – UCI
- Emergencia / Reanimación
- Equipamiento de laboratorio de análisis clínicos
- Esterilización
- Equipos Conectados
- Equipos Rodantes
- Equipos Fijos
- Elementos Suspendidos

9.2.1. Accesibilidad para las personas discapacitadas

En los casos de existir rampas que sirvan de acceso a los diferentes pabellones, estos deben ser diseñados cumpliendo las normas de seguridad y de medidas antropométricas, tales como: ancho y pendiente reglamentaria (6%), superficie o piso con material antideslizante, barandas construidas con materiales seguros; el uso del fierro en las barandas implica considerar elementos de soporte intermedios y un continuo mantenimiento.

En los casos de las rampas que sirvan de acceso a los diferentes pabellones, estos deben ser diseñados cumpliendo las normas de seguridad y de medidas antropométricas, tales como pendiente reglamentaria (6%).

9.2.2. Equipamiento no médico Informático

Los monitores, sistemas de cómputo e impresoras deben estar sujetos a las mesas de despacho con un sistema de correas, deberán estar fijadas.



Figura 48. Monitor fijado con correas al mueble de escritorio y evitar su caídas ante movimientos sísmicos.



Figura 49. Equipos como impresoras deben estar sujetos a asegurados para evitar su desplazamiento ante movimientos sísmicos.

Mobiliario.- Los muebles de diverso tipo deben estar, por tanto, firmemente fijados y estabilizados y las puertas permanecerán cerradas. Las estanterías deben tener bordes levantados para que los productos, materiales u objetos contenidos no salgan disparados. Los contenedores y otros grandes volúmenes de almacenamiento deben estar cerrados y enganchados a los estantes.



Figura 50. Archivadores deben estar asegurados y evitar caídas que obstruyan salidas o corredores de evacuación. .



Figura 51. Muebles y armarios deben estar fijados y asegurados afín de evitar caídas que afecten al personal de salud o que obstruyan salidas o corredores de evacuación.

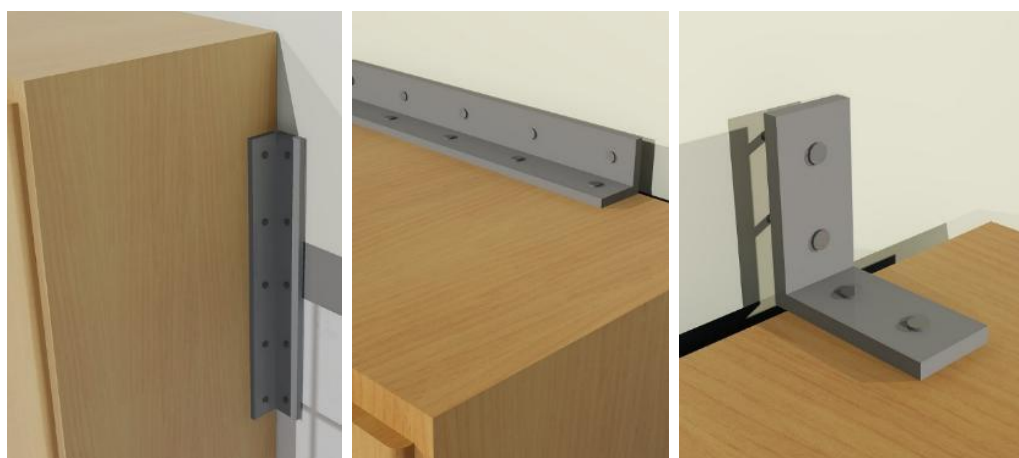


Figura 52. Los sistemas de aseguración pueden ser de diferentes tipos, en las zonas laterales o partes superiores, el objetivo es contar con puntos de sujeción ante volcamientos o caídas.

Administración y archivos: Las zonas que albergan los servicios administrativos cuentan esencialmente de mesas de despacho, de mobiliario de almacenamiento de documentos y de material informático. Los movimientos sísmicos pueden destruirlos con la consiguiente pérdida de documentos de información. Este material fijo, estable se amarrará pues de la forma más conveniente.



Figura 53. Formas de asegurar equipos electrónicos, mediante seguros de correas.

9.2.3. Equipamiento Médico

Con relación al Equipo Médico Fijo, es necesario mejorar su medio de soporte, anclaje y/o arriostramiento, para evitar la pérdida del equipo y posible daño a su entorno, por posibles caídas ante inventos sísmicos

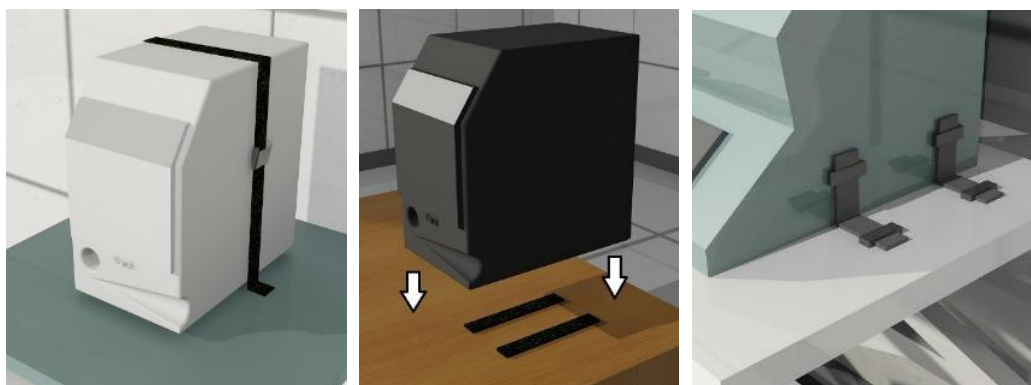


Figura 54. Formas de asegurar equipos fijos, mediante cintas antideslizantes y/o seguros de correas y/o cintas de adherencia.

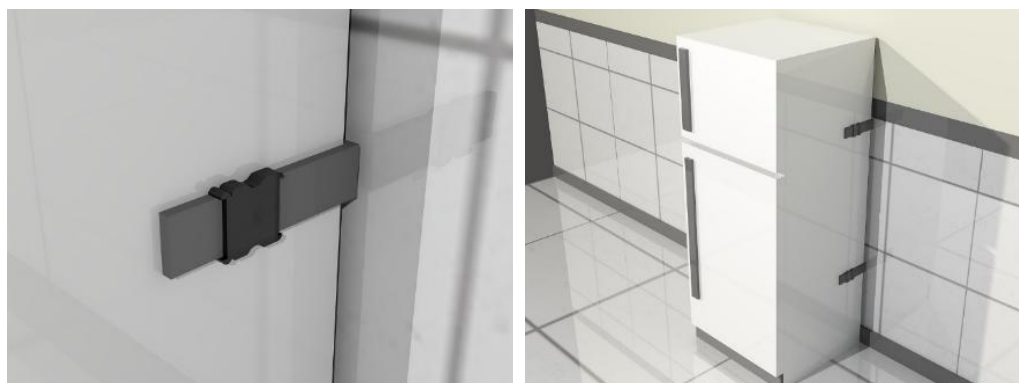


Figura 55. Formas de asegurar equipos fijos, mediante seguros de correas a fin de evitar caídas o volcamientos

9.2.4. Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes

Los equipos del de imágenes del hospital actualmente se encuentran en regular estado y asegurados a nivel de piso, sin embargo a fin de asegurar de operatividad del servicio es necesario contar con un mantenimiento preventivo periódico.

9.2.5. Quirófanos – UCI

Equipos fijados a nivel de techo y en pared para el caso de monitores de funciones vitales en cuidados críticos sin embargo se debe contar con mantenimiento constante dado lo esencial de los equipos que aseguran el funcionamiento de estos servicios esenciales.

9.2.6. Emergencia / Reanimación

Aunque es un servicio que colapsa por la demanda atendida es necesario en la medida evitar obstaculizar corredores de vacuación y/o de circulación asistencial por mobiliario y equipos que en un momento dado.

9.2.7. Equipamiento de laboratorio de análisis clínico

Es necesario mejorar su medio de sujeción a fin de evitar deslizamientos y/o caída del equipamiento y la pérdida del equipo y posible daño a su entorno ante inventos sísmicos, se debe tomar en cuenta recomendación de la imagen en el punto 9.2.4.

9.2.8. Esterilización

Servicio que viene siendo intervenido por el hospital, en infraestructura y equipamiento.

9.2.9. Equipos Conectados

Es recomendable dependiendo de cada caso la agrupación y canalización de los cables a las fuentes de energía, a fin de evitar en los ambientes la dispersión de cables que provoquen en una situación dada, caídas o volcamiento del equipamiento, mobiliario, entre otros.

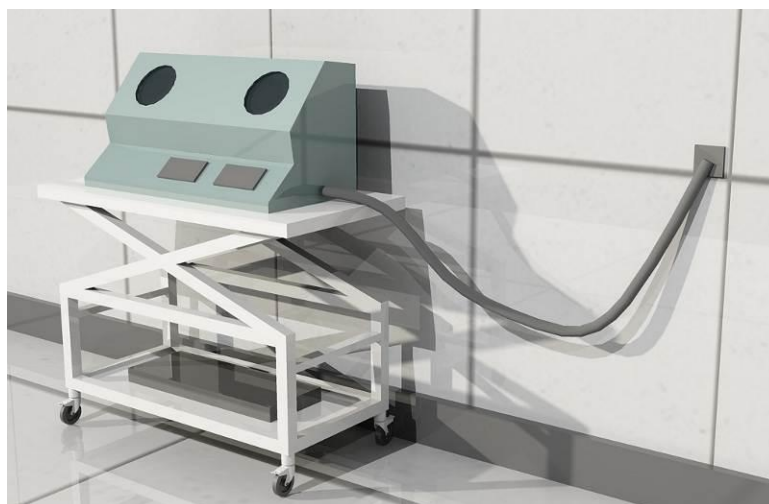


Figura 56. Conexión a alimentadores de energía debidamente canalizados y debidamente agrupados.

9.2.10. Equipos Rodantes

Salas de consulta externa y hospitalización: Las salas de consulta externa y servicios de hospitalización están equipados esencialmente de material fijo, rodante y permanente.

Ningún material o mobiliario debe resultar perjudicial en caso de situación sísmica: obstaculización de la evacuación con muebles, caída de elementos de decoración o de otro tipo.



Figura 57. Equipos y mobiliarios rodables de debe procurar que su seguros este accionado 'para evitar desplazamiento y/o caídas.

9.2.11. Equipos Fijos

Depósito, almacén y farmacia: Una parte esencial del equipamiento está constituida por material de almacenamiento, cuyo mayor riesgo es la caída de medicamentos, soluciones e insumos variados almacenados en los diversos depósitos.

La caída de los productos además de fragmentarse, dañarse puede originar un fuego, contaminación. Además, los fragmentos de vidrio impiden el desplazamiento seguro de los usuarios en el establecimiento. Algunos productos se almacenan en grandes envases, lo que puede agravar las repercusiones de la posible destrucción, dejando al establecimiento desabastecido.

Los muebles de diverso tipo deben estar, por tanto, firmemente fijados y estabilizados y las puertas permanecerán cerradas. Las estanterías deben tener bordes levantados para que los productos, materiales u objetos contenidos no salgan disparados. Los contenedores y otros grandes volúmenes de almacenamiento deben estar cerrados y enganchados a los estantes.



Figura 58. Sistema de aseguramiento de las unidades almacenadas en las estanterías, se evita caída de estanterías y desplazamiento y caída del contenido.

9.2.12. Elementos Suspendidos

Elementos suspendidos (luminarias, ventiladores, apliques, etc.)

Para el caso del hospital no se existe en su mayoría equipamiento como cialíticas o brazos quirúrgicos, pues son estos rodables. Sin embargo se debe tener en cuenta que los elementos suspendidos deben fijarse de forma que se evite el balanceo. Los diferentes elementos que los forman estarán a su vez correctamente amarrados entre ellos. La resistencia del equipamiento y de las fijaciones debe tener en cuenta los esfuerzos de desgarramiento ligados al balanceo.

Beneficios y limitaciones de la mitigación de la vulnerabilidad

La implementación de estas recomendaciones contribuirá a mitigar o disminuir las vulnerabilidades no estructurales identificadas en el Hospital Nacional Sergio Bernales, así mismo se tendrán los siguientes beneficios:

- Funcionamiento continuo de los servicios del establecimiento,
- Seguridad del equipamiento y a infraestructura física,
- Se mantiene persona capacitado para situaciones de contingencia,
- Menores costos de reposición de la inversión,
- Permite compartir conocimientos y destrezas en las situaciones de desastres,
- Intercambio de equipos y piezas de repuesto.
- Tener un establecimiento seguro

9.3. Componente Funcional

9.3.1. Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria

Para esta sección se ha tomado como referencia el Índice de Seguridad Hospitalaria – ISH - de la Organización Panamericana de Salud, OPS/OMS. En la primera columna aparece el número de ítem del ISH correspondiente al componente funcional. Las conclusiones y recomendaciones a partir del ISH son las siguientes.

1. Organización del comité hospitalario para desastres y centro de operaciones de emergencia. Mide el nivel de organización alcanzado por el comité hospitalario para casos de desastre.			
ISH	ITEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
85	Comité formalmente establecido para responder a las emergencias masivas o desastres. Solicitar el acta constitutiva del Comité y verificar que los cargos y firmas correspondan al personal en función.	Existe un Comité Hospitalario de Defensa Civil con RD 097-HEP/MINSA 2012, se reúne por convocatoria	Mantener el CHDC activo, con presupuesto anual que permita mantener un plan de trabajo y personal propio, especializado en GRD,
86	El Comité está conformado por personal multidisciplinario. Verificar que los cargos dentro del comité sean ejercidos por personal de diversas categorías del equipo multidisciplinario: director, jefe de enfermería, ingeniero de mantenimiento, jefe de urgencias, jefe médico, jefe quirúrgico, jefe de laboratorio y servicios auxiliares entre otros.	Está integrado por 09 miembros: jefes de servicios, departamentos, oficinas y gremios.	Mantener la pluralidad del equipo del CHDC, supervisando la participación activa de sus miembros.
87	Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas. Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica.	Está precisada la función básica del Comité más no las funciones específicas de sus miembros.	Precisar y oficializar las funciones específicas de cada miembro del CHDC.
88	Espacio físico para el centro de operaciones de emergencia (COE) del hospital. Verificar la sala destinada para el comando operativo que cuente con todos los medios de comunicación (teléfono, fax, Internet, entre otros).	No dispone de un ambiente específico, funciona al activarse en la Sub –Dirección.	Designar un local propio para el COE
89	El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro. Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección.	Ubicado en bloque administrativo antiguo, tercer piso.	Ubicar el COE o ambiente de reunión del CHDC en área con comprobada seguridad física y funcional.
90	El COE cuenta con sistema informático y computadoras. Verificar si cuenta con intranet e internet.	Cuenta con PC, internet e Intranet, pero no es propio.	Equipar el COE con sistema informático y computadora.
91	El sistema de comunicación interna y externa del COE funciona adecuadamente. Verificar si el conmutador (central de redistribución de llamadas) cuenta con sistema de perifoneo y si los operadores conocen el código de alerta y su funcionamiento.	El Operador Central conoce parcialmente los códigos de Alerta/alarma. Tiene perifoneo.	Capacitar al operador de la central en códigos de alerta. Mantener operativos el sistema de comunicación interna y externa.
92	El COE cuenta con sistema de comunicación alterna. Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros.	Cuenta con teléfono celular RPC y radio de corto alcance.	Fortalecer el sistema de comunicación alterna del hospital con ambulancias y red hospitalaria.

93	El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado. Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje.	Mobiliario y equipo pertenece a la Sub-Dirección.	Equipar al COE con mobiliario y equipo apropiado.
94	El COE cuenta con directorio telefónico actualizado y disponible. Verificar que el directorio incluya todos los servicios de apoyo necesarios ante una emergencia (corroborar teléfonos en forma aleatoria).	El directorio telefónico de contactos – personas e instituciones- no está actualizado	Actualizar el directorio de personas e instituciones ligadas a la respuesta a desastres.
95	“Tarjetas de acción” disponibles para todo el personal. Verificar que las tarjetas de acción indiquen las funciones que realiza cada integrante del hospital especificando su participación en caso de desastre interno y/o externo.	Solo algunas se han entregado, el resto está en fase de implementación	Difundir y comprobar la aplicación de Tarjetas de Acción en todo el personal asistencial y administrativo.

2. Plan operativo para desastres internos o externos

ISH	ITEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
96	Refuerzo de los servicios esenciales del hospital. El plan especifica las actividades que se deben realizar antes, durante y después de un desastre en los servicios clave del hospital (servicio de urgencias, unidad de cuidados intensivos, esterilización y quirófano, entre otros)	El plan incluye los momentos antes, durante y después. Está operativo en Emergencia, otras áreas críticas no disponen de procedimientos de desastre. Se reporta dificultades para la ejecución del PPR 068 para desastres	Elaborar Plan de Respuesta frente a Emergencias y Desastres para cada área crítica del hospital. Fortalecer la ejecución del PPR 068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres
97	Procedimientos para la activación y desactivación del plan. Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan.	Existe el procedimiento en el Plan de Respuesta con personal capacitado pero con escasos recursos para implementar.	Fortalecer la secuencia de activación y desactivación del Plan. Se sugiere incluir debriefing psicológico de los operadores al concluir la crisis.
98	Previsiones administrativas especiales para desastres. Verificar que el plan considere contratación de personal, adquisiciones en caso de desastre y presupuesto para pago por tiempo extra, doble turno, etc.	La ley no permite contrato de personal, se usa sistema de retenes, existe norma para pagarles pero no se ejecuta	Regular las previsiones administrativas especiales para desastres, incluyendo contratación de personal especializado supernumerario.
99	Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados. El Hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre:	“Existe presupuesto (PPR 068), pero no se cuenta de manera concreta con los recursos económicos”	Programar presupuesto anual específico para casos de desastre y asegurar que sea ejecutable (PPR 068).
100	Procedimientos para habilitación de espacios para aumentar la capacidad, incluyendo la disponibilidad de camas adicionales. El plan debe incluir y especificar las áreas físicas que podrán habilitarse para dar atención a saldo masivo de víctimas:	En el plan de respuesta indican “Hospitalización adicional extraordinaria” en Auditorio y Cochera para 18 camas. No se cuenta con camas adicionales ni presupuesto. La actual planta física no soporta ampliaciones.	Gestionar la ampliación de las instalaciones del hospital, por la índole de su especialidad y/o construir establecimientos afines.
101	Procedimiento para admisión en emergencias y desastres. El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAGE.	Se aplica la Norma Técnica MINSA 042 sobre Atención en Servicios de Emergencia, hay triage permanente	Disponer de grupos múltiples de triage para caso de desastre.
102	Procedimientos para la expansión del departamento de urgencias y otras áreas críticas. El plan debe indicar la forma y las actividades que se deben realizar en la expansión hospitalaria (Ej. suministro de agua potable, electricidad, desagüe, etc.).	El área actual de Emergencia colapsa en emergencia masiva o desastre. Se prevé expansión en Jr. Huamanga 1ª cuadra, pero carece de líneas vitales. Existe codificación diaria de pacientes hospitalizados por colores, para decidir rápidamente evacuación o alta en caso de desastres	Gestionar la provisión de líneas vitales y equipamiento para probable zona de expansión.
103	Procedimientos para protección de expedientes médicos (historias clínicas). El plan indica la forma en que deben ser tratados los expedientes clínicos e insumos necesarios para el paciente.	En lo cotidiano no usan Historia Clínica central, utilizan Hoja Clínica de Emergencia (impresa), son archivadas al alta o se adosan a HC central si hay internamiento	Asegurar que la Hoja Clínica de Emergencia se integre a la Historia Clínica central.

104	Inspección regular de seguridad por la autoridad competente. En recorrido por el hospital verificar la fecha de caducidad y/o llenado de extintores, extintores e hidrantes. Y si existe referencia del llenado de los mismos así como bitácora de visitas por el personal de protección civil.	Se realizan inspecciones internas a cargo de Mantenimiento. No se ha realizado inspección técnica de seguridad por la autoridad competente.	Fortalecer las inspecciones internas de seguridad y gestionar su certificación.
105	Procedimientos para vigilancia epidemiológica intra-hospitalaria. Verificar si el Comité de Vigilancia Epidemiológica intra-hospitalaria cuenta con procedimientos específicos para casos de desastre o atención a saldo masivo de víctimas	Existe un Comité de Infecciones Intrahospitalarias, con funcionamiento regular pero no un capítulo específico para desastres. Hay supervisión de su cumplimiento.	Elaborar procedimiento de vigilancia epidemiológica intrahospitalaria para casos de desastres o atención de víctimas en masa.
106	Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense. Verificar si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres.	No existe el procedimiento. No hay espacio para este fin.	Determinar lugar y elaborar procedimiento para ubicación temporal de cadáveres.
107	Procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento. <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	El procedimiento lo realizan los equipos asistenciales pero no hay protocolo escrito.	Formalizar la implementación de procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento.
108	Transporte y soporte logístico. El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales, adecuados y en cantidad suficiente.	Dispone de 01 ambulancia tipo III, 01 ambulancia tipo II y 01 camioneta de uso oficial.	Ampliar la dotación de ambulancias por la gran población de su jurisdicción.
109	Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia. El plan especifica las actividades a realizar en el área de nutrición y cuenta con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos.	Nutrición dispone de raciones diarias para equipo de guardia, pero no reserva para personal extra.	Asignar mayor presupuesto a Nutrición para aumentar las reserva de raciones alimenticias para la contingencia.
110	Asignación de funciones para el personal movilizado durante la emergencia. <i>Las funciones están asignadas, el personal está capacitado y se cuenta con recursos para cumplir las funciones.</i>	Hay rol de retenes según alerta; la asignación de tareas se hace en función de la especialidad de los convocados	Fortalecer la identificación de los especialistas con la función asignada y promover los refuerzos para caso de emergencia o desastre.
111	Medidas para garantizar el bienestar del personal adicional de emergencia. El plan incluye el sitio donde el personal de urgencias puede tomar receso, hidratación y alimentos (<i>garantizado para 72 horas</i>).	Hay dormitorios para personal de guardia.	Ubicar y destinar un ambiente para garantizar el bienestar de personal adicional de emergencia.
112	Vinculado al plan de emergencias local. Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad.	Hay contactos establecidos pero no documentos vinculantes. No se ha difundido un plan para desastres en la metrópoli	Articular el plan hospitalario con los planes locales y regionales
113	Mecanismos para elaborar el censo de pacientes admitidos y referidos a otros hospitales. El plan cuenta con formatos específicos que faciliten el censo de pacientes ante las emergencias	Hay un Libro de Ingresos de Emergencia. CENARUE coordina y registra las referencias. La Enfermera Jefe hace el censo diario	Diseñar procedimiento para un formato oficial de pacientes admitidos al Servicio de Emergencia en caso de desastre y difusión en la red.
114	Sistema de referencia y contrarreferencia. Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	La referencia/contrarreferencia está normada, la ejecuta la Central Nacional de Ref/Contrarefer, CENARUE. Es coordinado por el Jefe de Guardia	Mantener la continuidad de la oficina de Referencia y Contrarreferencia con personal las 24 horas bajo la coordinación del Jefe de la Guardia.
115	Procedimientos de información al público y la prensa. El plan hospitalario para caso de desastre especifica quien es el responsable para dar información a público y prensa en caso de desastre. (la persona de mayor jerarquía en el momento del desastre): <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se</i>	Esta descrito en el plan y se menciona que lo hace el jefe a cargo del hospital o de Emergencia durante la crisis	Realizar simulacros de procedimiento de información al público y la prensa, y disponer de formatos para emisión de notas de prensa.

	<i>cuenta con recursos para implementarlo.</i>		
116	Procedimientos operativos para respuesta en turnos nocturnos, fines de semana y días feriados. <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	El rol de Emergencias es de 24 horas. Se dispone de plan de contingencia para fin de semana largo y feriados, está basado en retenes	Elaboración de los planes de contingencia por alerta verde y dotar recursos.
117	Procedimientos para evacuación de la edificación. Verificar si existe plan o procedimientos para evacuación de pacientes, visitas y personal. <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Existe plan de evacuación inmediata por bloques, las vías están rotuladas y se hacen simulacros; el personal es entrenado en evacuación. En el 2009 se distribuyó a todo el personal los planos de evacuación.	Realizar simulacros de evacuación con participación obligatoria de jefaturas y personal, con supervisión externa de la DISA-OGDN.
118	Las rutas de emergencia y salida son accesibles. Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción	Los ambientes son pequeños, con gran concentración de personas y escasas rutas de escape, con pasadizos estrechos.	Asegurar la permeabilidad de las rutas de evacuación bajo responsabilidad de las autoridades del área.
119	Ejercicios de simulación o simulacros. Verificar que los planes sean puestos a prueba regularmente mediante simulacros o simulaciones, evaluados y modificados como corresponda. <i>Los planes son puestos a prueba al menos una vez al año y son actualizados de acuerdo a los resultados de los ejercicios.</i>	Se hicieron 03 simulacros en el 2013, todos con observadores de Defensa Civil y MINSA-OGDN, formulan informe oficial de resultados.	Realizar simulacros con supervisión de DISA/OGDN. Verificar cumplimiento de las recomendaciones del informe de cada simulacro.

3. Planes de contingencia para atención médica en desastres.

ISH	ITEMS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
120	Sismos, tsunamis, volcanes y deslizamientos.	El Plan de Respuesta para E&D está diseñado para sismos, incendios y desórdenes civiles, el personal conoce el plan y tiene experiencia. No hay un procedimiento diferenciado para estos eventos	Elaborar plan de contingencia ante sismos
121	Crisis sociales y terrorismo.	Hay Plan de Contingencia de Sobre demanda mencionado en el Plan de Respuesta.	Elaborar plan de contingencia ante crisis sociales
122	Inundaciones y huracanes.	No aplica	No aplica
123	Incendios y explosiones. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Están mencionados en el Plan de Respuesta, se dispone de una Tarjeta de acción para este rubro	Elaborar plan de contingencia ante incendios y explosiones.
124	Emergencias químicas o radiaciones ionizantes. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	No existe Plan	Simulación con cuerpo de bomberos, capacitar en curso Primera Respuesta a incidentes con materiales peligrosos.
125	Agentes, con potencial epidémico. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Existen procedimientos para dengue e influenza, con R.D. aprobada, el personal está entrenado	Actualizar los planes de contingencia ante epidemia: Influenza.
126	Atención psico-social para pacientes, familiares y personal de salud. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Se da en la asistencia en la práctica pero no hay un plan específico	Elaborar plan de contingencia de atención psicosocial en desastres
127	Control de infecciones intra-hospitalarias. Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia: <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Hay Norma Técnica disponible, personal capacitado y recursos disponibles, con supervisión y control de resultados. RD.060-2013 HEP/MINSA	Fortalecer el control de infecciones intrahospitalarias, incluyendo capítulo para desastres.

4. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para desastres. Verificar con lista de cotejo la disponibilidad de insumos indispensables ante una emergencia.

ISH	ITEMS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
136	Medicamentos. Verificar la disponibilidad de medicamentos para emergencias. Se puede tomar como referencia el listado recomendado por OMS. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Hay farmacia y almacén de medicamentos en el servicio de Emergencia.	Implementar reserva de medicamentos según pautas internacionales, conciliar la norma correspondiente.
137	Material de curación y otros insumos. Verificar que exista en la central de esterilización una reserva esterilizada de material de consumo para cualquier emergencia (se recomienda sea la reserva que circulará el día siguiente). <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	“ Material e insumos a veces ni para la demanda diaria”	Implementar reserva de material de curación y otros insumos para desastres
138	Instrumental. Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Instrumental para la actividad cotidiana.	Implementar reserva de instrumental para emergencias.
139	Gases medicinales. Verificar teléfonos y domicilio así como la garantía de abastecimiento por parte del proveedor. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Distribución de gases por balones.	Diseño de procedimiento que garantice el abastecimiento de gases durante la atención de la emergencia.
140	Equipos de ventilación asistida (tipo volumétrico). El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad y condiciones de uso de los equipos de ventilación asistida. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	UCI dispone de 12 ventiladores, Emergencia de 01 No hay equipos de reserva para desastre.	Mantener operativos los ventiladores volumétricos.
141	Equipos electro-médicos. El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad y las condiciones de uso de los equipos electromédicos: <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Se dispone de 20 monitores, 05 electrocardiógrafos. No hay equipos de reserva para desastre	Mantener operativos los equipos electro-médicos
142	Equipos para soporte de vida. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Disponen de monitores, desfibriladores, ventiladores, imágenes, 10 resucitadores manuales.	Implementar equipos para soporte de vida.
143	Equipos de protección personal para epidemias (material desechable). El hospital debe contar con equipos de protección para el personal que labore en áreas de primer contacto. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Hay experiencia de protección biológica. Disponen de recursos y procedimientos de protección por influenza.	Mantener reserva de equipos de protección personal para epidemias.
144	Carro de atención de paro cardiorrespiratorio. El comité de emergencia del hospital debe conocer la cantidad, condiciones de uso y ubicación de los carros para atención de paro cardiorrespiratorio. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	En el hospital se cuenta con 6 coches de paro cardíaco	Mantener reserva de coches de paro cardiorrespiratorio.
145	Tarjetas de triage y otros implementos para manejo de víctimas en masa. En el servicio de urgencias se difunde e implementa la tarjeta de TRIAGE en caso de saldo masivo de víctimas. Se debe evaluar según la capacidad instalada máxima del hospital. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Se usan tarjetas de triage para uso externo en demanda masiva y desastre (START) y para uso interno cotidiano (Triage Estructurado)	Estandarizar y capacitar en el uso de tarjetas de Triage.

Observaciones

El Hospital de Emergencias Pediátricas tiene ambientes pequeños y con gran concentración de personas. No cuenta con local asignado para el Centro de Operaciones de Emergencia – COE.

El sector salud tiene disponible un presupuesto para desastres (PPR 068: “Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”), sin embargo hay dificultades técnicas para su ejecución.

En el “Plan de Respuesta Hospitalario de Emergencias y Desastres” se menciona que el hospital de Emergencias Pediátricas presenta alta vulnerabilidad frente a movimientos sísmicos, por tener parte de su infraestructura de más de 50 años, alternado con zonas de infraestructura nueva construidas con normas de sismo resistencia, existe vulnerabilidad alta frente a derrumbes por estar rodeada de construcciones muy antiguas declaradas inhabitables, existe gran vulnerabilidad frente a eventos que incrementen la demanda de atención como accidentes de tránsito, violencia social, eventos de concurrencia masiva, incendios de centros comerciales tugurizados ubicados dentro de la zona de influencia del hospital.

La infraestructura carece de áreas verdes, espacios internos amplios ni zonas de expansión hospitalaria, y escasez de zonas de seguridad interna y externa.

9.3.2. Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto

No se dispone de un estudio hospitalario sobre la disponibilidad de organización recuperativa y recursos remanentes (o alternativos) en las áreas críticas a fin de lograr una recuperación rápida de sus funciones primordiales en caso que el terremoto dañe sus instalaciones.

Para tener una idea preliminar se indagó la disponibilidad en esos servicios de los siguientes elementos:

Organización
Dispone su servicio de un plan específico de respuesta a desastre coordinado con el Plan de Respuesta a Emergencias y Desastres del Hospital
Personal
Dispone su personal de una Tarjeta de Acción con los procedimientos individuales para respuesta en caso de desastre

Mitigación funcional
Se han implementado medidas de mitigación funcional que reduzcan los efectos del impacto del terremoto y aseguren el funcionamiento resolutorio de sus instalaciones ocurrido el siniestro
Evacuación
Han entrenado en la evacuación satisfactoria del personal hasta llegar al área segura especificada en su plan para garantizar la supervivencia del personal del área crítica
Local alternativo
Dispone de algún local o ambiente alternativo (incluso externo, local o carpa) donde seguir cumpliendo las funciones de su servicio en caso éste quede destruido o inutilizado y se ha entrenado en la viabilidad de su utilización
Equipamiento alternativo
Dispone de reserva de equipamiento para reanudar las funciones de su área crítica en caso de daño o pérdida del equipamiento en actual uso
Reserva de insumos
Dispone de reserva de insumos para atención masiva para caso de terremoto destructivo en caso de daño o pérdida de insumos en actual uso
Personal alternativo
Tiene disponibilidad de algún personal -alternativo o externo (profesionales que no laboran en su hospital)- que pueda suplir al personal ausente en caso de desastre

Disponer de estos recursos permitiría mantener o recuperar la capacidad resolutoria para atención de Emergencias (Prioridades I: Emergencia o Gravedad Súbita Extrema, y II: Urgencias Mayores, de la Norma Técnica MINSA 042); pero debe recalcarse que su ejecución demanda además la disponibilidad de las líneas vitales, accesos a los servicios y seguridad de las instalaciones y del personal, asimismo, que la atención del paciente grave requiere del funcionamiento simultáneo de todas las áreas críticas.

Se obtuvo la siguiente información:

Disponibilidad de mecanismos o recursos alternativos en las áreas críticas para recuperación funcional tras el impacto de un terremoto destructivo

Octubre de 2013

	Emerg	S.Oper	Esteriliz	Recuper	UCI	Laborat	Radiol	B.Sangre
Organización	A	I	I	I	C	A	I	C
Personal	A	I	I	I	I	A	I	C
Mitigación funcional	I	I	I	I	I	I	I	I
Evacuación	A	A	A	I	I	A	A	A
Local alternativo	I	I	I	I	I	I	I	I
Equipamiento alternativo	I	I	I	I	I	I	I	I
Reserva de insumos	A	I	I	I	I	A	I	C
Personal alternativo	A	I	I	I	A	I	I	I

La consulta señaló un nivel de disponibilidad actual:

O= Óptimo: Demuestra su existencia y asegura disponibilidad en la crisis

A= Aceptable: Existe y se presume su disponibilidad en la crisis

I= Insuficiente: Incipiente, no asegura disponibilidad en la crisis

C= Crítico: No existe o no asegura disponibilidad en la crisis.

Esta apreciación preliminar (cuya intención es solo de alerta) requiere un estudio técnico específico a cargo de la autoridad hospitalaria.

9.3.3. Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo

En caso de colapso estructural y funcional del hospital deberá procederse a evacuar los pacientes no atendibles y personal herido sobrevivientes de sus instalaciones a otros establecimientos de salud. Tal procedimiento debe estar incluido en el plan de desastres así como los procedimientos para acondicionar las víctimas que serán referidas.

Se indagó la disponibilidad de los mecanismos siguientes:

Comprobación de disponibilidad
Local alternativo para el hospital en caso de daño físico intenso o discapacidad funcional
Plan operativo para desastres con redes de atención primaria institucional
Plan operativo para desastres con redes de atención primaria no institucional
Plan operativo para desastres con gobierno local o regional
Plan operativo para desastres con servicios pre hospitalarios
Plan de seguridad coordinado con la autoridad policial de la jurisdicción

Se encontró que no se dispone de un mecanismo de integración del Plan Hospitalario para Emergencias y Desastres con los planes de respuesta local, regional y de seguridad pública. Está en funcionamiento cotidiano una Central Nacional de Referencia de Urgencias y Emergencias (CENARUE), pero no hay un plan regional que sistematice los establecimientos de salud y los servicios prehospitalarios de todos los prestadores para caso de desastre y que organice la transferencia masiva de pacientes de los hospitales que queden fuera de operación por un terremoto destructivo.

Autoridades entrevistadas:

- Dr. Carlos Alfonso Bada Mancilla, Director General.
- Dr. Adolfo Ubidia Barrantes, Jefe del Departamento de Emergencia
- Dr. Jorge Gálvez Vallenás, Jefe del Servicio Pre Hospitalario

Coordinadoras del componente funcional OGDN-MINSA

- Dra. María Teresa Chíncono
- Lic. Ginger García Portocarrero

9.3.4. Comentario Final

Este estudio de vulnerabilidad funcional se ha diseñado bajo la hipótesis de la ocurrencia de un terremoto seguido de tsunami, en el litoral central del Perú, cuya magnitud podría alcanzar 8 Mw; los expertos estiman que 200 mil viviendas quedarían destruidas y 348 mil inhabitables, esto ocasionaría unas 51 mil muertes y entre 50 mil a 686 mil heridos en Lima y el Callao.

(Diseño de Escenario sobre el Impacto de un Sismo de Gran Magnitud en Lima Metropolitana y Callao, Perú. INDECI/PREDES. 2009. http://www.indeci.gob.pe/plan_a_sismo/d_esc_sis_lima.pdf, acceso 12abril2012). Esta es la demanda contingente que deben esperar los servicios de salud, un 10 a 20% de los heridos serán graves y requerirán atención en hospitales de alta complejidad.

Una perspectiva de estas proporciones requiere diseñar como escenarios probables tras el impacto del terremoto: que el hospital mantenga su estructura en pie y operativa, o, que la estructura sufra daños pero permita recuperar la función primordial de sus áreas críticas para mantener la atención de emergencias, o, que el colapso físico y funcional sea total y haya que evacuar los pacientes y personal herido sobrevivientes hacia otros establecimientos de salud.

Los hallazgos a través de la aplicación del Índice de Seguridad Hospitalaria se resumen en lo siguiente:

a. Comité Hospitalario de Desastres (“Comité Hospitalario de Defensa Civil”)

El comité está formalizado y operativo, sin embargo, no dispone de personal dedicado especialista en gestión de riesgo de desastre ni de un local específico y permanente. El denominado Servicio Prehospitalario moviliza las actividades del comité.
Su vulnerabilidad es de nivel medio.

b. Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.

Las instalaciones están sobreocupadas, se observan limitaciones operativas para los procedimientos de evacuación aunque hay un protocolo definido para el personal; no dispone de zonas seguras de expansión para caso de desastre.
Su vulnerabilidad es alta.

c. Planes de contingencia para atención médica de desastres.

Aunque están mencionadas en el plan general de respuesta a desastres no están consignadas en documentos específicos.
Su vulnerabilidad es alta.

d. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre.

Cuenta solo con recursos para el uso cotidiano pues la norma nacional no permite mantener reserva de recursos.

Su vulnerabilidad es alta.

e. El Servicio de Emergencia.

El área operativa está habitualmente saturada pero el esfuerzo de su personal le permite tener una buena percepción del usuario, el espacio sería insuficiente para afrontar una situación de desastre.

Su vulnerabilidad funcional es de nivel alto por ser un hospital de referencia de emergencias pediátricas de un gran sector poblacional de la capital y ciudades vecinas.

f. Otros servicios críticos del hospital.

Los espacios en general están sobreocupados y son muy difíciles de evacuar por el diseño arquitectónico y el número de ocupantes.

Su vulnerabilidad es alta.

Todo ello lleva a concluir que, a pesar del importante avance observado en la organización del COE y del Plan de Respuesta Hospitalaria para Emergencias y Desastres, las áreas críticas del hospital tienen una alta vulnerabilidad funcional ante un terremoto destructivo, lo que guardará decisiva correlación con la vulnerabilidad estructural y no estructural detectada.

La información acopiada permite dar las siguientes **recomendaciones**:

a. Comité Hospitalario de Desastres (“Comité Hospitalario de Defensa Civil”).

Reclutar personal especializado en gestión del riesgo de desastres dedicado con exclusividad a esa función contando con la ayuda tecnológica y de personal ad hoc.

b. Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.

Evaluar y solucionar actuales limitaciones como estrechez de local, dificultades para la evacuación, falta de áreas de expansión para caso

de desastre, número insuficiente de profesionales, y preparación permanente de su personal en este tema en base a tarjetas de acción y metas programadas y comprobadas.

c. Planes de contingencia para atención médica de desastres.

Implementar planes de contingencia específicos siguiendo las pautas de la Oficina General de Defensa Nacional, MINSA, y comprobar su aplicación.

d. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre.

La autoridad sectorial debe gestionar se adecue la norma a la necesidad de mantener reserva de recursos para desastre por la alta sismicidad de la región y la importancia estratégica del establecimiento.

e. El Servicio de Emergencia.

Ampliar actuales espacios para Emergencia y consultorios para atención de baja complejidad, reforzar el triage y disponer de varios equipos para caso de desastre, potenciar los mecanismos de referencia a hospitales pediátricos de alta complejidad.

f. Otros servicios críticos del hospital.

Ampliar espacios actuales, incrementar el número de especialistas propios del hospital, potenciar equipamientos, concertar flujos de pacientes graves, y asignar recursos materiales en mayor volumen.

Requiere estudiarse la capacidad para una probable recuperación funcional de las áreas críticas del hospital tras un terremoto destructivo, así como el mecanismo para integrar el plan de respuesta del hospital con los planes local, regional y de seguridad pública.

Se debe resaltar que los hospitales de la capital concentran los especialistas del país y la capacidad resolutive para la atención de emergencias y patología compleja, pero a la vez albergan una elevada vulnerabilidad física y funcional en sus instalaciones. Pese a su importancia social y sanitaria no tienen o no han aprobado inspecciones técnicas de seguridad para establecimientos de salud de la Defensa Civil

Se reconoce los esfuerzos desplegados en su mejora particularmente en los ámbitos de equipamiento y gestión, asimismo en el vigoroso trabajo que desarrollan los directores y los jefes de servicio particularmente los de Emergencia. Ello no ha ido paralelo a la mejora en la seguridad física de los antiguos nosocomios.

La inexistencia de un Sistema Integrado de Servicios de Salud y de un Sub Sistema de atención médica integrado y universal para emergencias y desastres constituye también un factor de vulnerabilidad.

Merecen resaltarse los esfuerzos del sector y la labor desplegada por la Oficina General de Defensa Nacional del MINSA y otros ministerios, así como los esfuerzos de INDECI, SINAGERD y otras instituciones, encaminados a la gestión del riesgo de desastres, a reducir la vulnerabilidad en sus diversas formas, y a mejorar los mecanismos de respuesta asistencial y administrativa.

Expresamos nuestro reconocimiento por la destacada labor de las autoridades y el personal del hospital estudiado en mejorar las condiciones de seguridad y operatividad de las áreas críticas y los avances alcanzados, trabajo que instamos se prosiga hasta alcanzar los niveles de seguridad y capacidad resolutive que permitan afrontar las demandas de un terremoto destructivo

9.4. Componente de Líneas Vitales

Instalaciones Sanitarias

Con la finalidad de reducir la vulnerabilidad a corto plazo se deberán efectuar las siguientes recomendaciones:

- 1.- Implementar un almacén con tuberías de repuesto, uniones de reparación de amplio rango de diferentes diámetros, válvulas, materiales y herramientas para contar con los elementos mínimos necesarios en caso de roturas de líneas de agua y desagüe.
- 2.- Capacitación al personal de mantenimiento para respuesta en situaciones de desastres.
- 3.- Manual de procedimientos de operación de los sistemas de líneas vitales en situaciones de emergencia.

Instalaciones Eléctricas

Se recomienda Implementar un sistema adecuado de comunicaciones mediante un sistema de alerta/alarma que permita tomar las acciones específicas para enfrentar una situación dada como es el de un sismo severo. Para el sector salud se identifican por lo general con colores que van del verde al rojo. Su conocimiento permitirá que cada miembro de la institución sepa que hacer con cada una de ellas. La alarma puede tomarse como anuncio inmediato de una señal sonora que determina acciones a seguir para evacuaciones, desplazamientos, suspensiones de actividades, cierre de sistemas eléctricos, etc. Identificar los sonidos y su significado permitirá una adecuada respuesta. Dentro de los planes de emergencia se deben incluir los códigos de alarmas para diversas situaciones de forma que cada persona sepa exactamente como proceder.

10. AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD

10.1. Documentación Técnica

En base a los resultados obtenidos de los análisis estructurales de las edificaciones evaluadas, se observa que es necesario el reforzamiento de los bloque A y C ya que sobrepasan la distorsión máxima recomendada de 1/1000 para la protección del contenido y operatividad inmediata.

El reforzamiento que se plantea es de manera preliminar y conceptual. Se propone adicionar columnas de confinamiento y placas de concreto de nazcan desde la cimentación y se proyecten hasta el último nivel en los bloques A y C respectivamente.

Se debe evitar las columnas cortas retirando los muros de albañilería que lo circundan.

10.2. Esquemas

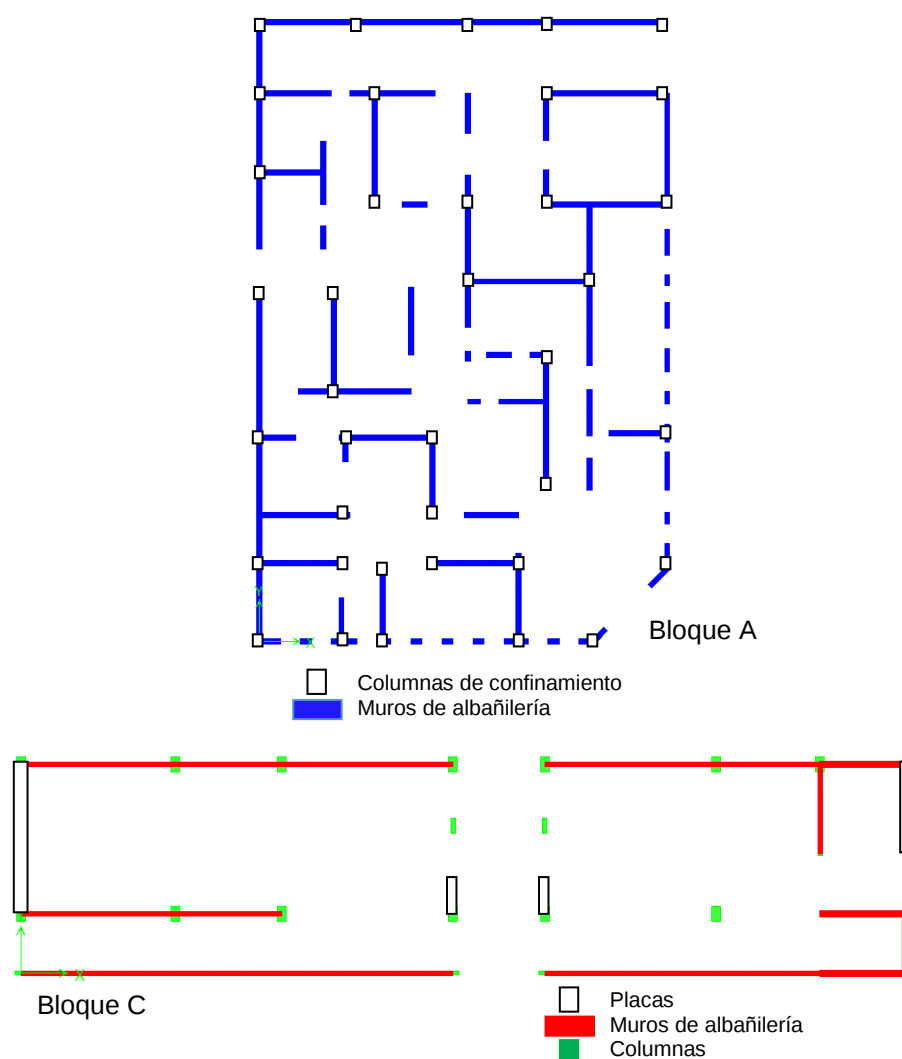


Figura 59. Propuesta preliminar de reforzamiento para los bloques A y C.

10.3. Costo de la Propuesta Solución a la Problemática

Los costos para el reforzamiento del bloque A es aproximadamente de US\$ 350,000 (trescientos cincuenta mil dólares americanos). Para el caso del reforzamiento del bloque C su costo es US\$250,000 (doscientos cincuenta mil dólares americanos). Estos costos son directos y no incluyen gastos, utilidades ni IGV.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Eduardo Miranda and Carlos J. Reyes Journal of Structural Engineering ASCE / July 2002.
- [2]. Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999.
- [3]. Estimación rápida de la Respuesta Sísmica en base a sistemas de un grado de libertad para el cálculo de vulnerabilidad sísmica – Carlos Zavala y Ricardo Proaño – XIV Congreso de Ingeniería Civil Iquitos Perú / Octubre 2003.
- [4]. Estimación Rápida de Desplazamientos Laterales Producidos por Sismo -Hugo Scaletti Farina – FIC – UNI /2003.
- [5]. Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño –SRSND – Carlos Zavala – CISMID/FIC/UNI/ Noviembre 2007.
- [6]. Efectos del Terremoto de Managua en los efectos de agua y alcantarillado - Ing. E. Pallawlecial IX Seminario Centroamericano de Ingenieros Sanitarios Panamá /Septiembre 1973.
- [7]. Reducción del Daño Sísmico – Guía para empresas de agua – Organización Panamericana de la Salud (OPS) y American Water Works Association (AWWA)/ 2003.
- [8]. Damage Estimation of Water Distribution Pipes following recent earthquakes in Japan – Y. Maruyama and F. Yamazaki – Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.
- [9]. Post Quake Microzoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake – C. Zavala, Z. Aguilar, and M. Estrada– Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.
- [10]. Organización Panamericana de la salud hospitales seguros ante inundaciones D.C.: OPS/OMS.
- [11]. Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999.
- [12]. Reglamento Nacional de Construcciones (RNC). Peru.
- [13]. Normas Técnicas para proyectos de arquitectura y equipamiento de las Unidades de emergencia de los establecimientos de Salud RM N° 064-2001-SA/DM.
- [14]. Normas Técnicas para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria RM N° 482-96-SA/DM.



PERÚ

Ministerio
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL DE EMERGENCIAS PEDIÁTRICAS



ANEXO GEOTECNIA

Auscultación de la Cimentación del Hospital