

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL DE EMERGENCIAS JOSÉ CASIMIRO ULLOA - MIRAFLORES

INFORME TÉCNICO FINAL



INTEGRANTES DEL EQUIPO EVALUADOR:

1. Ing. Patricia Gibu Yague (Evaluación estructural)
2. Arq. Clotilde Espinoza Zanabria / Arq. Enrique A. García Martínez (Evaluación no estructural)
3. Dr. Raúl Morales Soto / Arq. José Sato Onuma / Dr. José Untama Medina (Evaluación funcional)
4. Ing. Néstor Ruiz Ruiz (Evaluación líneas vitales – Mecánico Eléctrico)
5. Ing. Roger Salazar Gavelán (Evaluación líneas vitales - Sanitario)

NOVIEMBRE- 2013



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



RESUMEN EJECUTIVO

Componente estructural:

Los bloques que constituyen el hospital, estructuralmente pueden distinguirse en dos grupos o zonas: los bloques frontales, de más de 55 años de antigüedad, con estructuración inapropiada para los estándares actuales: de vigas peraltadas sólo en un sentido, juntas insuficientes entre ellas y la torre. La cimentación del alineamiento del bloque Norte sólo tiene cimiento corrido. La torre en cambio, con antigüedad de aproximadamente 40-45 años tiene dos sótanos, tiene la deficiencia de una elevación irregular y solo dos líneas longitudinales como eje estructural a partir del 3º piso.

Comparativamente la vulnerabilidad de los edificios de la parte frontal es más grave

Los bloques frontales muestran características de estructuración deficiente: peralte de vigas en un solo sentido. En bloque Sur, algunas columnas son discontinuas o no existen entre paños uniformes

Juntas insuficientes, que en un análisis en conjunto de los bloques muestran diferencias de rigidez y formas de modo, que causarían el choque entre bloques. En el caso de la torre A de 7 pisos el bloque B adyacente en las primeras etapas restringe el desplazamiento en dicho nivel, pero a la vez causa concentración de esfuerzos (esperándose un daño significativo) en los muros en los niveles 3 y 4.

El modelo considerado, aportado con aporte de los muros de albañilería, muestra que para los niveles de demanda del sismo de reglamento, los esfuerzos en muros exceden su capacidad resistente. Además, el nivel de deformaciones excederá el rango de operatividad del hospital (ver ítem 5)

El estudio de suelos ha confirmado una profundidad de cimiento menor a 1m. Existe una buena calidad de terreno, clasificándose como S1

El estudio de materiales muestra resultados muy buenos para las columnas (en promedio $f_c = 260 \text{ Kg/cm}^2$) pero en vigas muy bajo (alrededor de 100 Kg/cm^2 para vigas en torre)

Las mediciones de microtremor evidencian un comportamiento conjunto de los bloques B (Norte y Sur), debido a una insuficiente junta. Sin embargo, dado que la junta existe y por una diferencia sustancial de rigideces, una vez separados tendrá un comportamiento disparejo que harían que los bloques se choquen entre si. En forma similar ocurriría con estos bloques (3F) y la torre (7F), siendo el 3er piso un nivel crítico para este golpeteo. Al comparar estas mediciones de las propiedades dinámicas de la estructura real, con lo obtenido en el análisis dinámico modal – espectral, se confirma que en condiciones de servicio, los bloques B y torre A ejercen mutua influencia (apoyo o restricciones parciales) que unido a la existencia de muros de albañilería incrementan la rigidez (traducido en un periodo mas bajo de los modos fundamentales de vibración. Sin embargo esta aparente rigidez es solo durante la etapa de servicio, pues ante un sismo severo, los tabiques y muros quedarán fuera de servicio y los bloques se golpearán y separaran,

Componente no estructural:

La evaluación está basada en la apreciación de los elementos arquitectónicos, se evaluará la seguridad de la tabiquería mediante su estabilidad, fijación y fisuramiento, sistemas de coberturas y mobiliario que no se encuentren anclados y protegidos es una señal de inseguridad, sus deficiencias en su instalación o construcción, una calidad no adecuada del material de sus elementos, un mantenimiento insuficiente.

Los elementos que conforman el componente no estructural (tabiquería, cielo raso, puertas, ventanas, equipos de iluminación, mobiliario, etc.), tendrán un mal

comportamiento ante un movimiento sísmico, provocando agrietamientos de muros de tabiques, caída de cielos rasos e iluminarias que pueden desprenderse por mal anclaje al techo, roturas de vidrios provocando daño al personal, desplazamiento de los objetos por no encontrarse asegurados, caída de los elementos de laboratorio originado un peligro al personal y pacientes.

La presencia de muebles y equipos que al desplazarse pueden obstruir corredor o bien golpear a quienes allí transitan en ese momento. Puertas mal señalizadas y clausuradas por muebles, equipos y otros objetos, puertas de emergencia que abren en sentido contrario a la evacuación.

El componente funcional

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 José Casimiro Ulloa, en función de un terremoto destructivo, permite reconocer que:

- a. Comité Hospitalario de Defensa Civil. Está formalizado, operativo y moderadamente activo, 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 con los recursos necesarios.
- b. Plan Operativo para Desastres. Faltan tarjetas de acción, hay limitaciones para la evacuación, sobreocupación de espacios y carece de zonas de expansión para desastre; la vulnerabilidad es alta. Se recomienda solucionar lo anterior e incrementar el número de profesionales, preparación permanente en base a tarjetas de acción, reforzar capacidades para 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 para el uso cotidiano y demanda masiva; la vulnerabilidad es media. 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. Se recomienda ampliar actuales espacios, reforzar equipos de triage para desastre, potenciar los mecanismos de referencia.

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. Las capacidades para una probable recuperación funcional de áreas críticas tras un terremoto destructivo pueden calificarse de insuficientes; no se dispone de un sistema integrado de evacuación masiva hacia otros establecimientos por eventual colapso físico y funcional.

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.

El componente 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.
- 4.- Instalar una línea de 6" desde la fachada hasta la cisterna ubicada en el sótano para permitir el abastecimiento exterior en casos de emergencia.
- 5.- Habilitar el sistema hidroneumático para el adecuado funcionamiento de los aparatos sanitarios con válvula

Instalaciones Electromecánicas

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



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



respuesta. Dentro de los planes de emergencia se deben incluir los códigos de alarmas para diversas



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
CONTENIDO	5
1. ANTECEDENTES	9
2. OBJETIVO	9
3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL	10
4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL DE EMERGENCIAS JOSE CASIMIRO ULLOA	17
4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad 17	
4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad	17
4.1.2. Identificación de elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad	21
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.	28
4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad	29
4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad ...	35
4.1.4.1. Instalaciones Sanitarias	35
4.1.4.2. Instalaciones Eléctricas	36
4.1.4.3. Instalaciones Mecánicas	37
4.1.4.4. Instalaciones Electromecánicas	37
4.1.4.5. Instalaciones de comunicaciones	37
4.2. Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital ..	38
4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental	38
4.2.2. Equipos e Instrumentación	39
4.2.3. Resultados de las Mediciones	39
4.2.4. Conclusiones	41
4.3. Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Auscultación y verificación de la Capacidad de Carga de las Cimentaciones del Hospital	46
4.3.1. Generalidades	46
4.3.2. Objetivo del Estudio	46
4.3.3. Geología y Sismicidad	46

4.3.4.	Investigación de Campo: Excavación de Calicatas y Auscultación de Cimentación.....	47
4.3.5.	Ensayos de Laboratorio.....	48
4.3.5.1.	Ensayos de mecánica de suelos	48
4.3.5.2.	Ensayos de análisis químico	48
4.3.6.	Perfil Estratigráfico.....	49
4.3.7.	Análisis de la Cimentación	49
4.3.8.	Agresión del suelo al concreto de cimentación.....	54
4.3.9.	Conclusiones	55
4.4.	Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas.....	58
4.4.1.	Extracción de Muestras de Varillas de Acero	58
4.4.2.	Resistencia del Acero de Refuerzo	59
4.4.3.	Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido	59
4.4.4.	Resistencia del Concreto	59
4.4.5.	Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe.....	60
4.4.6.	Resistencia de la Mampostería y/o Adobe	61
5.	DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL.....	71
5.1.	Modelos Matemáticos	71
5.2.	Demandas de Carga	74
5.3.	Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo	75
5.4.	Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido	78
5.5.	Determinación de la Resistencia de la Estructura	78
5.6.	Análisis de la respuesta sísmica considerando un criterio de protección del contenido del establecimiento de salud	79
6.	IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES	81
6.1.	Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica	81
6.2.	Elementos no estructurales vulnerables	81
6.3.	Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales	91
7.	LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA	94
7.1.	(Inspección y) Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo	94



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



7.1.1.	Instalaciones Sanitarias.....	94
7.1.2.	Instalaciones Eléctricas.....	98
7.1.3.	Instalaciones Mecánicas	99
7.1.4.	Instalaciones Electromecánicas	100
7.1.5.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	101
7.2.	Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales	101
7.2.1.	Instalaciones Sanitarias.....	101
7.2.2.	Instalaciones Eléctricas.....	101
7.2.3.	Instalaciones Mecánicas	102
7.2.4.	Instalaciones Electromecánicas	102
7.2.5.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	102
8.	VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL	102
8.1.	Contexto del problema.....	102
8.2.	Análisis Situacional del Hospital	104
8.3.	Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013.....	107
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO	109
9.1.	Componente Estructural	109
9.2.	Componente No estructural.....	110
9.2.1.	Accesibilidad para las personas discapacitadas.....	111
9.2.2.	Influencia del Entorno.....	111
9.2.3.	Equipamiento no médico.....	112
9.2.4.	Equipamiento Médico	114
9.2.5.	Equipos Rodantes.....	115
9.2.6.	Equipos Fijos	115
9.2.7.	Elementos Suspendidos.....	116
9.3.	Componente Funcional.....	118
9.3.1.	Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH, OPS/OMS) ..	118
9.3.2.	Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto	123
9.3.3.	Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo	125
9.3.4.	Comentario Final.....	125
9.4.	Componente de Líneas Vitales	129



10. AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD	130
10.1. Documentación Técnica	130
10.2. Esquemas	130
10.3. Costo de la Propuesta Solución a la Problemática	132
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133



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 DE EMERGENCIAS JOSE CASIMIRO ULLOA - MIRAFLORES

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 José Casimiro Ulloa,

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 José Casimiro Ulloa, se encuentra ubicado hacia el lado Sur de la Ciudad de Lima Metropolitana, en la Av. República de Panamá, perteneciente al distrito de Miraflores; está emplazado en un terreno plano y sus pabellones comprenden un área aproximada de 1586.00 m² y un perímetro de 161.00 ml.

El terreno del Hospital colinda, por el lado Oeste, con la avenida República de Panamá, ésta es una vía principal que sirve de acceso al Hospital. Por el lado Norte, Sur y Este, colinda con propiedad de terceros, tanto por la el lado de la Av. República de Panamá como por la parte posterior del Hospital.

Por la la Av. República de Panamá sirve de acceso a los ingresos de Emergencia, y a la zona de Servicios del centro hospitalario convirtiéndose en el único frente de acceso

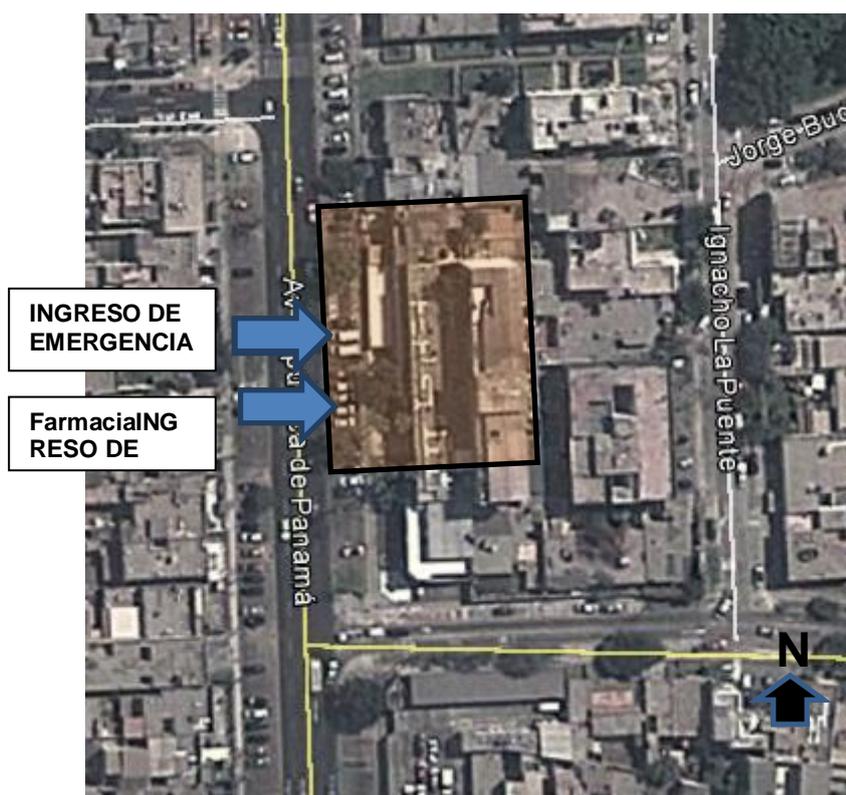


Figura 1. Ingresos al Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa por la Av. República de Panamá (ahora Av. Roosevelt)



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



Nombre del establecimiento: Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa

Dirección: Av. Roosevelt (Ex Av. República de Panamá) N° 6355-6375

Miraflores - Lima, Perú

Teléfonos: Central (51-1) 2040 900

Página web y dirección electrónica: www.hejosecasimiroulloa.gob.pe

e-mail: dejecutivahejcu@gmail.com

Número total de camas: 82

Índice de ocupación de camas en situaciones normales: 90-95%

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: Establecimiento de salud del Ministerio de Salud, catalogado en Nivel III-1, está ubicado en el distrito Miraflores. Su edificación es de material noble.

En 1956, el Club de Leones de Miraflores inició la construcción de un edificio de dos pisos en la Av. Roosevelt / República de Panamá - Miraflores, posteriormente se proyectaron seis pisos y dos sótanos más, para el funcionamiento de mayor número de camas.

En 1980, la Asistencia Pública Grau de Lima, con todo su personal y demás servicios se trasladó al local de la Av. República de Panamá, fusionándose con el de Miraflores, para entrar en funcionamiento, con el nombre de Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa (HEJCU).

Área de influencia: distritos de Miraflores, Barranco, Chorrillos, Surquillo, San Borja, San Isidro, Surco y San Juan de Miraflores.

Cobertura de la población: 1 295 808 habitantes.

Horario de atención: 24 horas en servicios ambulatorios, 24 horas en el Servicio de Emergencia y hospitalización, todo el año.



Área:

Local Principal:

El hospital está construido en un terreno de 1 762,52 m². Área construida 5 165,66 m². Tiene 07 pisos y 02 sótanos.

Local anexo: en la parte posterior con un local de su propiedad. Área 435,85 m² y área construida 204,65 m²

Total de los dos locales: Área de Terreno 2 198,37m² y Área Construida 5 370,31m²

Distribución: El HEJCU se distribuye en:

Sub-sótano: se encuentra el Archivo de Estadística, el Archivo de Economía, la cisterna de agua potable, el Pozo Séptico, el Almacén de Patrimonio, la Casa de fuerza (sub estación eléctrica, grupo electrógeno y área de electrobombas).

Sótano: se encuentra el Departamento de Nutrición, el Almacén General, el Comedor del personal, Área de Costura.

Primer Piso: se encuentra la Oficina de Informes, la Cabina de la Policía. Farmacia-Expendio. Sala de Espera de pacientes y familiares. Sala de Shock Trauma, Tópicos de Cirugía 1, 2 y 3. Caja principal. Mortuorio, Zona de almacén de residuos sólidos bio-contaminados, Estación de balones de gases medicinales y montacargas. Filiación, Ambiente del Estar médico, Admisión y Registro de pacientes, Oficina de Jefatura de Guardia, Salas de observación de pacientes (varones y mujeres), Emergencia de Pediatría. Oficina de Seguros, Oficina del Servicio Social. Oficina de Jefatura y Consultorio de Traumatología, Oficina de Jefatura y ambientes de Diagnóstico por Imágenes (Radiología, Ecografía y Tomografía). Consultorio de Ginecología.

Segundo Piso: se encuentra la Dirección General, Dirección Médica, y la Dirección Administrativa. Oficina Remuneraciones, Oficina del Cuerpo Médico, Oficina de Personal, Oficina de Logística, Oficina de Calidad. Sala de Reuniones, Centro de Cómputo, y la Oficina de Economía. Jefatura de Enfermería. Central de Esterilización, Oficina de Jefatura Patología Clínica, Laboratorio y Banco de sangre. Depto. de Neurocirugía-Hospitalización. Central Telefónica. Oficina de Comunicaciones, Auditorio. Oficina de Apoyo a la Docencia e Investigación.

Tercer Piso: Sala de hospitalización de Traumatología, Estar de Enfermería y Tópico de Curaciones. Centro Quirúrgico (SOP y RECUP.), Of. Jefatura de Anestesiología. Sala de Cuidados Críticos (UCI). Sala de Cuidado Intermedios (UCINT). Voluntarias. Oficina Jefatura y Consultorio de Psicología. Servicio de Gastroenterología-Endoscopia. Oficina del Comité de Damas

Cuarto Piso: Jefatura del Depto. y Salas Hospitalización Cirugía, Estar de Enfermería y Tópico de examen y curaciones.

Quinto Piso: Jefatura del Dpto. de Medicina y Salas de Hospitalización. Estar de Enfermería y tóxico. Capilla.

Sexto Piso: Oficina de Bienestar de Personal, Vestuarios del personal Asistencial de Enfermería. Oficina de Epidemiología y Salud Ambiental, Oficina de Estadística e Informática. Residencia Médica, Comedor de médicos.

Séptimo Piso: Oficina de Procesos de Selección, Oficina de Patrimonio, Oficina Ejecutiva de Planeamiento y Presupuesto, Oficina de Asesoría Legal, Oficina de Gestión de la Calidad, Oficina de Programación, Oficina de Control Interno. Oficina de Servicios Generales y Mantenimiento con sus Talleres.

Local anexo: El hospital colinda en la parte posterior con un local de su propiedad (área 435,85 m² y área construida 204,65 m²) en la calle Ignacio La Puente N° 346 - 350, que es utilizado por el Departamento de Farmacia y sus almacenes de insumos.

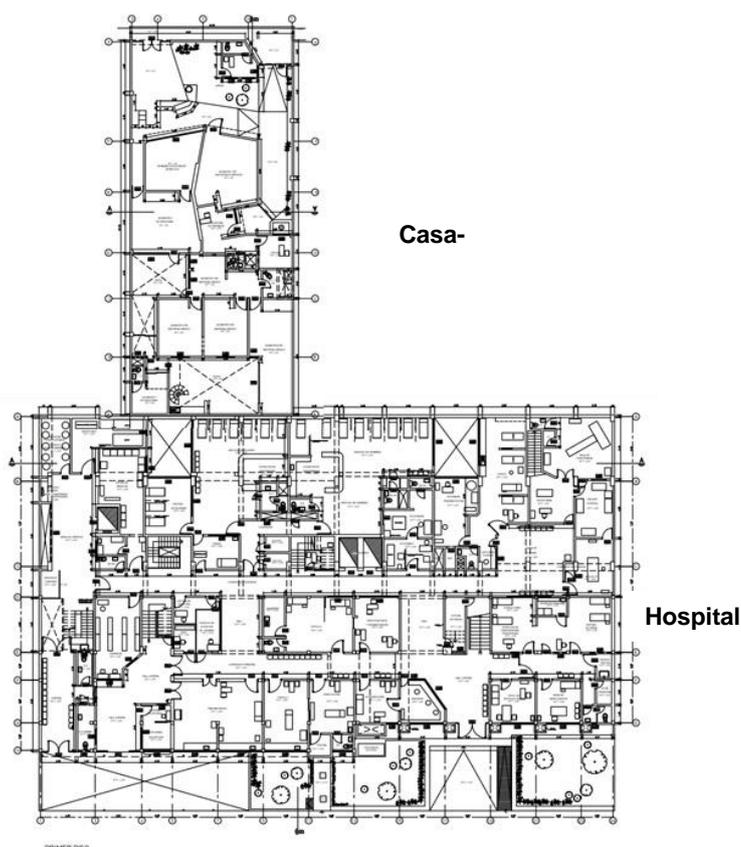


Figura 3. Planta del Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa

Fuente: Plan de Gestión de Riesgo HEJCU 2013

Capacidad hospitalaria (1):
a. Medicina interna

Departamento	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Medicina general	20	00	Adultos (08 monitores)
Medicina física y rehabilitación			03 camillas
Reposo Pediatría			01 camilla 04 cunas
Reposo Damas			09 camillas (01 de Ginecología)
Reposo Varones			09 camillas
Total	20	00	22 camillas 04 cunas

b. Cirugía

Departamento	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cirugía general	26	00	Adultos
Ortopedia y traumatología	14	00	Adultos
Neurocirugía	11	00	Adultos
Tópicos de cirugía			03 camillas
Total	51	00	03

c. Unidad de cuidados intensivos (UCI)

Servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
UCI general	05	00	
UCIN	06	00	
Shock Trauma			02 camillas
Total	11	00	02

d. Quirófanos

Departamento	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cirugía de urgencias	03	00	
Recuperación		00	05 camillas
Total	03	00	05

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 2º piso	59,90	x		x	x			x	10 camas, hospitalización (serán rehabilitadas)
Medicina Física Rehabilitación	16,70	x	x		x			x	03 camillas, atención y observación
Frontis hospital	85,00	x			x			x	Triaje 06 camillas

(1) FUENTE: Hospital de emergencias José Casimiro Ulloa. Plan de Gestión de Riesgo. 2013. (11 páginas)

Datos adicionales:

La recuperación de los ambientes que tenía la Municipalidad de Miraflores ha permitido tener una puerta principal grande, de acceso al hospital, y que la otra puerta sea solo para ingreso de pacientes para su atención, aumentando la capacidad de evacuación ante un desastre. Asimismo, ha permitido la ampliación de áreas administrativas y asistenciales desde el 2011.

La adquisición de un local detrás del hospital en el 2010 ha permitido ampliar el Servicio de Farmacia y habilitar almacenes de medicinas y materiales médicos. En la visita observamos un servicio de limpieza, vigilancia y seguridad operativas; el personal profesional, técnicos y administrativos colaboraron y dieron facilidades para la evaluación.

4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL DE EMERGENCIAS JOSE CASIMIRO ULLOA

4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad

4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad

Los bloques principales que constituyen el hospital, y se han analizado pueden distinguirse en dos grupos o zonas: los bloques frontales (Bloque B), de más de 55 años de antigüedad, con estructuración inapropiada para los estándares actuales: de vigas peraltadas sólo en un sentido, juntas insuficientes entre ellas y la torre. La cimentación del alineamiento del bloque Norte (B1) sólo tiene cimiento corrido. La torre (Bloque A), con antigüedad de aproximadamente 40-45 años tiene dos sótanos, tiene la deficiencia de una elevación irregular y solo dos líneas longitudinales como eje estructural a partir del 3º piso. Ambos presentan deficiencias importantes que deberán estudiarse más detalladamente para determinar cuantitativamente su comportamiento. En total se han identificado tres bloques estructurales principales en el edificio: la torre de 7 niveles (Bloque A) y dos sótanos hacia la parte posterior del terreno y la parte frontal de 3 pisos que son dos bloques (B1 y B2). En la parte frontal además se distingue un pequeño bloque en el lado Norte (Bloque C: sala de espera, oficinas administrativas y cuarto de residentes en cada piso respectivamente) que ha sido una ampliación a los edificios originales. Observando la configuración, Los bloques frontales en planta y elevación es regular, y tienen varias líneas de estructuración (redundancia) en ambos sentidos. En la torre de 7 niveles la estructuración es uniforme, y la distribución en planta regular. A partir del 3er nivel hay una disminución de ancho a lo largo de toda la planta, constituyendo en una irregularidad en elevación, pero también dejando en el sentido longitudinal solo dos ejes, por lo que no hay redundancia estructural en un sentido. El sistema es aporticado con muros de albañilería.

Se ha efectuado la inspección verificando los bloques componentes, la estructuración y estado de mantenimiento, a fin de identificar las características importantes que califiquen cualitativamente la vulnerabilidad estructural.

Para hacer referencia a los bloques descritos, a continuación se indican la asignación de los bloques

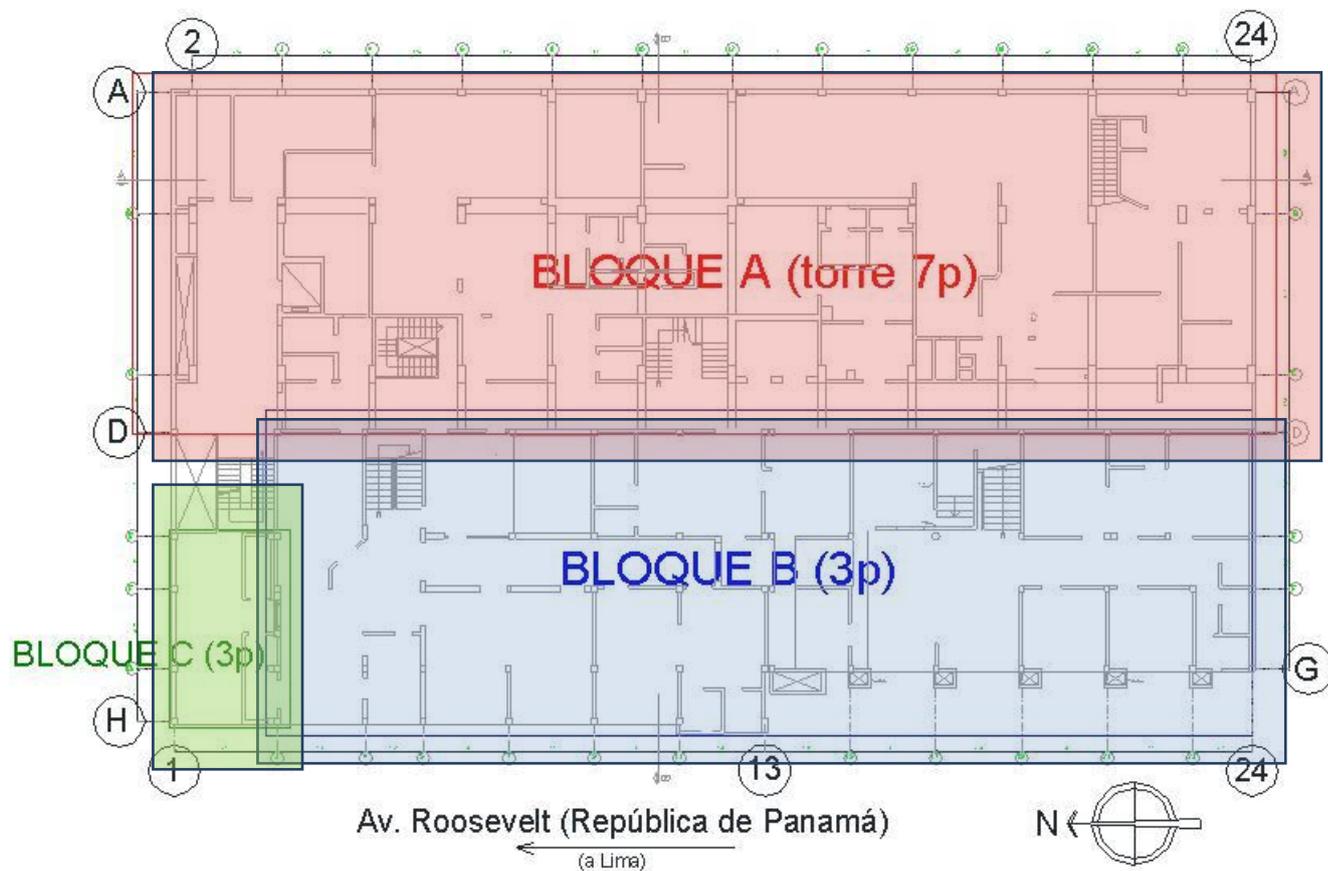




Foto 1: Descascaramiento debido a humedad de lluvia en techo o tuberías cercanas



Foto 2: Juntas entre bloque frontal y torre y en los dos bloques de la parte frontal (3cm)



Foto 3: Bloque frontal, vigas sin peralte. Torre: vigas y columnas de mayor peralte



Foto 4: Junta entre bloques A y B2, 3F (hall ascensor, pasillo espera) – Grieta techo-muro en espera.



Foto 5: Humedad que afecta pintura y vestidura (descanso 3F).

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 otro 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.

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 4: 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.



Figura 5: Baldosas en fachadas, que se desprenden por efecto de sismos intensos

- 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.



Figura 6: Falsos cielos rasos se desprenden por deficiencia en anclajes ante movimientos sísmicos

- 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 7: 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.



Figura 8: Desplazamiento de equipos que pueden ocasionar la inoperatividad de los mismos.



Figura 9: caída y volcamientos de estanterías que no están adecuadamente sujetos.

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 sísmos, se caen e incrementan el peso del falso cielo raso provocando colapso del sistema.

- 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 Miraflores, 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: no de origen marino, huaycos, represas
 - Inundaciones lentas: no probable por efecto de ríos, lluvias
 - Deslizamientos: no laderas o taludes

- Urbanos:
 - Seguridad de vivienda para sismos: Viviendas de distritos de la zona de influencia del hospital (distritos de Miraflores, Barranco, Chorrillos, Surquillo, San Borja, San Isidro, Surco y San Juan de Miraflores) 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.
 - Incendios: no cuantificado, se estima bajo.
 - Inundaciones: no hay, que afecte al HEJCU

- 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: Panamericana sur y norte, la Costa Verde, Paseo de la República, Av. Roosevelt, distritos Surquillo, Barranco, Chorrillos y Surco.
 - 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>. Acceso 11 octubre 2013]
 - 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 11 octubre 2013]
 - Puntos críticos de eventual aislamiento local (ríos, puentes, vías expresas): solo acceso desde el lado Oeste por la presencia de puentes sobre la vía expresa de Paseo de la República.

- Transporte masivo (buses, buses articulados): si existen en el los alrededores.
- Locales de aglomeración poblacional masiva:
 - Centros comerciales: varios, con control de la autoridad pertinente
 - Espectáculos públicos: si, estadio deportivo, coliseo, hoteles, discotecas.
 -
- Materiales peligrosos:
 - Refinerías y plantas de combustibles: no existentes en la zona
 - Industrias químicas o energéticas: no existentes en la zona
 - Surtidores de combustibles: si, cercanos al hospital
 - Industrias: existentes en el distrito de Surquillo, formales.
- 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/anauales/Decimosexto-Informe-Anual.pdf>, Acceso 14oct2013]
 - Desorden público: bajo.
 - 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: baja
- Biológicos:
 - Hídrico: riesgo de contaminación masiva del agua de la capital por deslaves tóxicos (Tamboraque, río Rímac)
 - Sanitario: aniegos pocos frecuentes con aguas servidas
 - Alimentos: poco frecuente contaminación (intoxicación alimentaria masiva)
 - Epidemias: antecedente de cólera e influenza.

B. Relaciones Funcionales de las Áreas Críticas del Establecimiento



Foto 6. Frontis del Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa

El Servicio de Emergencia tiene acceso del exterior por la avenida Roosevelt, N° 6355, ingresando a un consultorio, cerca de Reposo de mujeres, donde está la Unidad de Triage a cargo de un clínico, que luego lo deriva al servicio respectivo con su historia ambulatoria para ser atendido por el especialista indicado. Luego de examinarlo, se hacen los exámenes que necesite, se le da medicación y alta. Si considera necesario, lo deriva a Reposo de mujeres o varones (1er Piso), para evolucionarlo y ampliar sus exámenes auxiliares de Laboratorio, Imágenes. Según el caso le da medicación y alta o lo interna para tratamiento médico (5° piso) o quirúrgico (4° piso) trasladado por uno de los ascensores).



Foto 7. Las Ambulancias Tipo III, autos y otras unidades se estacionan en el frontis ocupando en ocasiones las zonas de seguridad, porque no hay cochera

Si se trata de un paciente traumatizado o con enfermedad médica grave, está establecido que ingresa directamente a la Unidad de Shock-Trauma (1er Piso cerca a la puerta de ingreso al área de atención), donde al abrirse la puerta suena la alarma y acuden todos los especialistas de guardia y es evaluado, quedándose a cargo del especialista de acuerdo a su patología; luego de estabilizarlo ordena sus exámenes de Laboratorio, Ecografía, Rayos x en la unidad; completando sus exámenes en Tomografía (Depto. de diagnóstico por imágenes (1er piso); pasará a UCI o Sala de Operaciones (3er Piso, por uno de los ascensores) para tratamiento por los especialistas: intensivistas, cirujanos, traumatólogos, gastroenterólogos y neurocirujanos. Si necesitara transfusión de paquetes globulares, inmediatamente el Banco de Sangre (2do Piso) los proveerá y transfundirá.



Foto 8. Una de las tres Salas de Operaciones, una de ellas presenta demasiados equipos y otros objetos.



Foto 9. Congeladora del Banco de Sangre

Los pacientes con patología traumatológica son vistos en el Depto. de Traumatología (1er Piso cerca de radiología y TAC) si necesita radiografías es llevado rápidamente a Rayos X –la distancia es muy corta-; si necesita ser internado es llevado por el ascensor al 3er Piso.

Si un paciente ingresa con una herida o patología que debe ser vista por Cirugía, pasa a los Tópicos de cirugía (1er Piso), donde es atendido de inmediato, realizan el procedimiento, dan medicación y alta con indicaciones.

Si se trata de pacientes pediátricos ingresará por la puerta principal (Av.Roosevelt N° 6375) para ser atendido por los pediatras en el Reposo de Pediatría (1er Piso), se le hacen los estudios y exámenes auxiliares necesarios y si puede tratarse ambulatoriamente se procede; si necesita internamiento se coordina su transferencia a un hospital pediátrico (no hay hospitalización pediátrica) para su tratamiento.



Foto 10. Central de esterilización renovándose, cuenta con dos autoclaves nuevas y modernas



Foto 11. Forma de almacenar el material médico y las medicinas en el local adyacente al hospital. No tiene comunicación con el hospital, lo que dificulta su operatividad.

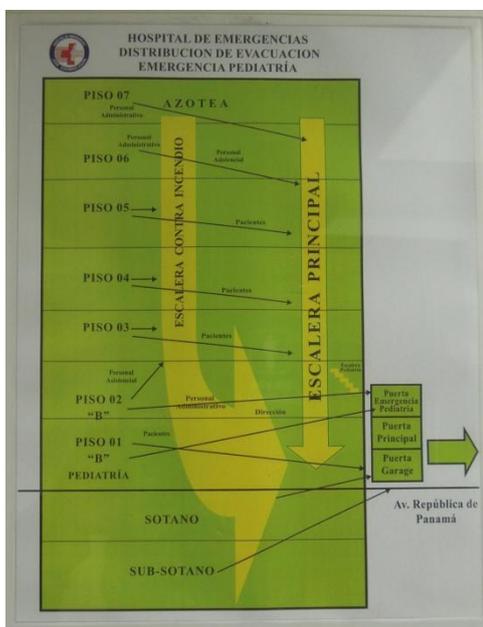


Foto 12. La señalización no es clara para personas externas al hospital.



Foto 13. Área del 1er Piso, donde está la Central de oxígeno. La escalera para incendios y la salida a la calle presentan dificultades.

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, empotradas y/o expuestas

4.1.4.2. Instalaciones Eléctricas

En este ítem se presentan en forma genérica los criterios y pautas para la identificación de características de las Instalaciones Eléctricas que influyen en la vulnerabilidad de las líneas vitales. Más adelante en el ítem 7 se identificarán específicamente las características y recomendaciones correspondientes a este hospital en particular.

Dentro de las líneas vitales del hospital entre ellos el sistema eléctrico deberán 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 a corto plazo.

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

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.

4.2.1. 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.

4.2.2. Equipos e Instrumentación

Para la medición del periodo de oscilación se empleó un equipo denominado GEODAS 15-HS (ver figura A1-1, 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

4.2.3. 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 03 edificaciones diferentes que forman parte del hospital. En el Anexo II, la figura All-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 All-2 al All-4 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	0.1	0.1
02	0.1	0.1
03	0.22	0.25

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

4.2.4. 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 0.10 s a 0.25 s, valores que corresponden a edificaciones de 1 a 7 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



Figura AI-4. Punto 03

Anexo II: Registro de Mediciones

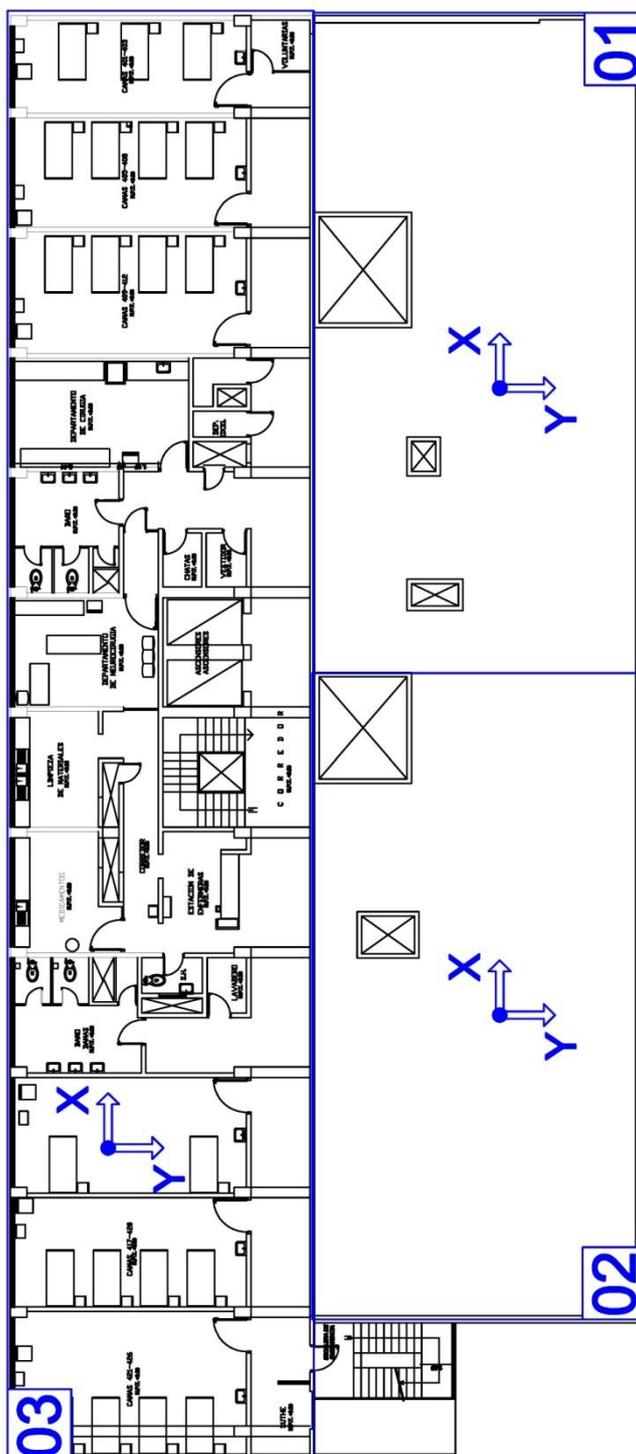


Figura AII-1. Distribución de puntos y dirección de medición de microtremores en edificaciones.

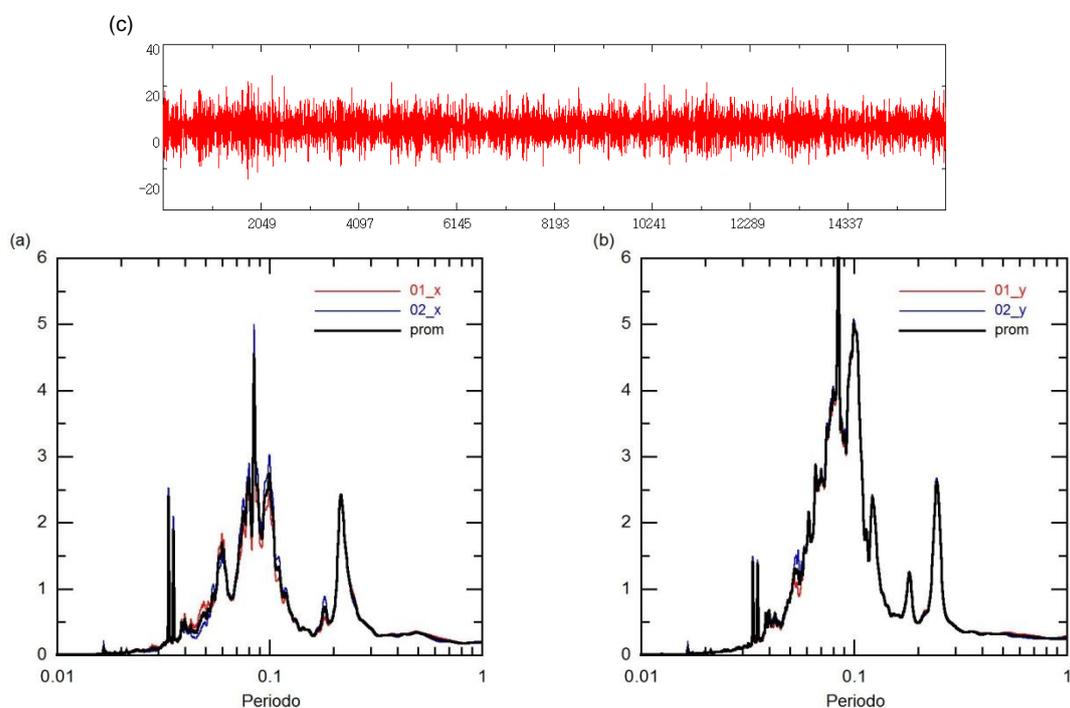


Figura All-2. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 01.

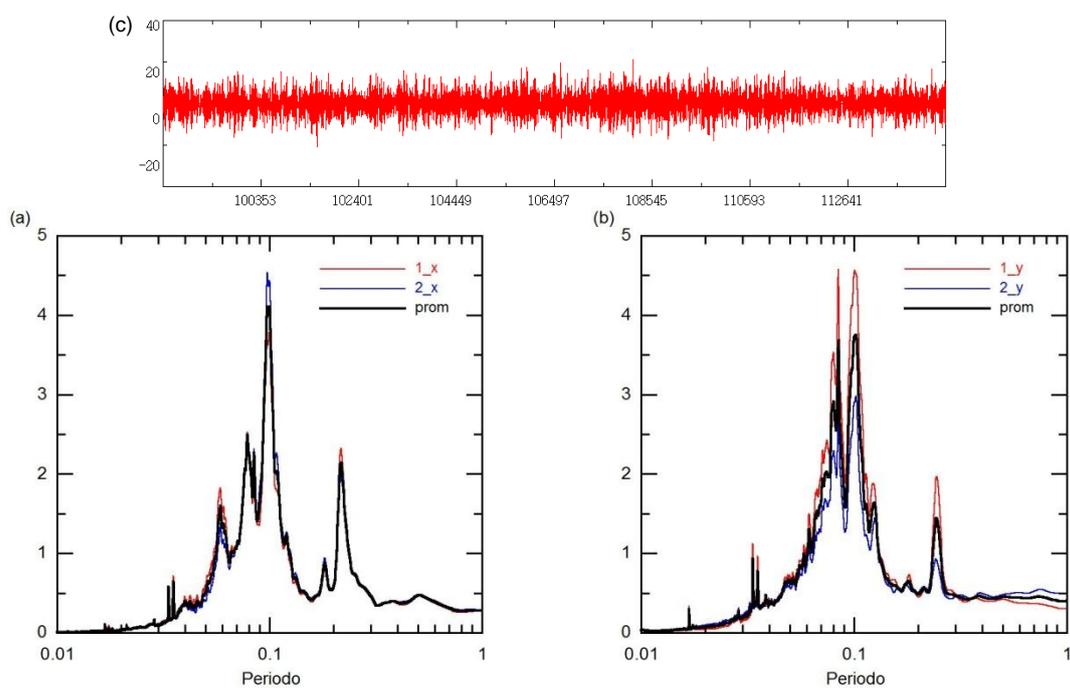


Figura All-3. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 02.

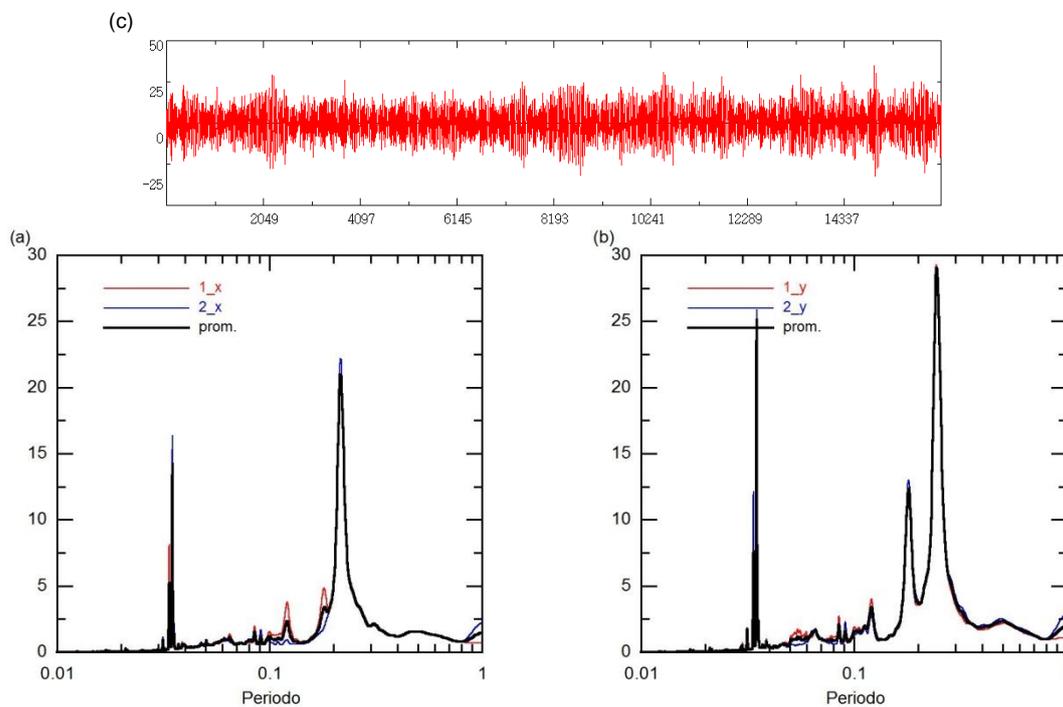


Figura All-4. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 03.

4.3. Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Auscultación y verificación de la Capacidad de Carga de las Cimentaciones del Hospital

Nota: Las referencias a Figuras, Tablas, Resultados de ensayos, fotografías, etc. del presente EMS se encuentran en el anexo correspondiente al final del informe

Se han realizado 6 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 (compresión triaxial) , asi como figura, tablas, fotografías se muestran en los Anexos de EMS al final del informe.

4.3.1. Generalidades

El área en estudio se encuentra ubicada en el distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima. Teniendo el punto de referencia en Coordenadas UTM: 280393.00 m E y 8658465.00 m N, Zona 18L: Datum WGS84. Ver Plano P-1.

El Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa ocupa un área superficial de 1,590 m² y tiene un área construida de 6,596 m², que se distribuye en siete pisos y dos sótanos.

4.3.2. Objetivo del Estudio

El Estudio de Mecánica de Suelos ha sido realizado con fines de auscultación y verificación de la capacidad de carga de las cimentaciones existentes del Hospital.

4.3.3. Geología y Sismicidad

▪ Geología

Fisiográficamente, el área en estudio pertenece a la Planicie Costera, que se desarrolla de forma paralela a la costa, limitada por el oeste por el litoral y por el este con las estribaciones andinas.

Según la Carta Geológica Nacional del Cuadrángulo de Lima (25i), se puede deducir que la zona en estudio está representada por depósitos de origen aluvial (Qr-al), que pertenecen al cono deyectivo del río Rímac. Estos depósitos son conocidos como el conglomerado de Lima, que son materiales que están conformados principalmente por gravas de

bordes subredondeados a redondeados con matriz de arenas y limos. (Ver Figura 1)

- **Sismicidad**

Según el análisis sismo tectónico, existen en el mundo dos zonas muy importantes de actividad sísmica conocidas como el Círculo Alpino Himalayo y el Círculo Circunpacífico. En esta última, donde se encuentra el Perú, han ocurrido el 80% de los eventos sísmicos en el mundo. Por lo tanto, nuestro país está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica.

La fuente de datos de actividad sísmica que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú son presentados por Silgado (1978). En la Figura 2, se presenta el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, que está basada en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades de sismos históricos y recientes (Alva et. ál., 1984).

De lo anterior, se concluye que de acuerdo al área sísmica donde se ubica la zona de estudio existe la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades del orden IX en la escala de Mercalli Modificada.

Respecto a la Zonificación Sísmica, dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos. Según el Mapa de Zonificación Sísmica presentado en la Figura 3, el distrito de Miraflores se encuentra comprendida en la Zona 3, correspondiente a un factor de zona $Z=0.4$. Este factor es equivalente a la aceleración máxima de diseño, que puede ser generada por un evento de 475 años de periodo de retorno, o que tiene una probabilidad de 10% de ser excedida en un periodo de exposición sísmica de 50 años.

4.3.4. Investigación de Campo: Excavación de Calicatas y Auscultación de Cimentación

- **Excavación de Calicatas**

Las excavaciones de calicatas se realizaron con personal obrero calificado para este trabajo, a quienes se les facilitó de herramientas manuales. Se ejecutaron un total de dos calicatas, denominadas C-1 y C-2. La calicata C-1 se realizó en el jardín del primer piso y la calicata C-2, en el segundo sótano, y se llegaron hasta 3.5 y 3.0 m de profundidad, respectivamente. En cada una de ellas, se procedió a la toma de muestras de suelos, siguiendo la norma de recolección y

muestreo, ASTM D420; asimismo, se realizó la clasificación visual de material encontrado en campo, de acuerdo a los procedimientos indicados en la norma ASTM D2488.

La ubicación de las calicatas ejecutadas se presenta en los Planos P-2A y P-2B; sus registros, en el Anexo 1, su panel fotográfico, en el Anexo 4; y la relación de las mismas, en la Tabla 1.

▪ **Auscultación de Zapatas y Cimentación**

Las auscultaciones de las cimentaciones se realizaron con el mismo personal obrero de las calicatas, a quienes se les facilitó de equipos de demolición y herramientas manuales. Se realizaron un total de cuatro auscultaciones, denominadas AU-1, AU-2, AU-3 y AU-4. En cada una de ellas se descubrió el tipo de cimentación existente, registrando sus dimensiones (ancho, largo, peralte) y su profundidad de desplante, así como el tipo de suelo sobre el que descansa.

La ubicación de las auscultaciones ejecutadas se presenta en los Planos P-2A y P-2B, sus registros, en el Anexo 1, su panel fotográfico, en el Anexo 4, y una relación de las mismas, en la Tabla 2.

4.3.5. Ensayos de Laboratorio

4.3.5.1. Ensayos de mecánica de suelos

Con las muestras de suelo obtenidas en las calicatas, se realizaron ensayos de mecánica de suelos, en el Laboratorio Geotécnico del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Los ensayos de mecánica de suelos fueron llevados a cabo para las muestras alteradas C-1/M-1, C-2/M-1 y C-2/M-2, en base a la American Society for Testing and Materials (ASTM), siendo los siguientes:

- | | | |
|--|------|--------|
| • Análisis granulométrico por tamizado | ASTM | D-422 |
| • Contenido de humedad | ASTM | D-2216 |
| • Ensayo de Compresión Triaxial | ASTM | D-2850 |

Los certificados de estos ensayos se presentan en el Anexo 2 y un resumen de sus resultados, en las Tablas 3 y 4.

4.3.5.2. Ensayos de análisis químico

A las muestras de suelo C-1/M-1 y C-2/M-1, se les realizó, en el Laboratorio Químico de la Facultad de Ingeniería Civil (FIC) de la

Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), los siguientes ensayos de análisis químicos:

- Contenido de Sulfatos ASTM E 275
- Contenido de Cloruros ASTM D 3370
- Sales Solubles Totales ASTM D 1888
- PH ASTM D 4792

Los certificados de estos ensayos se presentan en el Anexo 2 y un resumen de sus resultados, en la Tabla 4.

4.3.6. Perfil Estratigráfico

El perfil estratigráfico del subsuelo del área en estudio está representado por las calicatas C-1 y C-2 y por los tipos de materiales registrados en las cuatro auscultaciones.

En el primer nivel, desde la superficie hasta 0.40 m de profundidad se registró la presencia de relleno contaminado. Continuando, hasta 1.20 m de profundidad, se tiene la presencia de terreno de cultivo, de compacidad media. Subyaciendo a estos materiales, hasta 3.50 m de profundidad, se registra la presencia de grava mal gradada (GP), de compacidad media a densa.

En el segundo sótano, desde el nivel de piso terminado del mismo, ubicado a -7.65 m del piso terminado del primer nivel, se tiene la presencia de una losa de concreto de 0.10 m de espesor. Continuando, se tiene la presencia de material de relleno seleccionado de 0.60 m de espesor. Subyaciendo a estos materiales, hasta los 3.0 m de profundidad de la calicata, ubicado a -10.65 m del nivel de piso terminado del primer nivel, se registra la presencia de grava mal gradada con arena (GP), de compacidad que aumenta con la profundidad de densa a muy densa.

Sobre el material de grava, que presenta características favorables, se encuentran apoyadas las cimentaciones de las estructuras del hospital.

El perfil estratigráfico se ha desarrollado para las secciones 1-1, 2-2, 3-3 y 4-4, que se presentan en el Plano P-3.

4.3.7. Análisis de la Cimentación

- Tipo y Profundidad de los Cimientos Auscultados

En base a lo registrado en las auscultaciones de las cimentaciones de las estructuras del hospital, se tiene que son de los siguientes tipos y se encuentran desplantadas a las siguientes profundidades:

Auscultación	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)	Prof. (m)
AU-1 (Ejes: G, 23)	Zapata rectangular	B = 0.70, L = 0.75	0.95
AU-2 (Ejes: H, 9)	Cimiento corrido	B = 0.75	0.59
AU-3 (Ejes: B, 18)	Zapata rectangular	B = 1.63, L = 2.04	1.00
AU-4 (Ejes: C, 10)	Zapata rectangular	B = 0.97, L = 1.80	0.85

▪ **Capacidad de Carga**

La capacidad de carga admisible se determina dividiendo la capacidad de carga última entre un factor de seguridad (FS) y la capacidad de carga última, utilizando la fórmula de Terzaghi y Peck; los factores de capacidad de carga N_q , N_c de Meyerhof y N_γ de Vesic; los factores de forma de De Beer y los factores de profundidad de Hansen.

Se tiene:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$q_u = qN_q S_q d_q + cN_c S_c d_c + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma$$

Dónde:

- q_{adm} = Capacidad de carga admisible
- FS = Factor de seguridad
- q_u = Capacidad de carga última
- B = Ancho de la cimentación
- $q = D_f \cdot \gamma$ = Esfuerzo efectivo en el nivel de desplante de la cimentación
- D_f = Profundidad de desplante de la cimentación
- γ = Peso específico del suelo
- c = Cohesión
- N_q, N_c y N_γ = Factores de carga (figura 4)
- S_q, S_c y S_γ = Factores de forma
- d_q, d_c y d_γ = Factores de profundidad

Los valores empíricos de los factores de carga, forma y profundidad se obtienen mediante las siguientes ecuaciones:

Factores de capacidad de carga

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) N_c \quad \text{Meyerhof}$$

$$N_c = N_q - 1 \quad \text{Meyerhof}$$

Caquot y Kerisel (1953) y Vesic (1973)

$$N_\gamma = 2 N_q + 1 \tan \phi$$

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

$$S_c = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \quad S_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi \quad S_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

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

Factores de Profundidad, [Hansen (1970)]

Condición (a): $D_f/B \leq 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B} \right) \quad d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \quad d_\gamma = 1.0$$

Condición (b): $D_f/B > 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right) \quad d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right) \quad d_\gamma = 1.0$$

Considerando un factor de seguridad FS = 3.0 para cargas estáticas; los parámetros de resistencia cortante del suelo $c = 0.0 \text{ kg/cm}^2$ y $\phi = 35^\circ$, ambos valores en base al resultado del ensayo Triaxial realizado; falla del tipo general y peso específico del suelo $\gamma = 2.10 \text{ ton/m}^3$; se tiene:

Auscultación	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)	qadm (Kg/cm ²)
--------------	---------------------	-----------------	----------------------------

AU-1 (Ejes: G, 23)	Zapata rectangular	B = 0.70, L = 0.75	5.30
AU-2 (Ejes: H, 9)	Cimiento corrido	B = 0.75	2.90
AU-3 (Ejes: B, 18)	Zapata rectangular	B = 1.63, L = 2.04	6.10
AU-4 (Ejes: C, 10)	Zapata rectangular	B = 0.97, L = 1.80	8.30

En el Anexo se presenta la memoria de cálculo detallada.

▪ Cálculo de Asentamientos

En todo análisis de cimentación se distinguen dos clases de asentamientos: totales y diferenciales, de los cuales estos últimos son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura.

El tipo de suelo en la zona de estudio es granular, por lo tanto, el asentamiento, en la base de la cimentación, se calculará utilizando la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1969).

Asentamiento Elástico

$$Se = \Delta q_s \frac{B(1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$Stotal = Se$$

$$Sdif = 0.75 \times Stotal \text{ (Caso de suelos granulares)}$$

Dónde:

- Se = asentamiento elástico (cm)
 Stotal = asentamiento total (cm)
 Sdif = asentamiento diferencial (cm)
 Δq_s = esfuerzo neto transmisible (Kg/cm²)
 B = ancho de cimentación (m)
 Es = módulo de elasticidad
 μ = relación de Poisson
 If = factor de influencia que depende de la forma (Bowles, 1977)

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando lo siguiente:

- Cimentación flexible.
- Los parámetros del suelo de cimentación $\mu = 0.18$ y $E_s = 10,000$ ton/m².
- Los asentamientos, más desfavorables, se producen en el centro de la cimentación.
- Se considera que el asentamiento diferencial es igual al 75% del asentamiento total.
- Los esfuerzos netos transmitidos por la estructuras serán como máximo igual al valor de capacidad de carga admisible.
- La distorsión angular máxima permisible (S_{dif}/L) será de $1/500 = 0.0020$, que aplica para edificios en las cuales no se permiten grietas.
- La longitud entre las columnas (L), variable.

En el siguiente cuadro, se presenta los resultados de los cálculos de asentamientos totales, diferenciales y la distorsión angular que se producirían en las diferentes tipos de cimentación.

Auscultación	Tipo de Cimentación	q_{adm} (Kg/cm ²)	S_{dif} (cm)	L (cm)	δ (cm/cm)
AU-1 (Ejes: G, 23)	Zapata rectangular	5.30	0.30	265	0.0011 (Cumple)
AU-2 (Ejes: H, 9)	Cimiento corrido	2.90	0.40	2.33	0.0017 (Cumple)
AU-3 (Ejes: B, 18)	Zapata rectangular	6.10	0.87	400	0.0022 (No cumple)
AU-4 (Ejes: C, 10)	Zapata rectangular	8.30	1.05	400	0.0021 (No cumple)

Los asentamientos totales esperados y las distorsiones angulares para las cimentaciones de las auscultaciones AU-1 y AU-2 se encuentran dentro del rango permitido para que en las edificaciones del Hospital no se permitan grietas. Sin embargo, para las cimentaciones de las auscultaciones AU-3 y AU-4, se esperan asentamientos y distorsiones angulares mayores a los permitidos.

En tal sentido, para estas dos últimas cimentaciones se procede a reducir sus capacidades de carga admisibles, hasta que sus

distorsiones angulares se encuentren por debajo del máximo permitido, obteniéndose lo siguiente:

Auscultación	Tipo de Cimentación	qadm (Kg/cm ²)	Sdif (cm)	L (cm)	δ (cm/cm)
AU-3 (Ejes: B, 18)	Zapata rectangular	5.00	0.71	400	0.0018 (cumple)
AU-4 (Ejes: C, 10)	Zapata rectangular	6.50	0.67	400	0.0017 (cumple)

En consecuencia, se tiene que para las capacidades de carga admisibles reducidas a 5.00 y 6.50 kg/cm² en las cimentaciones de las auscultaciones AU-3 y AU-4, respectivamente, no se esperaría problemas de grietas en las estructuras del hospital.

En el Anexo 3.0 se presenta la memoria de cálculo detallada.

- Parámetros de Diseño Sismorresistente

Tipo de suelo y periodo predominante

De acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente, E030, del Reglamento Nacional de Construcciones, el suelo de cimentación del área del proyecto corresponde a un suelo tipo S1, con un periodo predominantemente de Ts=0.4 segundos, Factor de Suelo S=1.0 y Factor de Zona Z=0.4.

Fuerza horizontal equivalente

La fuerza horizontal o cortante total en la base debido a la acción sísmica se determinará mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

- Z = Factor de Zona
- U = Factor de Uso
- S = Factor de suelo
- C = Coeficiente sísmico
- R = Factor de ductilidad
- P = Peso de la edificación

4.3.8. Agresión del suelo al concreto de cimentación

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual se cimienta la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos

nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos, cloruros y sales solubles totales). Sin embargo la acción química del suelo sobre el concreto solo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de aguas infiltrada por otra razón (rotura de tubería, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero de la cimentación, respectivamente. A su vez, se evalúa las sales solubles totales que podrían causar pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

Las concentraciones de estos elementos en proporciones nocivas, aparecen en la Tabla 5. La fuente de esta información corresponde a las recomendaciones del ACI (Comité 319-83) en los casos de los sulfatos presentes en el suelo y a la experiencia en los otros casos. Los resultados de los ensayos de análisis químicos se presentan en el Anexo 2 y un resumen de las mismas en la Tabla 4.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio, se tiene que las muestras C-1/M-1 y C-2/M-1 tienen concentraciones de sulfatos de 2412 y 2168 p.p.m., respectivamente, que indica en todos los casos un ataque severo al concreto de cimentación.

En relación a la concentración promedio de cloruros, las muestras C-1/M-1 y C-2/M-1 tienen concentraciones de cloruros de 103 y 60 p.p.m., respectivamente, que indica en todos los casos una acción no agresiva a la armadura de cimentación.

Asimismo, las concentraciones de sales solubles totales en las muestra C-1/M-1 y C-2/M-1 son de 2558 y 2273 p.p.m., respectivamente, que indica que no se presentará el problema de lixiviación en la estructura de cimentación.

4.3.9. Conclusiones

- El Estudio de Mecánica de Suelos ha sido realizado con fines de auscultación y de verificación de la capacidad de carga de las cimentaciones existentes del Hospital de Emergencias Casimiro Ulloa.
- La geología de la zona en estudio indica que los materiales registrados en la exploración de campo, donde se apoyan las estructuras del Hospital, corresponden a depósitos aluviales del conglomerado de del

río Rímac, conformados principalmente por gravas con matriz de arenas y limos.

- El perfil estratigráfico del terreno explorado presenta superficialmente material de relleno hasta 0.40 m y continuando, terreno de cultivo, hasta 1.20 m. Subyaciendo a este material se presenta, predominantemente, la grava pobremente gradada con arena (GP), de compacidad media a muy densa, hasta 3.0 m por debajo del nivel de piso terminado del segundo sótano. Sobre este último material se encuentran desplantadas las cimentaciones de las estructuras del Hospital. No se registró la presencia del nivel freático.
- Los tipos de cimentación auscultados en el Hospital son superficiales: zapatas cuadradas y rectangulares y cimientos corridos.
- De acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, al suelo de cimentación del área en estudio le corresponde a un perfil tipo S1, con un periodo predominante $T_p = 0.4$ segundos, factor de suelo $S = 1.0$ y factor de zona $Z = 0.4$.
- Los parámetros de resistencia usados en el diseño de cimentaciones están basados en los resultados de campo y de laboratorio. Los trabajos de campo consistieron en la excavación de calicatas y en la auscultación de las cimentaciones. Los resultados de ensayos laboratorio incluyen la caracterización física de suelos y parámetros de resistencia cortante en suelos. Asimismo, mediante ensayos químicos, se obtuvo la concentración de sulfatos, cloruros y sales solubles totales del suelo de cimentación.
- De acuerdo a los tipos de cimentaciones existentes y a sus profundidades de desplante, sus capacidades de carga admisible son las siguientes:

Auscultación	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)	qadm (Kg/cm ²)
AU-1 (Ejes: G, 23)	Zapata rectangular	B = 0.70, L = 0.75	5.30
AU-2 (Ejes: H, 9)	Cimiento corrido	B = 0.75	2.90
AU-3 (Ejes: B, 18)	Zapata rectangular	B = 1.63, L = 2.04	5.00
AU-4 (Ejes: C, 10)	Zapata rectangular	B = 0.97, L = 1.80	6.50



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



- Para los valores de capacidad de carga admisible obtenidos, las distorsiones angulares se encuentran dentro del rango permitido en la que no se permitan grietas en las estructuras del Hospital, por lo tanto, no se espera problemas de asentamientos en las estructuras.
- Los resultados del análisis químico muestran que el suelo de cimentación contiene altas concentraciones de sulfatos, que podrían ocasionar un ataque severo al concreto de cimentación, por lo que, se recomienda utilizar cemento Tipo V, a fin de prevenir daños estructurales por ataque de sulfatos.
- Los resultados de este estudio se aplican únicamente al área estudiada y no podrán ser utilizados en otros sectores o para otros fines.

Anexos (ver al final del informe)

- Tablas
- Figuras
- Anexo I: Registro de Sondajes
- Anexo II: Certificado de Ensayos de Laboratorio
- Anexo III: Memoria de Cálculo
- Anexo IV: Panel Fotográfico
- Planos



4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas

4.4.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero

Se han extraído 3 muestras de varillas de acero de refuerzo (M1, M2 y M3) de elementos estructurales de los edificios considerados críticos, cuya ubicación se puede ver en los esquemas de la

Figura 15 y la Figura 16 del Anexo III del presente acápite. Para ello se localizaron 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 Foto 15.

En todos los casos las muestras extraídas corresponden a varillas longitudinales de los elementos M1 y M2 se extrajeron de columnas del 1er y 2do piso y M3 de una viga del 2do piso

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 adjunta (Anexo II del presente acápite). Los resultados de los ensayos de tracción indican que se ha usado acero con límite de fluencia mínimo de 4200 kg/cm² en las zonas de M-1 y M-3 y se ha usado acero con límite de fluencia mínimo de 2800 kg/cm² en la zona de M-2.

4.4.3. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido

Con la finalidad de evaluar el estado y calidad del concreto utilizado en la construcción del Hospital Casimiro Ulloa, se realizó un programa de extracción de muestras de concreto que incluya elementos y zonas representativas de las áreas críticas de los edificios. Las muestras se tomaron de elementos vigas y columnas de la torre A y de los bloques B y en diferentes niveles (1º, 2º y 6º piso), considerando también la accesibilidad y procurando no afectar el funcionamiento normal de las actividades en el hospital.

El CISMID destacó un equipo técnico para que realizara la extracción de muestras de concreto. Se realizó la extracción de diez (10) muestras de concreto endurecido en elementos estructurales, cuyas ubicaciones se pueden ver en los esquemas de las Figuras Figura 12, Figura 13 y Figura 14 (Ver también Foto 14)

Estas muestras fueron ensayadas para conocer las características mecánicas del concreto utilizado en los principales elementos estructurales

4.4.4. Resistencia del Concreto

Las muestras fueron ensayadas de acuerdo a las Normas ASTM C39 (NTP 339.034), ASTM C42 (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	Columna	310.0
M-02	Viga	84.3
M-03	Columna	333.0
M-04	Viga	85.9
M-05	Viga	131.8
M-06	Viga	231.1
M-07	Viga	258.1
M-08	Viga	321.1
M-09	Columna	191.0
M-10	Columna	211.4

Promedio= 215.8

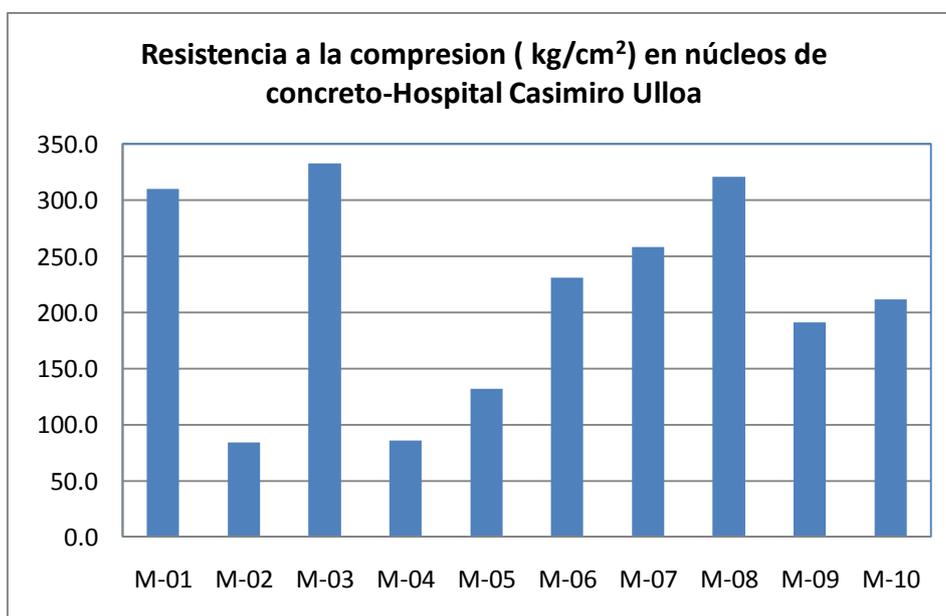


Figura 11. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

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.

Sobre la calidad de los materiales: observaciones y comentarios

De los resultados obtenidos en los ensayos de las probetas de concreto se observa un promedio de $f'c=215.8\text{Kg/cm}^2$. Para el concreto en elementos estructurales la resistencia mínima actual utilizada es de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, cumpliendo en general con dicho estándar. Pero analizando con más detalle los resultados se puede observar mucha dispersión, variando las resistencias entre menos de 90 a más de 330 Kg/cm^2 , como se ve en la gráfica de la Figura 11. Al relacionar dichos resultados de acuerdo según su ubicación (zonas), antigüedad de construcción (la torre A, los bloques B fueron construidos en diferentes etapas), tipos de elementos (viga o columna), los valores más bajos (M-02 y M-04) corresponden a la extracción en vigas del 5º y 1º piso en la zona de escalera de la torre A. El siguiente valor más bajo que no cumple los estándares exigidos para el concreto también corresponde a una viga de la misma torre (M-05, con $f'c=132\text{ Kg/cm}^2$) pero muy cercano a M-04 por lo que corresponderían a una misma tanda de vaciado. Aun siendo esta torre de construcción mas reciente que los bloques B, la calidad lograda para el concreto en las vigas no ha sido la apropiada. En cuanto a las columnas ninguna tiene problemas en cuanto a la resistencia de su concreto, incluso M-09 llega al 90% del estándar actual. Por lo indicado, de los resultados obtenidos en este estudio de materiales, se han tomado los valores promedios por bloque como representativos para el análisis estructural del ítem 5: $f'c=137\text{Kg/cm}^2$ para el bloque A y para el bloque B $f'c=267\text{Kg/cm}^2$.

Las tres varillas de acero de refuerzo extraídas corresponden al bloque B. Como se aprecia en la Foto 16, las marcas corresponden a dos diferentes fabricantes: M1 y M3 tienen corrugaciones en forma de cocadas (diagonales cruzadas) y M2 tiene corrugaciones rectas, perpendiculares al eje de la varilla. Ninguna de ellas está disponible en el mercado actual. De los resultados se observan de calidades diferentes: $f_y=2800\text{Kg/cm}^2$ correspondiente a un estándar de antes de los años 70, pero también $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$. La diferencia puede estar relacionada con que el bloque B (frontal) se construyó en diferentes etapas (de lo cual se tuvo referencia verbal, no oficial). Aunque para efectos del análisis estructural del acápite 5, este dato específico no se usó, ya que no influye significativamente en la rigidez de los elementos y de la estructura global, esta información de la capacidad resistente del acero será



importante en la etapa de verificación de los esfuerzos y diseño del reforzamiento estructural. También es un parámetro necesario cuando ocurre deterioro de los elementos por oxidación y disminución de la sección efectiva del refuerzo.

Anexo I: Registro Fotográfico

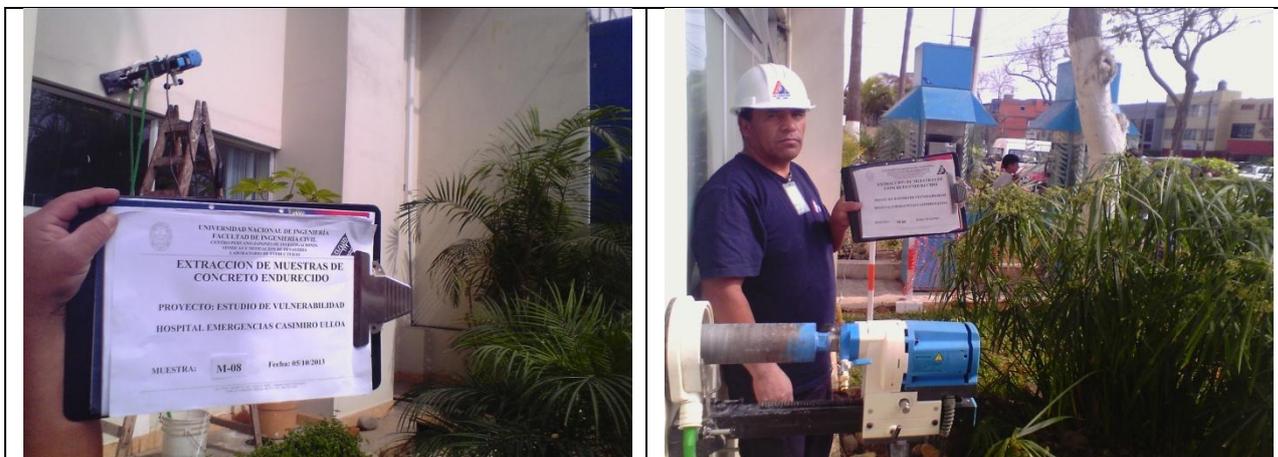


Foto 14. Extracción de núcleos de concreto



Foto 15. Extracción de muestras de acero





Anexo II: Planillas de resultados de ensayo de materiales

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital Casimiro Ulloa
 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	06/10/2013	06/10/2013	06/10/2013	06/10/2013	06/10/2013
Elemento Estructural	Columna	Viga	Columna	Viga	Viga
Altura (cm)	6.60	14.70	14.80	14.40	14.80
Diámetro (cm)	4.60	7.40	7.40	7.40	7.40
Área (cm²)	16.62	43.01	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	5410	3630	14320	3710	5670
Resistencia (Kg/cm²)	325.5	84.4	333.0	86.3	131.8
Relación altura/diámetro	1.435	1.986	2.000	1.946	2.000
Factor de corrección	0.952	0.999	1.000	0.996	1.000
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	310.0	84.3	333.0	85.9	131.8
Tipo de falla	Columnar	Columnar	Corte	Columnar	Columnar

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

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

Informe N° 11-1CISMID/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 Casimiro Ulloa
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	06/10/2013	06/10/2013	06/10/2013	06/10/2013	06/10/2013
Elemento Estructural	Viga	Viga	Viga	Columna	Columna
Altura (cm)	14.80	14.80	14.80	13.50	14.00
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)	9940	11100	13810	8330	9170
Resistencia (Kg/cm²)	231.1	258.1	321.1	193.7	213.2
Relación altura/diámetro	2.000	2.000	2.000	1.824	1.892
Factor de corrección	1.000	1.000	1.000	0.986	0.991
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	231.1	258.1	321.1	191.0	211.4
Tipo de falla	Cono	Cono	Columnar	Corte	Columnar

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° 11-2CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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



PERÚ

Ministerio de Salud

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



ENSAYO DE TRACCION EN BARRAS DE ACERO

Procedencia: Hospital Casimiro Ulloa
 Tipo de probeta: Barras
 Material: Acero
 Fecha de ensayo: 23/11/2013

Muestra	Dimensiones		Peso (Kg/m)	Fuerza (Kg)		Limite de fluencia fy (kg/cm ²)	Resistencia a la tracción R (kg/cm ²)	R/fy
	∅ (cm)	Area (cm2)		Fluencia	Máxima			
M1	1.50	1.78	1.57	8900	14350	5009	8077	1.6
M2	1.89	2.81	2.24	8500	11850	3029	4223	1.4
M3	1.28	1.29	2.58	5500	8520	4274	6620	1.5

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

Informe N° 13-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.

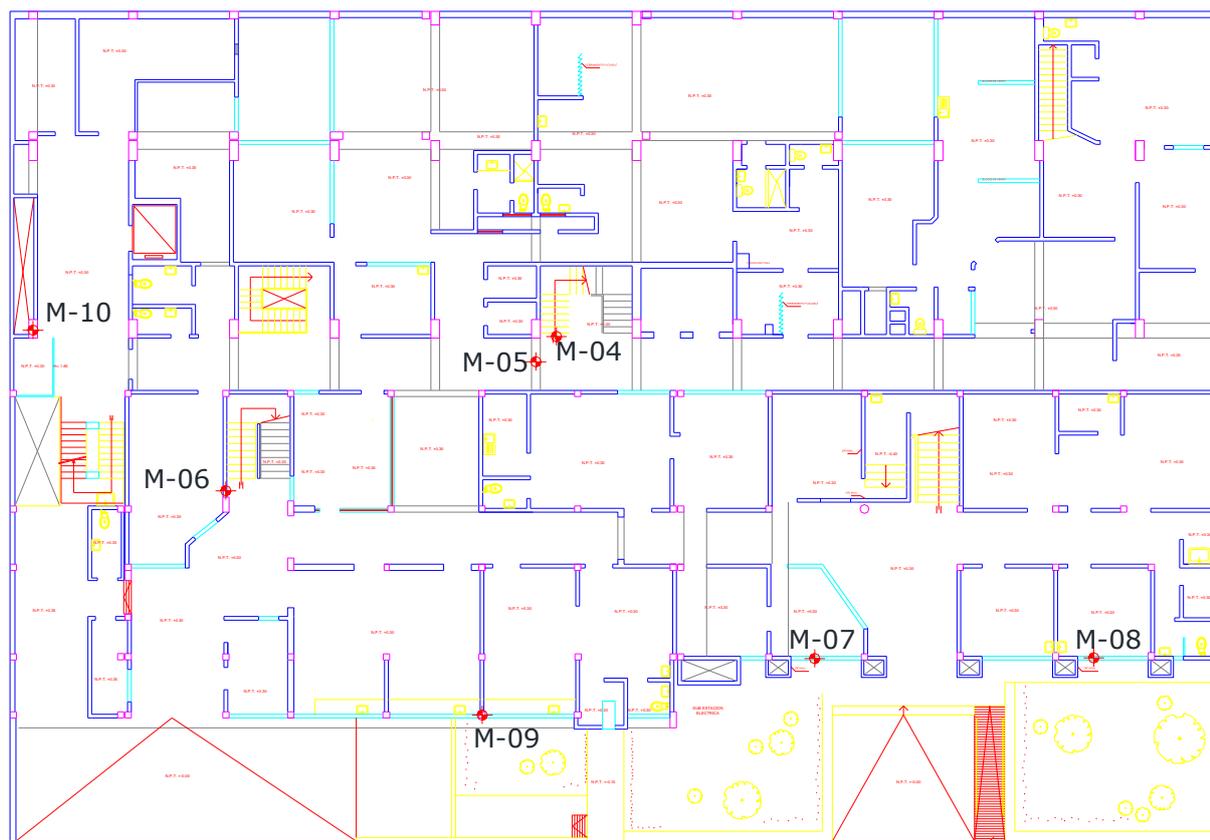


Figura 12. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto en el primer piso.



Figura 13. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto en el segundo piso.

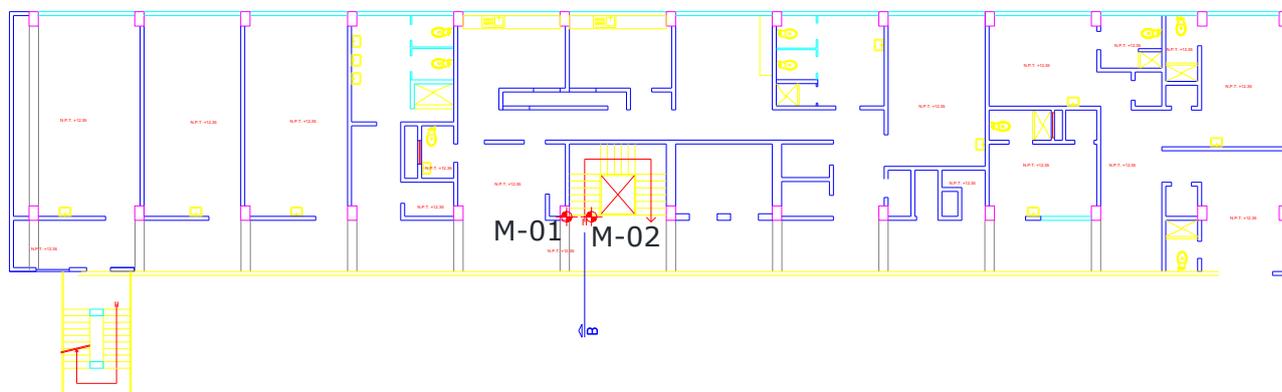


Figura 14. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto en el quinto piso.

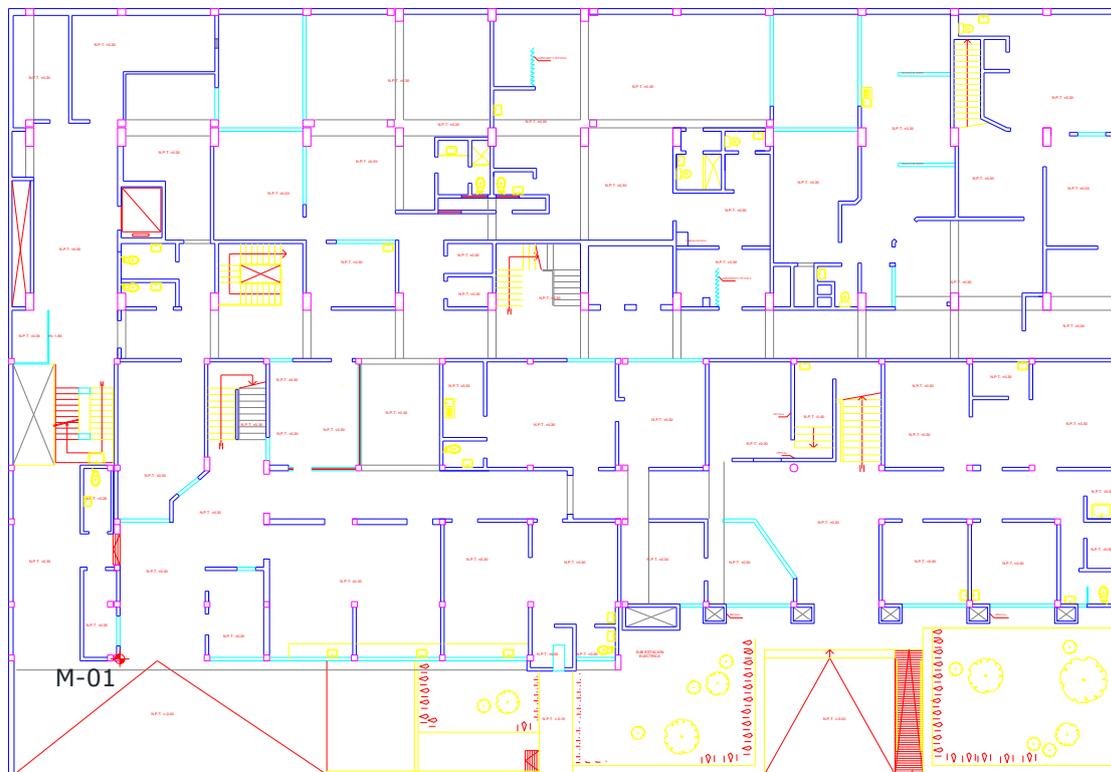


Figura 15. Ubicación de puntos de extracción de muestra de acero M-1



Figura 16. Ubicación de puntos de extracción de muestras de acero M-2 y M-3

5. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL

5.1. Modelos Matemáticos

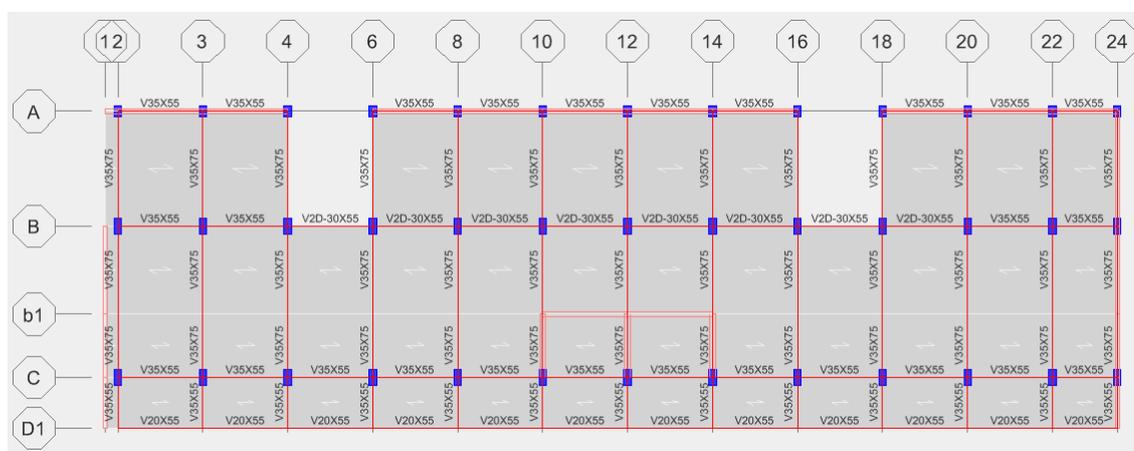
Se ha efectuado un análisis dinámico para determinar los desplazamientos y fuerzas cortantes en las estructura debido al sismo, evaluando los resultados a través de una combinación modal espectral (combinación cuadrática completa, CQC). Una vez determinadas las masas de cada piso y concentradas en los niveles de entrepiso, se determinan los periodos naturales y modos de vibración. El cálculo se ha realizado con el programa ETABS

Los modelos estudiados se ha considerado una estructuración de pórticos de concreto armado y se han incluido los muros de albañilería que se encuentran en los planos (ejes) de los pórticos en ambos sentidos. El sentido de análisis para todos los casos ha sido X (longitudinal, ejes de letras) e Y (transversal, eje de números)

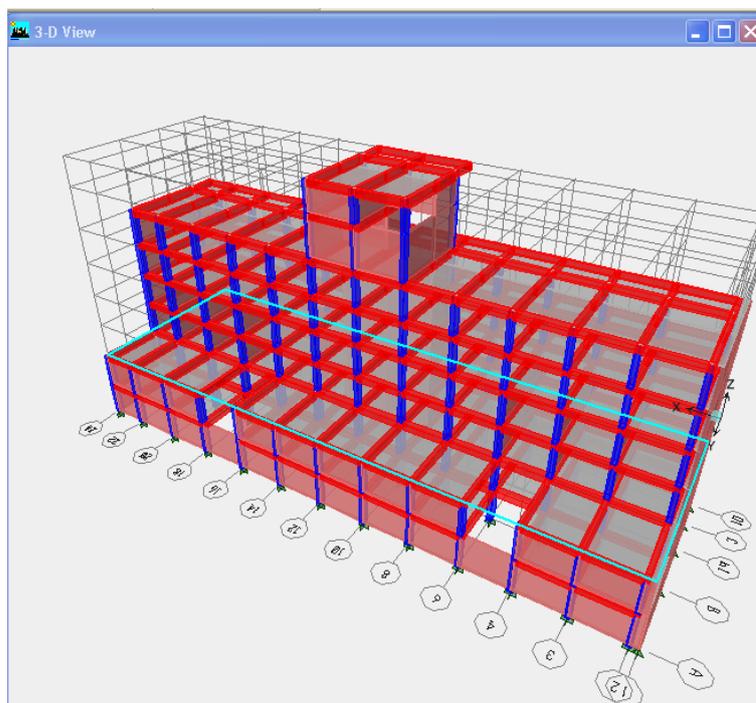
La estructuración, geometría y tipo/dimensiones de los elementos han sido tomados de los planos recibidos, habiéndose hecho las comprobaciones y correcciones necesarias de acuerdo a lo verificado en el trabajo de inspección de campo.

BLOQUE A (Torre 7 pisos)

Para el bloque A (torre de 7pisos), además de los muros de albañilería, la caja de ascensor constituye un núcleo rígido. En planta y elevación puede apreciarse irregularidad y asimetría. Se ha considerado el apéndice de la caja de ascensor y tanque elevado, ubicado entre entre los ejes 12 y 14 que se eleva hasta los 24m sobre el nivel del terreno inclusive



Planta mostrando elementos estructurales en planta, torre A



Vista 3D mostrando la configuración irregular de la torre A

Este bloque en la zona adyacente al bloque B (eje D) es una franja de corredor en voladizo, con una junta insuficiente, por lo que queda prácticamente pegada, en contacto con el bloque B que constituye una restricción de desplazamiento, hasta el 3er nivel inclusive.

Del estudio de materiales, conforme a los resultados de los ensayos, para este bloque se asignó una calidad de concreto de $f'c = 137 \text{ kg/cm}^2$

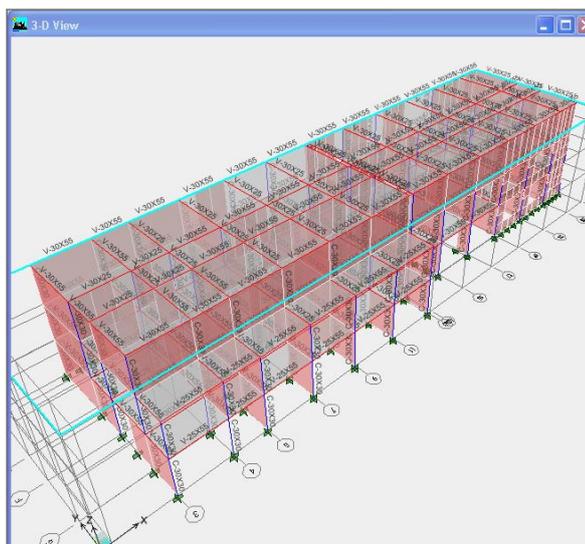
BLOQUES B (edificio frontal, 3 pisos)

Se ha considerado una estructura aporticada con el aporte de los muros de albañilería existentes que están integrados a los pórticos.

La calidad del concreto se asignó según los resultados obtenidos para el estudio de materiales, correspondiendo $f'c = 267 \text{ Kg/cm}^2$

Las figuras a continuación muestran vista en planta y 3D para los edificios de los bloques B (frontal, 3pisos) en un mismo modelo.

En la planta se puede apreciar las vigas consideradas de acuerdo al levantamiento de información en campo.



Bloque B (frontal) de 3P

Una consideración adicional ha sido el analizar los dos bloques por separado y en conjunto, debido a la interacción de ambos pues la junta es insuficiente

5.2. Demandas de Carga

Cargas permanentes y Sobrecargas

Las cargas permanentes son consideradas del peso propio de los materiales y acabados. Para la carga viva se han considerado los valores mínimos de la norma para los diferentes ambientes de un hospital (en Kg/m²):

Salas de operación y servicio	300
Pasillos	400
cuartos	200
oficinas	300
azotea	100

Espectro de Diseño Se ha usado el espectro de pseudo aceleraciones indicado en el reglamento para ambas direcciones de análisis, cuyas características principales se describen a continuación.

Parámetros Sísmicos

Se han considerado los parámetros respectivos de acuerdo a la última versión de la Norma de Diseño Sismorresistente (NTE E.030). del Reglamento Nacional de Edificaciones 2011 El espectro inelástico de pseudo-aceleraciones (S_a) está definido por:

Donde:

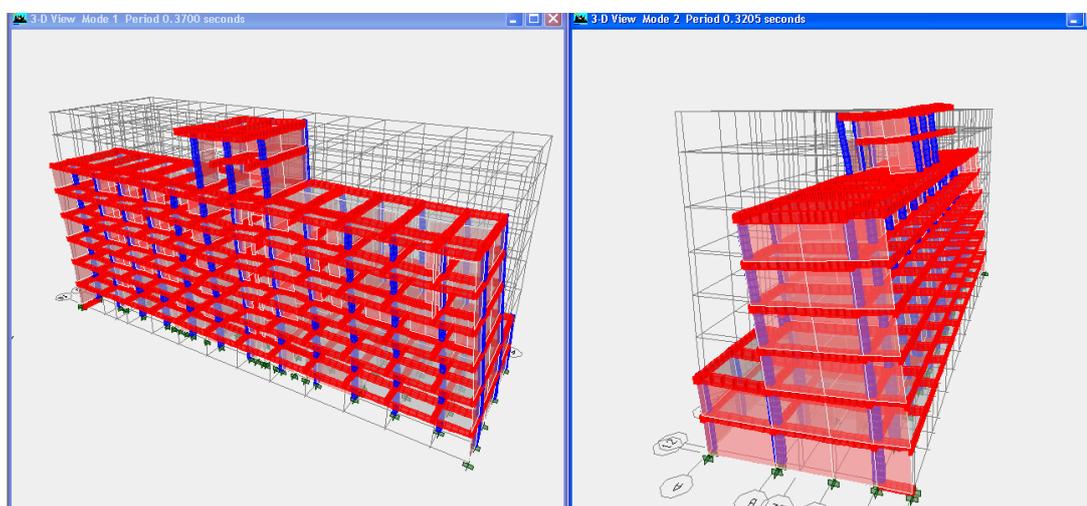
Z : Factor de Zona	(Zona 1: Lima)	0.40
U : Coeficiente de Uso	(Categoría "Esencial")	1.50
S : Factor de Suelo	(S1: del estudio de MS)	1.00
R : Factor de reducción	Dirección Global X e Y	2.25 - torre A (Pórticos de C.A con placas y muros de albañilería, irregular: 0.75*3.0)
g : aceleración de la gravedad		9.81 m/seg ²
C : Coeficiente de amplificación dinámica		C no mayor que 2.5
T _p : Periodo Fundamental del suelo (seg.)		0.40 seg.

5.3. Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo

BLOQUE A (Torre 7 pisos)

Para el caso de la torre A, la irregular distribución de elementos rígidos en planta y elevación (discontinuos) se muestra en algunos modos del comportamiento dinámico

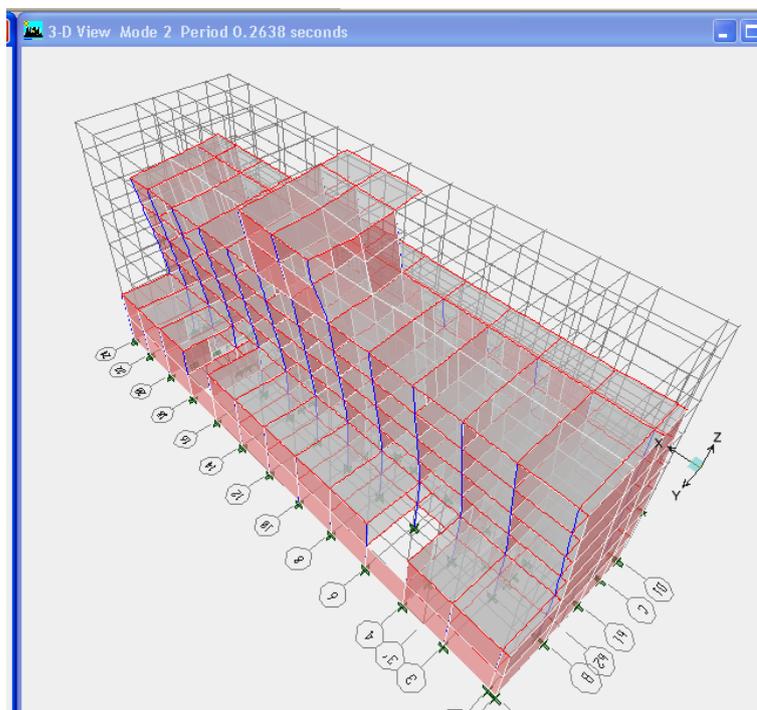
Al analizar la torre independiente, se verifican las dos primeras formas de modo con periodos de $T_1=0.37s$ (desplazamiento predominante en X) y $T_2= 0.32s$ (desplazamiento predominante en Y) cuyas deformadas se muestran a continuación:



Al comparar estos resultados de las mediciones de microtremores del acápite 4.2 (ver punto 3), se observa una diferencia que se puede atribuir a dos condiciones reales de la estructura: primero hay tabiquería de ladrillos en alineamientos no coincidentes con los ejes que no han sido considerados, particularmente los de aquellos ambientes pequeños como baños o cuartos de servicio cercano a los núcleos rígidos de escalera y ascensor, estarían rigidizando en ambos sentidos y segundo, el bloque adyacente B de 3 pisos no tiene junta suficiente que permitan a los edificios comportarse en forma independiente

Por ello se ensayó algunos modelos colocando restricciones parciales en los nudos de viga del eje D (límite entre bloques A y B) en los niveles 1 y/o al 3.

Con esta consideración, se obtienen periodos de 0.32seg para el primer modo (desplaz en X) y 0.265s en el 2º modo (desplaz en Y), la cual se ve a continuación:



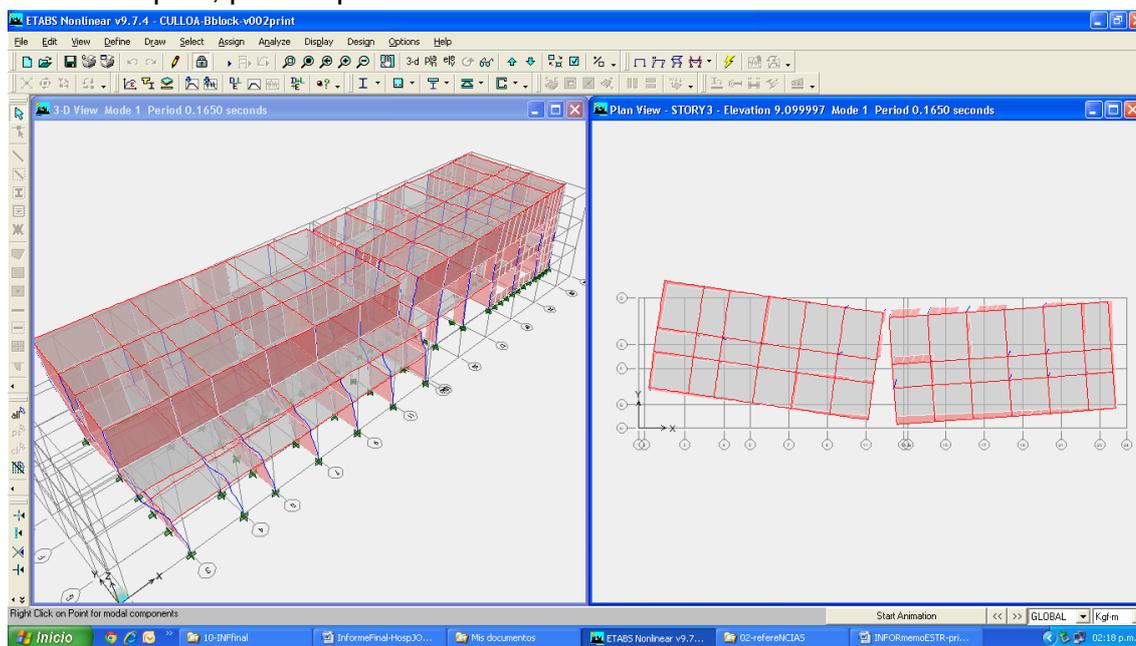
Estos resultados que se acercan a las mediciones de las propiedades dinámicas in situ, explican el comportamiento en una primera etapa elástica. Sin embargo para el comportamiento esperado en un sismo severo, es de esperar primero la separación (en las juntas) y choque entre los bloques B y la torre A, por lo que los desplazamiento relativos de entrepiso críticos son las que corresponden como torre A independiente.

El desplazamiento máximo de entrepiso (drift DR) obtenido en la torre ocurre en el nivel 7 y multiplicados por $0.75R$ son $DR_x = 0.0048$ y $DR_y = 0.0041$

Los desplazamientos máximos (DM) obtenidos del análisis son $DM_x = 7.3\text{cm}$ y $DM_y = 5.7\text{cm}$, ambos en un punto en el techo del apéndice (tanque y caja de ascensores). Sin tomar en cuenta el apéndice, es decir considerando la estructura principal, sólo hasta el 6º piso, $DM_x = 5\text{cm}$ y 3.8cm

BLOQUE B (Edificio frontal, 3 pisos)

En el análisis dinámico modal, se muestra el comportamiento no conjunto de los bloques, para el primer modo de vibración



De las mediciones in situ de propiedades dinámicas de las estructura se obtuvieron valores muy similares, de lo que se deduce un comportamiento conjunto de los dos bloques para condiciones de servicio (elástico).

Al analizar en conjunto, considerando los bloques Norte y Sur conectados, se obtienen los dos primeros periodos fundamentales 0.16s (en X) y 0.14seg (en Y), que difieren de los medidos en campo (ver puntos 1 y 2, ítem 4.2 :0.10seg a 0.105seg) como se comentó para la torre A, se puede deber a la interacción entre los bloques B y dicha torre. También hay muros no coincidentes con los ejes de pórticos que no fueron considerados.

El desplazamiento máximo de entrepiso (drift DR) obtenido en el bloque B ocurre en el nivel 3 y multiplicados por 0.75R son $DR_x = 0.0018$ y $DR_y = 0.0014$

Los desplazamientos máximos (DM) obtenidos del análisis son $DM_x = 0.9\text{cm}$ y $DM_y = 0.87\text{cm}$, ambos en un punto en el techo del 3º piso,

Con estos resultados la junta mínima entre bloques B y torre A debería ser 5cm como mínimo y entre los bloques B Norte y Sur

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

Como se indicó en el ítem anterior al analizar los desplazamientos, un problema importante por los daños esperados se deben a la separación insuficientes de las juntas, que en un análisis en conjunto de los bloques muestran diferencias de rigidez y formas de modo, que causarían el choque entre bloques

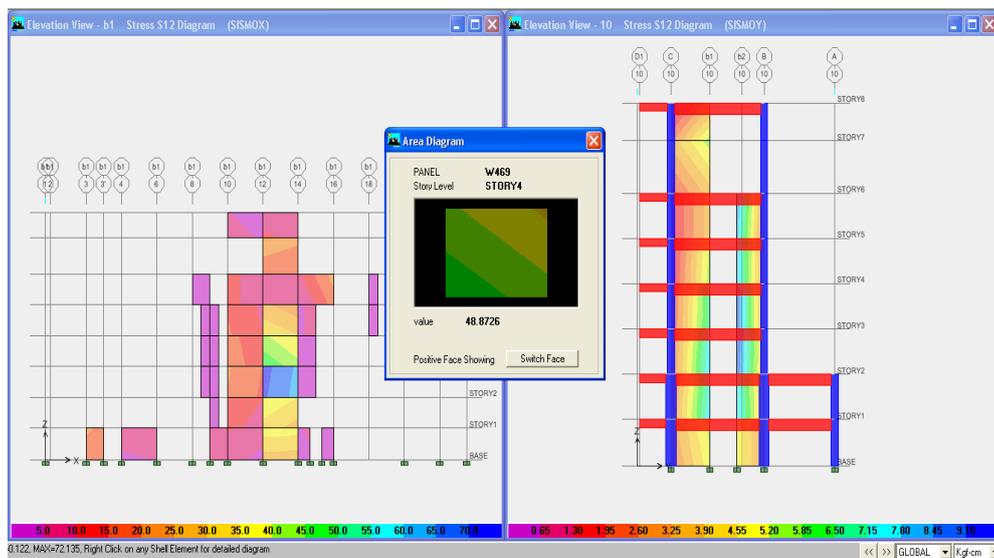
Particularmente para el límite entre la torre A y el bloque B, el daño se localizará en el 3er nivel. En una primera etapa, los esfuerzos se concentrarán en la torre en los muros y elementos verticales del nivel 3 y 4. Por la baja densidad de muros y su distribución irregular, si bien en una primera etapa del comportamiento rigidizará la estructura en ambos sentidos, la demanda requerida para esta estructura importante es muy alta y los muros quedarán fuera de servicio y se comportará como un aporticado, con mayor flexibilidad y deformaciones que exceden los máximos recomendados (0.005 como albañilería, 0.007 para pórticos de concreto, 0.001 para proteger el funcionamiento de los equipos)

Una característica importante que influirá en el daño es la asimetría y no uniformidad en la distribución (planta y altura) de los muros de albañilería, por lo que es dudosa la eficiencia del aporte en la rigidez inicial (y la deformación lateral) de las estructuras. Es decir, la concentración de esfuerzos en los cambios de distribución (ver figura a continuación en el ítem 5.5) van a dañar rápidamente los muros.

5.5. Determinación de la Resistencia de la Estructura

Los resultados muestran que para los niveles de demanda del sismo de reglamento, los muros de albañilería que inducen rigidez en etapas elásticas iniciales del comportamiento, sufren mucho daño, en especial por su distribución irregular en planta y elevación

A continuación una muestra de los altos esfuerzos en algunos muros de la torre A



Para los bloques analizados los cortantes basales (VS) obtenidos en el análisis sísmico son:

Torre A. $VS_x = 1573t$ y $VS_y = 1576t$, ($VS_{est} = 1610t$)

Bloques B

B1 (Norte) $VS_x = 241t$ $VS_y = 242t$ ($VS_{est} = 245t$)

B2 (Sur) $VS_x = 241t$ $VS_y = 167t$ ($VS_{est} = 211t$)

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

En el comportamiento estructural de una edificación, se tienen en cuenta dos indicadores cuantitativos principales: esfuerzos críticos que ocurren en los elementos y materiales y limitación de los desplazamientos laterales (deformaciones).

El modelo considerado, aportado con aporte de los muros de albañilería para ambos bloques, muestra que para los niveles de demanda del sismo de reglamento, los esfuerzos en muros exceden su capacidad resistente. Además, el nivel de deformaciones excederá el rango de operatividad del hospital, pues bajo el criterio de Hospitales Seguros se ha propuesto 1/1000 como el límite de las deformaciones relativas (DR) para asegurar el funcionamiento del contenido (equipos).

Sin embargo, para el presente estudio se ha estimado un límite máximo permitido para los drifts de acuerdo al nivel de sismo y performance esperada. Para un sismo severo (el indicado por el reglamento) se ha establecido el criterio de un $DR_{max-sev}$ de 0.003 y para un sismo moderado el $DR_{max-mod}$ de 0.0015.



Al observar y comparar los resultados presentados en 5.3, se puede ver que para el bloque A (torre 7P) se excede el $DR_{max-sev}$. En el caso del bloque B, el modelo conjunto (Norte- Sur conectados) si satisface el límite máximo de 0.003. Pero a este nivel de demanda, los esfuerzos en los muros de albañilería exceden largamente su admisible (criterio de esfuerzo), por lo que se espera gran daño de muros, choque y separación de los bloques N y S, flexibilizando la estructura con deformaciones mayores (al analizar bloques independientes con inclusión de muros, los DR_{max} están en el orden de 0.0026, cerca al límite)

6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES

6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica

Por la exigencia requerida en el reglamento para las edificaciones esenciales como son los hospitales, los desplazamientos relativos resultantes del análisis exceden largamente el límite operacional de los muros de albañilería, los que inicialmente integrados a los pórticos de la estructura, dejarán de funcionar como rigidizadores en etapas tempranas del comportamiento.

6.2. Elementos no estructurales vulnerables

El Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa (HEJCU) está ubicado en la Av. República de Panamá N° 6355 - Urbanización San Antonio, distrito de Miraflores, departamento de Lima, el principal problema tiene que con las vías alternas de accesibilidad, pues su único acceso para todos sus servicios es por esta vía, el cual tiene un constante flujo vehicular, lo cual constituye un peligro externo y/o circundante al Establecimiento de Salud, dado que en un evento adverso su único vía de acceso podría verse obstaculizada y la llegada a este centro asistencial estaría comprometida. El estar situado con frente a una vía o arteria principal no es favorable, debido a que este impide un acceso rápido al establecimiento, ocasionado por la poca área de circulación disponible, que originan momentos de congestión vehicular y contaminación acústica.

El hospital está construido en un terreno de 1 762,52 m², cuenta con un área construida de 5 165,66 m², el cual está desarrollado en 07 pisos y 02 sótanos.

El hospital tiene un local anexo que colinda en la parte posterior con un local que han adquirido por un área 435,85 m² y área construida 204,65 m², el cual está ubicado en la calle Ignacio De La Puente N° 346 - 350, que es utilizado por el Departamento de Farmacia y sus almacenes de insumos.

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.

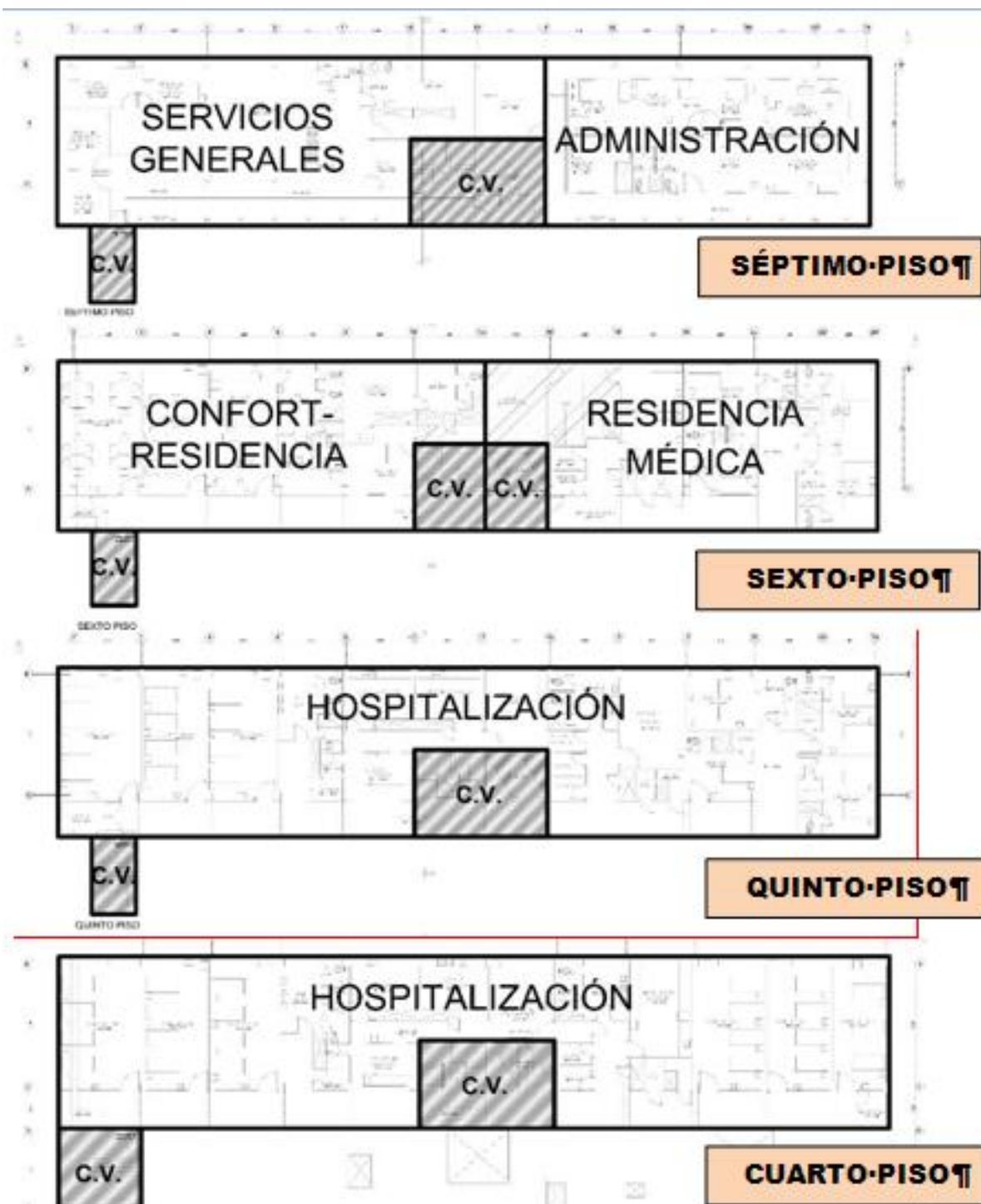


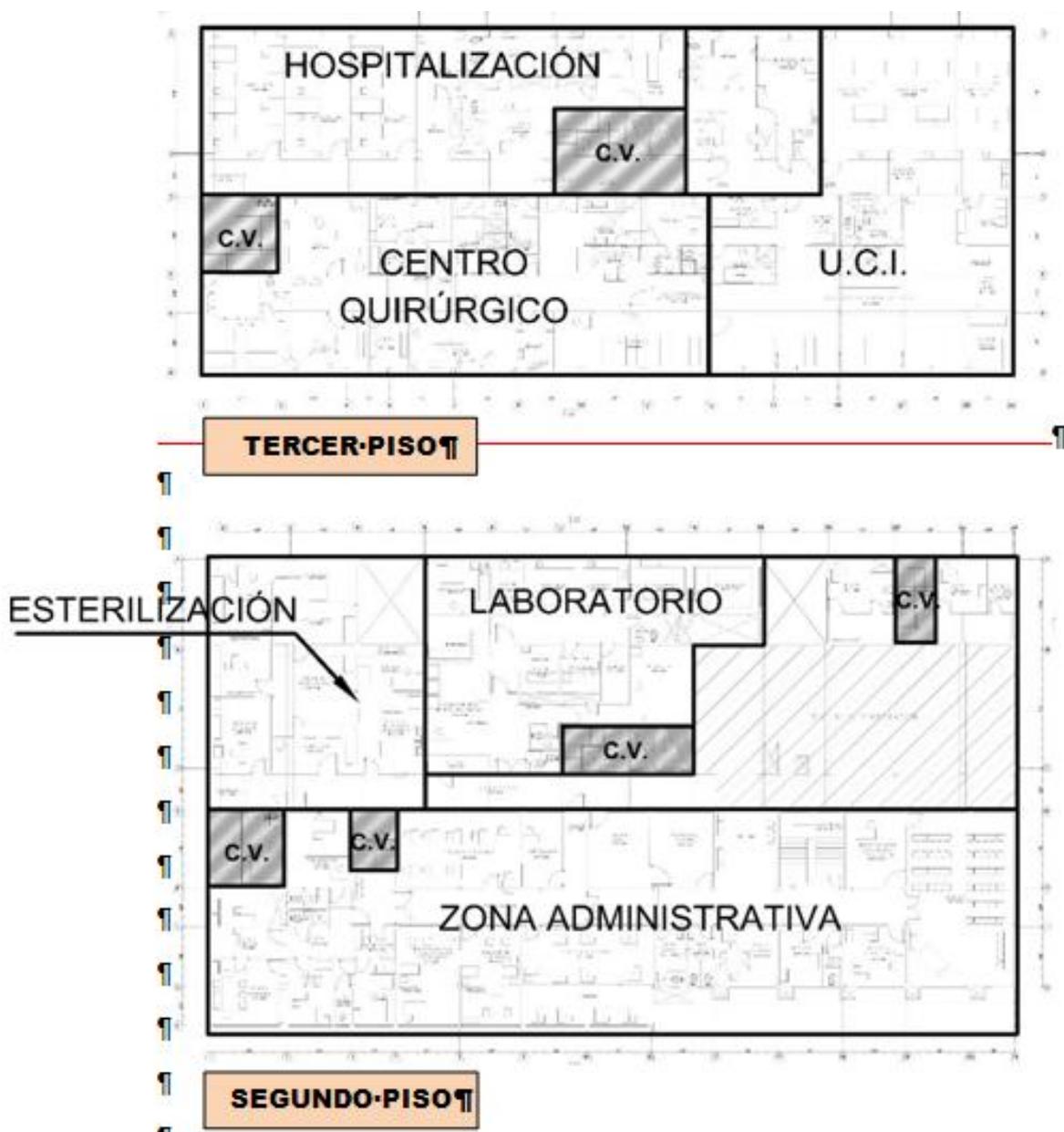
Las relaciones entre los distintos servicios dependen de su núcleo de ascensores (02), en la parte central, siendo esto asistencial y de servicio, las escaleras principales no son normativas y no cumple con los anchos mínimos, la escalera de evacuación aunque si tienen las dimensiones adecuadas, es obstruida por las puertas de emergencia que obstaculizan su desarrollo.

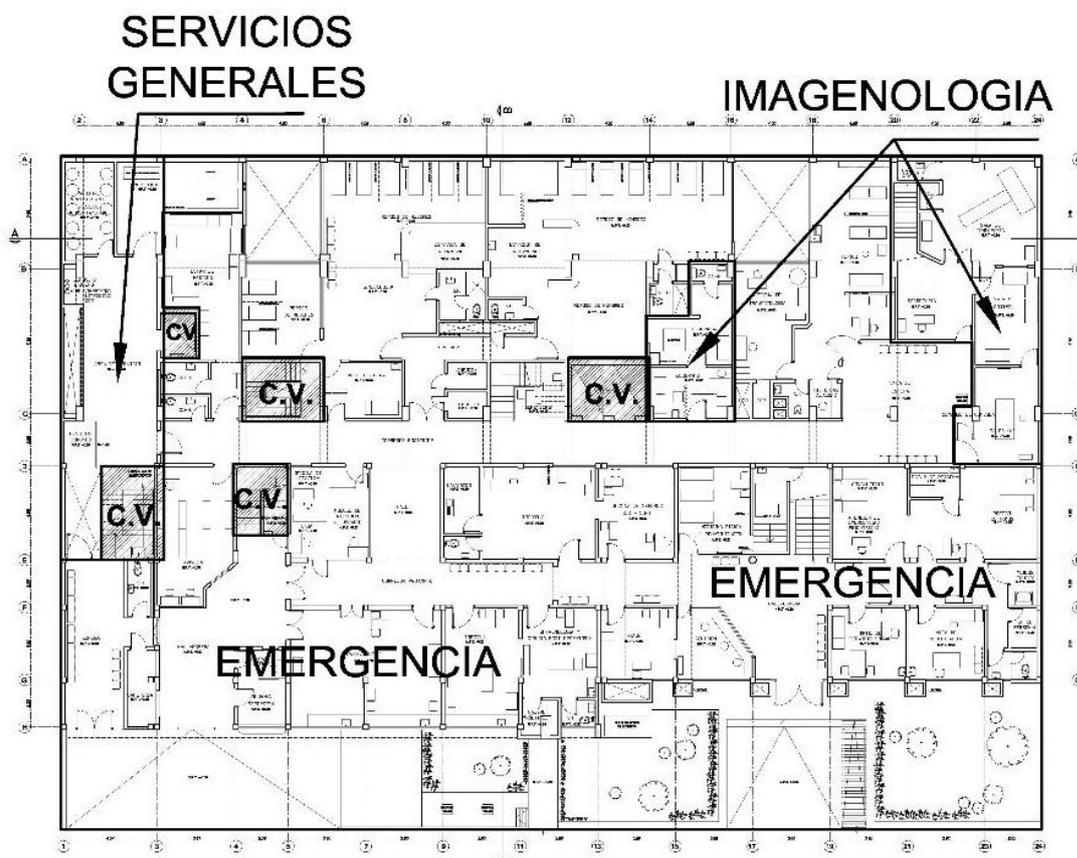
Los acabados de pisos, enchapes de muros, carpintería de madera (puertas) muestran deterioro por lo que en algunas zonas requieren de reemplazo.

Asimismo, se debe cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones y dotar al Hospital de vidrios de seguridad en puertas, ventanas, mamparas, etc. Todo el corredor principal de bloque de hospitalización es de vidrios crudos de 6mm

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.







PRIMER PISO

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:

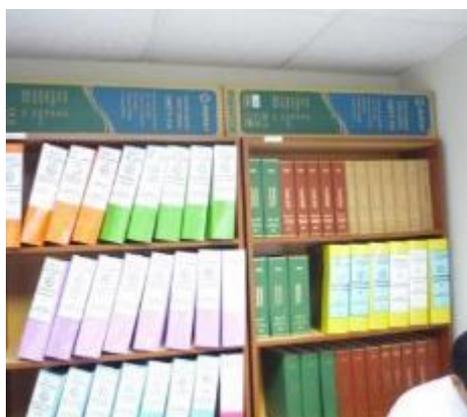


Foto 18: En el 7° nivel en la zona administrativa, existen armarios con sobrecarga, existe riesgo de volcamiento de armario que no se encuentra fijado a la pared o piso.

Computadoras e impresoras con seguro.



Foto 19: Equipos informáticos no asegurados, tienen riesgo de volcamiento, no se encuentran fijados o asegurados adecuadamente.

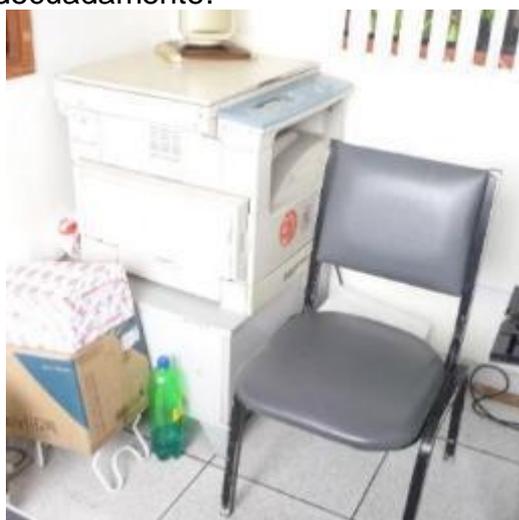


Foto 20: Equipos informáticos y mobiliario, en ambientes reducidos, circulación reducida con riesgo de ser obstruida por la caída de los diferentes equipos tienen riesgo de volcamiento, no se encuentra fijados o asegurados adecuadamente.



Foto 21: En laboratorios equipos apoyados en mesa, no asegurados adecuadamente, con riesgo de volcamiento o caída ante movimientos sísmico; las ventanas requieren de vidrio de seguridad.



Foto 22: En tópicos y áreas de recuperación se evidencia armarios con vidrio crudo en la zona superior, mobiliario no asegurado.



Foto 23: Armarios y estanterías no fijados que tienen riesgo de caída, estanterías con contenido no asegurado, en ambos caso con sobrecarga en la parte superior incrementando el riesgo existente

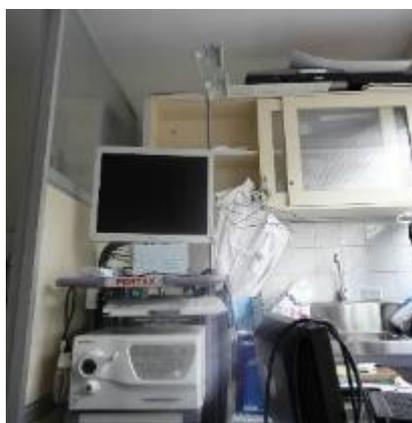


Foto 24: Armarios y estanterías no fijados, equipos informáticos con riesgo de volcamiento.



Foto 25: Estanterías no fijadas que tienen riesgo de caída, estanterías con contenido no asegurado, en ambos casos con sobrecarga en la parte superior incrementando el riesgo existente.

Condición y seguridad de ventanales



Foto 26: Divisiones y ventanas de vidrio crudo que tiene riesgo de quebrarse ante de deformaciones por movimiento sísmico.



Foto 27: Armario no fijados a pared, piso o techo, tienden al volcamiento en casos eventuales, riesgo de obstaculizar las rutas de evacuación

Condición y seguridad de particiones o divisiones internas.



Foto 28: Los paneles divisorios existentes son de material prefabricado, con estructura de aluminio y en otro caso de madera, también son elementos importantes a considerar en la vulnerabilidad en casos de sismo. Los existentes se encuentran en regular estado de conservación, con vidrios crudos que pueden afectar las rutas de evacuación.



Foto 29: En ambientes y corredores internos existen luminarias con la bandeja de seguridad. En la parte externa, además de la falta de luminarias, en algunos casos, falta colocar los cintillos de seguridad.

Condición y seguridad de escaleras.

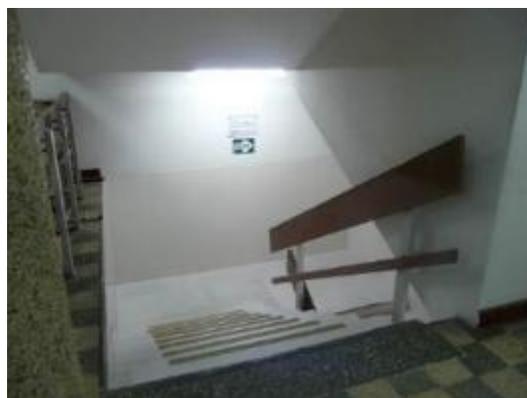


Foto 30: Escaleras reducidas, presentan desgastes en los contrapasos que en un momento pudieran causar accidentes y dificultar la evacuación.



Foto 31: En el séptimo nivel (azotea) se han adecuado los ambientes para servicios generales por lo que presentan desniveles propios de último nivel de azotea.



Foto 32: El único acceso por la Av. República de Panamá dificulta la accesibilidad al establecimiento hospitalario por el flujo vehicular existente.

6.3. Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales

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

- Remoción, corresponde a alejar materiales peligrosos
- Reubicación, elegir sitios seguros para equipos pesados o materiales peligrosos.
- 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.
- Acoples flexibles, emplear tuberías flexibles en las uniones con edificios
- 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.

Se describen propuestas viables para mitigar las deficiencias encontradas, detectadas durante la inspección., revisión de las instalaciones del establecimiento, las recomendaciones técnicas, operativas, tendientes a corregir o mejorar la situación y condición actual encontradas mediante, Remoción, Reubicación, Anclaje, Movilización restringida, Acoples flexibles, Soportes, Sustitución, Modificación, Aislamiento, Refuerzo, Redundancia, Respuesta rápida y preparación.

1.- **La remoción.** Sería la alternativa más conveniente de mitigación de muchos casos. Por ejemplo, un material peligroso que pudiera derramarse se puede almacenar perfectamente fuera de los predios. Otro ejemplo sería el uso de un revestimiento muy pesado en piedra o concreto en el exterior el edificio a lo largo

de algunos balcones, algo que podría fácilmente soltarse durante el terremoto poniendo en peligro aquello que está debajo. Una solución sería un mejor anclaje o el uso de soportes más fuertes, pero la más efectiva sería la remoción y la sustitución.

2.- **La reubicación.** Reduciría el peligro en muchos casos. Por ejemplo, un objeto muy pesado encima de un estante podría caer y causar heridas o averías causando grandes pérdidas. Si se reubica en un estante a nivel del piso no representaría peligro para las vidas humanas ni para la propiedad. Igualmente, sería mejor guardar una botella con un líquido peligroso a nivel del piso, si es posible.

3.- **La restricción en la movilización,** de ciertos objetos, tales como cilindros de gas y generadores de electricidad, es una buena medida. No importa que los cilindros se muevan un poco mientras no cargan y se rompan sus válvulas liberando su contenido a altas presiones. En ocasiones se desea montar los generadores de potencia alterna sobre resortes para reducir el ruido y las vibraciones cuando estén operando, pero los resortes amplificarían los temblores de tierra. Por lo tanto, deberían colocarse soportes de restricción o cadenas alrededor de estos resortes de montaje para evitar que el generador salte de su puesto o sea derribado.

4.- **El anclaje.** Es la medida de mayor aplicación, Es buena idea asegurar con pernos, utilizar cables, de amarre o de otro manera evitar que piezas de valor o de tamaño considerable caigan o se deslicen. Entre mas pesado sea el objeto más factible es que se mueva debido a las fuerzas de inercia que entran en juego. Un buen ejemplo sería un calentador de agua, posiblemente habrá varios en un hospital. Son pesados, se caen fácilmente y pueden romper una línea principal de agua además de la línea de electricidad o combustible, constituyendo un peligro de incendio o de inundación. La solución simple es utilizar una cinta metálica para asegurar la parte inferior y superior del calentador contra un muro firme u otro soporte.

5.- **Los acoples flexibles.** Algunas veces se usan entre edificios y tanques exteriores, entre diferentes partes separadas del mismo edificio y entre edificios. Estos se utilizan puesto que los objetos diferentes, separados se moverán cada uno independientemente como respuesta a un terremoto. Algunos se mueven rápidamente o a altas frecuencias, otros lentamente a bajas frecuencias. Si hay un tanque fuera del edificio con una tubería rígida de conexión entre los dos, el tanque vibrará a frecuencias, direcciones y amplitudes diferentes a las del edificio, rompiendo la tubería rígida, un tubo flexible entre los dos evitaría rupturas de esta naturaleza.

6.- Soportes. Son apropiados en muchos casos. Por ejemplo, los cielos rasos por lo general están colgados de cables que tan solo resisten a fuerza de la gravedad. Al someterse a la multitud de fuerzas horizontales y de torsión que resultan de un terremoto, caen fácilmente. Aunque los cuadros de luz son inofensivos al caer, algunas veces estas estructuras suspendidas del techo soportan luces pesadas. Al caer, producen serios accidentes a las personas que están debajo. Las conexiones eléctricas también pueden ser arrancadas del techo amenazando con un posible incendio.

7.- La sustitución por algo que no represente un peligro sísmico es lo correcto en algunas situaciones por ejemplo, un pesado techo de teja no solo hace pesada la cubierta de un edificio, sino más susceptible al movimiento del terreno en un terremoto, las tejas individuales tienden a desprenderse creando peligro para la gente y los objetos debajo. Una solución sería el cambio por una cubierta más liviana y más segura.

8.- Modificación. Algunas veces es posible modificar un objeto que represente un peligro sísmico. Por ejemplo, los movimientos de la tierra retuercen y contorsionan un edificio, el vidrio rígido de sus ventanas puede romperse violentamente lanzando espadas afiladas de vidrio contra los ocupantes. Es posible adquirir rollos de plástico transparente para cubrir las superficies internas y evitar que se rompan y amenacen a los que están dentro. El plástico es invisible y modifica el potencial de la ventana de vidrio de producir lesiones.

9.- El Aislamiento. Es útil para pequeños objetos sueltos. Por ejemplo, si se colocan paneles laterales en estantes abiertos o puertas son pestillos en los gabinetes, su contenido quedará aislado y probablemente no será arrojado por el recinto en caso de un terremoto.

10.- Redundancia. Los planes de respuesta a emergencia con existencias adicionales constituyen una buena idea. Es posible almacenar cantidades adicionales de ciertos productos en cajas en lugares que serán accesibles luego de un terremoto.

11.- La rápida respuesta y reparación. Es una metodología de mitigación empleada algunas veces no es posible hacer algo para evitar la ruptura de una línea en un sitio dado, entonces se almacenan repuestos cerca y se hacen los arreglos necesarios para entrar rápidamente a la zona en caso de ruptura de la línea durante un terremoto. Se debe tener a mano en un hospital piezas de gasfitería, electricidad y demás, junto con las herramientas apropiadas, de manera que si algo se daña, puede arreglarse fácilmente.

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 sótano las tuberías de agua de F⁰G⁰ se encuentran corroídas.
- Las tuberías de desagüe de F⁰F⁰ en el sótano están colmatadas y corroídas.
- Las tuberías expuestas instaladas en el techo de sala de operaciones se encuentran totalmente corroídas
- 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



Foto 33: Tuberías deterioradas de F⁰F⁰



Foto 34: Tuberías deterioradas de FºFº en sótano



Foto 35: Tuberías de FºFº reemplazadas por PVC



Foto 36: Empalme rígido en ingreso a cisterna



Foto 37: Árbol de descarga sin uniones flexibles



Foto 38: Tuberías de FºGº expuestas deterioradas.



Foto 39: Tuberías de FºGº expuestas deterioradas.

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.



Foto 40: Instalaciones eléctricas expuestas pueden producir corto circuitos

El ambiente del grupo electrógeno no es el adecuado, se encuentra con materiales y enseres que no son propios del equipo, materiales y enseres que se encuentran interfiriendo el funcionamiento del grupo electrógeno hacen que no ofrece ninguna garantía y seguridad, en cualquier urgencia podría incrementar los problemas



Foto 41: ambiente del grupo electrógeno

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 170 KVA, cuenta con transferencia automática menor de 10 seg. Por su ubicación están expuestos a

riesgos de inundaciones, por encontrarse en el sótano. Cubre el 100% de la demanda, las pruebas de funcionamiento en áreas críticas es bueno, las seguridad de las instalaciones de ductos, cables se encuentran en mal estado en aprox. 60%,.. El tablero de control se encuentra con protector de sobrecarga se encuentra protegido, es accesible y está en buenas condiciones de funcionamiento, la iluminación y lámparas en sitios claves y areas criticas 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

SISTEMA DE GASES MEDICINALES.

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

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

El hospital cuenta con una central de Oxígeno conformado por tanques termo instalados en un ambiente que 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

Los actuales tanques termos están sub dimensionados, el manifold que tiene la central de oxígeno no tiene las salidas adecuadas de distribución a los tanques termos habiéndose adaptado una conexión triple a en una salida. Así mismo se nota un hacinamiento de balones por falta de espacio. Además falta ventilación natural.

Considerando el número de camas:120 se recomienda una central con tanque criogénico de 2420 litros de capacidad con un manifold de reserva de emergencia en base a dos bancadas de cilindros con capacidad de consumo de un día.

Se puede apreciar que el hospital cuenta con balones de gas de 45 lbs, los mismos que sirven para abastecer a los equipos de la cocina, sin embargo estos balones no tienen cadenas de sujeción

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Cuenta con tanques de combustible de 4000 gls lo cual no sule la necesidad de 3 días., su ubicación es inapropiada por encontrarse en el sotano y no es segura, las condiciones de seguridad del sistema no son las mas adecuadas



Foto 42: Balones de Gas sin sujetar



Foto 43: Ductos de aire acondicionado sin soportes ni anclajes adecuados.
Chimenea sin templadores 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 un sistema alternativo de radio (diferente a Internet o telefonía celular) cuenta con antena ubicada en la azotea, en regular estado, no hay local apropiado de telecomunicaciones.

Los cables de comunicaciones se encuentran instalados en forma desordenada y algunos están expuestos y cruzan la edificación.

Cuenta con un sistema de telefonía y anexos. Como comunicación interna en estado regular

Los sistemas de baja tensión se encuentran en regulares condiciones

7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales

7.2.1. Instalaciones Sanitarias

1.- En el sótano se requiere cambiar las redes de agua de F⁰G⁰ que se encuentran corroídas por tuberías de PVC.

2.- Las tuberías de desagüe de F⁰F⁰ que se encuentran corroídas en el sótano se deben eliminar y reemplazarlas por tuberías de PVC

3.- Se deben reemplazar la totalidad de las tuberías colocadas en el techo de cirugía

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

5.- 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 [Diseño de escenario sobre el impacto de un sismo de gran magnitud en Lima Metropolitana y Callao. INDECI-PREDES. 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% de ellos tendrían 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 preparación 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,
 - Redes de servicios: comando, planificación, concertación,
- Disposición: compromiso de las personas con el objetivo y su responsabilidad.

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 resolutoria 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 en 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 documento “Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa. Análisis de Situación de Salud 2011” reporta lo siguiente:

El actual local fue inaugurado en 1980. Es un hospital docente altamente especializado en la atención de urgencias y emergencias. Dependiente de

la DISA Lima V, con categoría III-1, tiene una población asignada de 3487763 habitantes con 28 establecimientos de salud, 10 hospitales y 6 institutos en 22 distritos.

Tiene acceso por grandes avenidas: República de Panamá, Benavides, vía expresa Paseo de la República. Su mayor demanda procede de los distritos de Surco, Chorrillos, Surquillo, Miraflores, San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo, predominando el sexo femenino y edades de 20 a 44 años.

Se registraron 93,627 atenciones de emergencias y urgencias, 53.7 correspondieron a enfermedad súbita, 14.6 a accidentes casuales, 2.7 a accidentes de tránsito y 2.5 a accidentes de trabajo; 44.6 fueron atendidos por Medicina, ocurriendo 3,517 egresos hospitalarios predominando el grupo de 20 a 44 años. El porcentaje de usuarios satisfechos en el servicio de hospitalización es del 71.8% y el 28.2% de usuarios se muestra insatisfecho con el servicio de hospitalización.

Se realizaron en ese período 1812 intervenciones de cirugía general (siendo las abdominales las de mayor frecuencia), 635 de traumatología, 144 ginecológicas y 67 de neurocirugía.

Entre la morbilidad mas frecuente figuran la apendicitis aguda -primer lugar en la última década- colelitiasis, colecistitis, daños por traumatismos, neumonía, pancreatitis, hernia inguinal, efectos de sustancias toxicas, celulitis y aborto. La pancreatitis aguda es una causa frecuente de hospitalización.

Entre las primeras causas de muerte hospitalaria se encuentran la septicemia y la neumonía.

Han implementado Guías de Práctica Clínica de los departamentos médicos asistenciales y están elaborando Guías de Procedimientos Médicos asistenciales.

Figuran como **problemas importantes de la demanda** (textual):

- Elevada Demanda de Atenciones Ambulatorias por daños causados por factores externos Accidentes Casuales, Accidentes de Tránsito o de Trabajo, Agresiones o Asaltos, Picadura de Insecto y otros.
- Elevada demanda de atención de emergencia quirúrgica asociada a Apendicitis Aguda, Colelitiasis y Colecistitis.
- Pacientes con patología cada vez más compleja que demanda mayores cuidados en relación al número de personal asistencial existente.
- Elevada demanda de atención en UCI y Centro Quirúrgico.

Se reportan como **problemas de la oferta**:

- Inadecuada Cultura Organizacional y Relaciones Interpersonales que dificulta el logro de objetivos y metas trazadas.
- Escasez de profesionales administrativos.
- Alto porcentaje de personal en Enfermería contratado bajo modalidad CAS, que si bien es cierto poseen ciertos beneficios laborales no aseguran su permanencia en el Hospital, por razones de realización profesional y/o de disconformidad.
- Falta de capacitación, actualización y acreditación del Personal en Atención de Desastres (título de especialista) y del Personal Administrativo, Profesional Asistencial en la Especialidad de Emergencias y Procesos de Adquisiciones que generan carencias de materiales e insumos.
- Es una necesidad contar con medios para realizar diagnósticos toxicológicos, dada la naturaleza de atenciones de emergencia de nuestra institución y cubrir la necesidad de mejora de la Infraestructura del Departamento de Patología Clínica.
- Lentitud en la ejecución de los Procesos de Adquisiciones que generan demora en el abastecimiento de materiales e insumos.
- Inexistencia de Estructura de Costos lo cual dificulta la actualización de Tarifas.
- Falta de Atención para la Demanda de Exámenes Toxicológicos.
- No se cuenta con un Almacén Especializado para medicamentos e insumos del SISMED.
- No se cuenta con un Almacén de Acervo Documentario Institucional por falta de espacio físico incumpliendo las Normas Técnicas de Almacenamiento.
- Falta de Compromiso aún en el rol de ser el Hospital Especializado en Emergencias que deba liderar el manejo de las Emergencias a nivel nacional.
- Insuficiente área física del Local Institucional para una adecuada gestión asistencial y administrativa.
- Escasa coordinación entre las unidades involucradas y elevado costo del mantenimiento preventivo y correctivo que existen en el mercado, que hacen que algunos procesos que se llevan a cabo, queden desiertos, perjudicando a la institución, por que los equipos médicos y demás no reciben el mantenimiento preventivo y correctivo oportunamente.
- Lentitud en la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, correctivo y recuperativo, de los equipos médicos, biomédicos.
- Falta Plan de Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de cómputo.
- Insuficiente personal en el área de cómputo, para ejecutar o atender la demanda integral del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de cómputo.
- Falta de recursos humanos y logísticos para Cirugía de Alta complejidad (Cirugía Cardiovascular, Radiología Intervencionista, y otros).

Reportan como **problemas institucionales**:

- Elaborar un Plan Maestro de Desarrollo Institucional y un Proyecto de Inversión Pública para el Nuevo Hospital de Emergencias.
- Acreditar a médicos y enfermeros como especialistas en Emergencias y Desastres.
- Implementar un Programa de Capacitación en Administración de Servicios de Salud y afines.
- Implementación del Plan de Gestión de la Calidad Institucional.
- Formación del Comité para Evaluación de Acreditación como Hospital III-1,
- Acreditación Internacional Malcon Baldrige.
- Curso de Metodología en Investigación y de Estadística aplicada a la Investigación.
- Instaurar el Premio a la Investigación en Salud "José Casimiro Ulloa".
- Mejorar la comunicación interna (recomendable las actividades se mantengan (reuniones del Comité de Gestión y con los trabajadores de los Servicios de Apoyo).
- Capacitación, actualización y acreditación del Personal Profesional Asistencial en la Especialidad de Emergencias y Desastres (título de especialista) y del Personal Administrativo en Procesos de Adquisiciones que generan carencias de materiales e insumos.
- Compromiso aún en el rol de ser el Hospital especializado en Emergencias que deba liderar el manejo de las Emergencias a nivel nacional.
- Insuficiente área física del Local Institucional para una adecuada gestión asistencial y administrativa.
- Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo y Recuperativo de los Equipos de los equipos médicos y biomédicos.
- Formulación del Plan de Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de cómputo del Hospital.
- Fortalecimiento de la Atención para la Demanda de Exámenes Toxicológicos.
- Disminución de la prevalencia de Neumonías por Ventilación Mecánica en UCI.
- Diseño de Estructura de Costos.
- Mejoramiento de la Atención de Medicamentos y Material Médico de acuerdo al Petitorio Farmacológico.
- Mejoramiento de la Atención de la Demanda Nutricional por pacientes y personal del Hospital.
- Mejoramiento de la Atención de la Demanda de Pacientes de Emergencias y Urgencias.

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

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

- Servicio de Emergencia

- Centro Quirúrgico
- Unidad de Cuidados Intensivos
- Hospitalización postoperatoria
- Laboratorio
- Radiología
- 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 sólo 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

Las edificaciones que constituyen el hospital son estructuras antiguas, cuya calidad de material, del terreno y comportamiento de la estructura global han sido analizadas y estudiadas

Comparativamente la vulnerabilidad de los edificios de la parte frontal es más grave

Como se indicó anteriormente, los bloques frontales muestran características de estructuración deficiente: peralte de vigas en un solo sentido. En bloque Sur, algunas columnas son discontinuas o no existen entre paños uniformes

Las juntas tienen una separación insuficiente, los bloques muestran diferencias de rigidez y formas de modo, que causarían el choque entre bloques y daños principalmente en los elementos estructurales y no estructurales del 3 y 4to nivel.

El nivel de deformaciones excederá el rango de operatividad del hospital, aunque una primera visión de los resultados indica que cumple en algunos casos los límites comunes establecidos para los materiales concreto y/o albañilería (0.007 y 0.005), excede el límite (0.001) recomendado para la operatividad y funcionalidad de los hospitales seguros

El estudio de suelos ha confirmado una profundidad de cimentación menor a 1m. Existe una buena calidad de terreno, clasificándose como S1. Preocupa no haber encontrado zapata sino solo cimentación corrida en una columna del eje H

El estudio de materiales muestra resultados muy buenos para las columnas (en promedio $f_c = 260 \text{ Kg/cm}^2$) pero en vigas muy bajo (alrededor de 100 Kg/cm^2 para vigas en torre A)

Las mediciones de microtremor evidencian un comportamiento conjunto de los bloques B (Norte y Sur), debido a una insuficiente junta. Sin embargo, dado que la junta existe y por una diferencia sustancial de rigideces, una vez separados tendrá un comportamiento disperejo que harían que los bloques se choquen entre sí. En forma similar ocurriría con estos bloques (3F) y la torre (7F), siendo el 3er piso un nivel crítico para este golpeo

En general, las consideraciones para un proyecto de reforzamiento estarán dirigidas a rigidizar las estructuras a través de la inclusión de placas o brases en planos que provean continuidad vertical de las mismas, tratando en lo posible limitar la distribución heterogénea de

rigideces que resulta en una notoria torsión en los diferentes niveles de ambos bloques. Se deberá estudiar el tratamiento de la junta insuficiente que divide a los bloques,

En el caso del bloque B, es perjudicial la falta de rigidez y peralte en el sentido transversal (Y) con vigas chatas, sin peralte y discontinuidad de elementos verticales columna. Pero la calidad del acero es de baja resistencia, la zona frontal tiene cimentación corrida y de concreto ciclópeo, sin refuerzo y sometida a humedad por los jardines y ser zona externa perimetral. Tiene en compensación que no es de gran altura y la calidad de los materiales es bastante buena aun con la antigüedad. De todos modos a groso modo, considerando que áreas críticas como centro quirúrgico, ingreso a emergencia, se alojan ahí, es menester abordar con urgencia su reforzamiento o reubicación de ambientes.

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 este punto trataremos las siguientes 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

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.

Para ello se están tomando como referencia las recomendaciones internacionales que son aplicables para el caso particular del Hospital Casimiro Ulloa

9.2.1. Accesibilidad para las personas discapacitadas

En los casos de existir rampas que sirvan de acceso a los diferentes pabellones, éstas deben ser diseñadas cumpliendo las normas de seguridad y de medidas antropométricas, tales como pendiente reglamentaria (6%). La accesibilidad rampas. Por lo reducido del terreno a disposición la accesibilidad se da por el núcleo de ascensores.

9.2.2. Influencia del Entorno

Los Hospitales son propensos a sufrir daños materiales y sobretodo pérdidas humanas a consecuencia de factores externos, por el entorno inmediato. Los factores a considerar en estos hechos son: las características de las edificaciones vecinas, los elementos urbanos (postes de alumbrado, postes de cableado, letreros o avisos publicitarios, el relieve o topografía del entorno, la presencia de centros o depósitos de combustible, las construcciones temporales que dan paso al comercio ambulatorio y el uso indebido de las vías vehiculares como estacionamientos de combis y autos.

Específicamente, en el caso del Hospital de Emergencias Casimiro Ulloa, se encuentra con un frente de vía libre, el entorno mayoritariamente con edificaciones vecinas y con un solo frente libre a una calle, podemos decir que la conexión del centro hospitalario con la avenida, puede ser un riesgo siempre que no existan señalizaciones de tránsito y rutas de evacuación marcadas preferentemente para proteger a las personas en casos eventuales.

Es recomendable que la señalización se ubique estratégicamente de tal manera de identificar las salidas con facilidad; asimismo, es importante planificar espacios abiertos de concentración de público ubicados previamente a las salidas de evacuación con la finalidad de evitar desorden e inseguridad al tener contacto con la vía pública, por la zona de emergencia.

9.2.3. 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 17: Monitor fijado con correas al mueble de escritorio y evitar su caídas ante movimientos sísmicos



Figura 18: Equipos como impresoras deben estar sujetos a asegurados para evitar su desplazamiento ante movimientos sísmicos e 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 19: Archiveros deben estar asegurados y evitar caídas que obstruyan salidas o corredores de evacuación. .



Figura 20: Muebles y armarios deben estar fijados y asegurados afin de evitar caídas que afecten al personal de salud o que obstruyan salidas o corredores de evacuación.

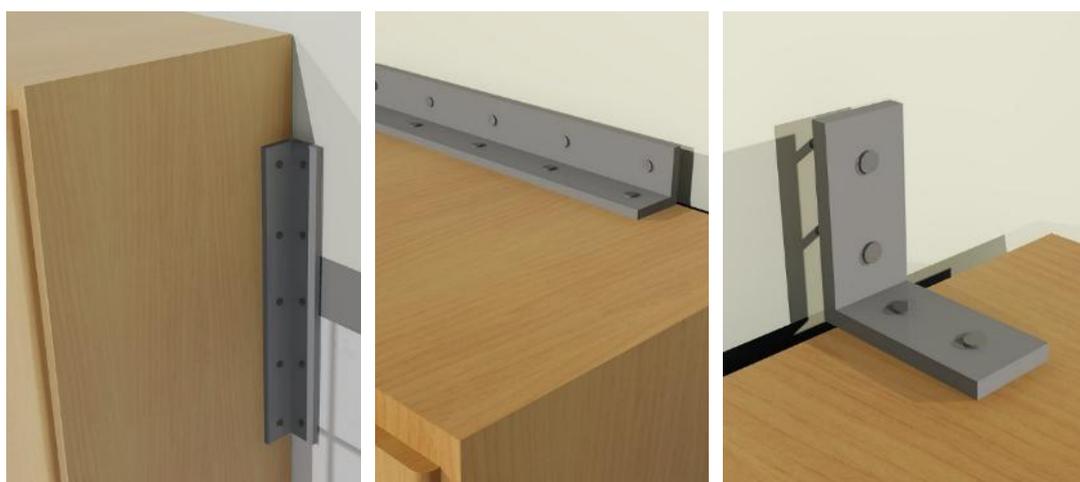


Figura 21: Los sistemas de aseguración pueden ser de diferentes tipos, en las zonas laterales o partes superior, el objetivo es contar con puntos de sujeción ante volcamientos o caídas.

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 22: Formas de asegurar equipos electrónicos, mediante seguros de correas

9.2.4. 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 eventos sísmicos

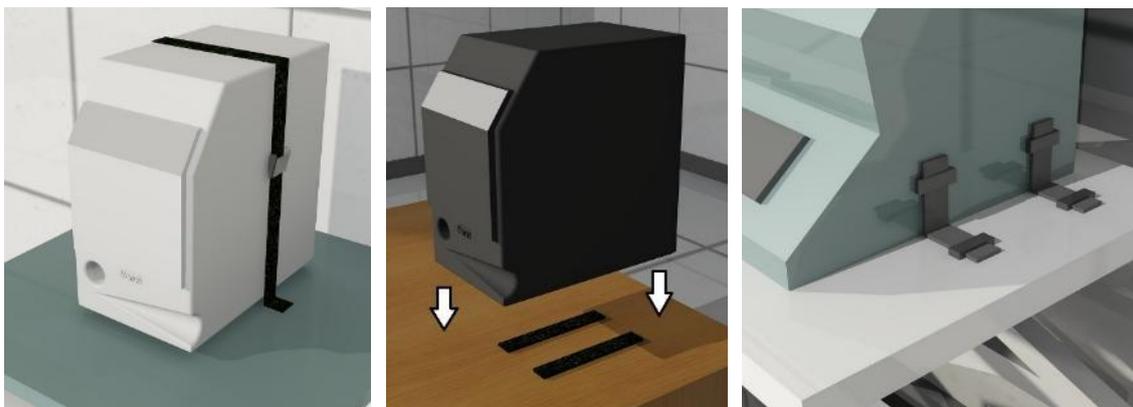


Figura 23: Formas de asegurar equipos fijos, mediante cintas antideslizantes y/o seguros de correas y/o cintas de adhesión.

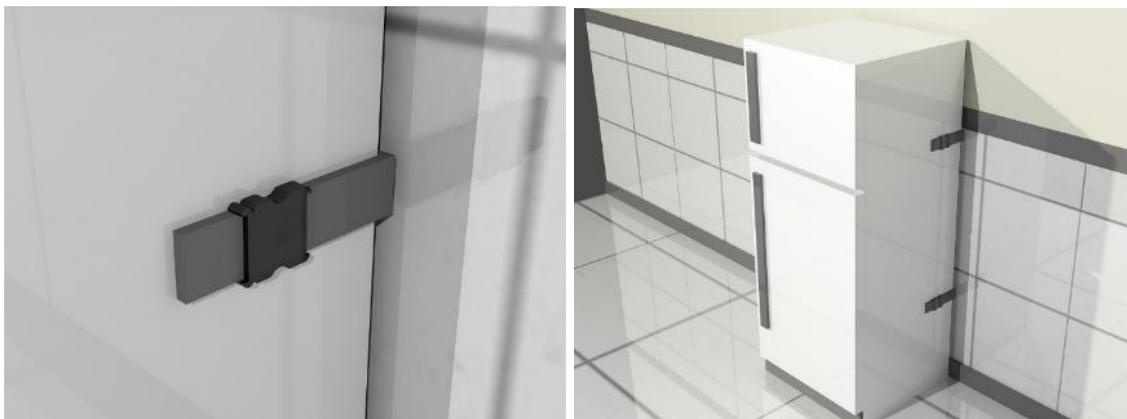


Figura 24: Formas de asegurar equipos fijos, mediante seguros de correas a fin de evitar caídas o volcamientos

9.2.5. 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.

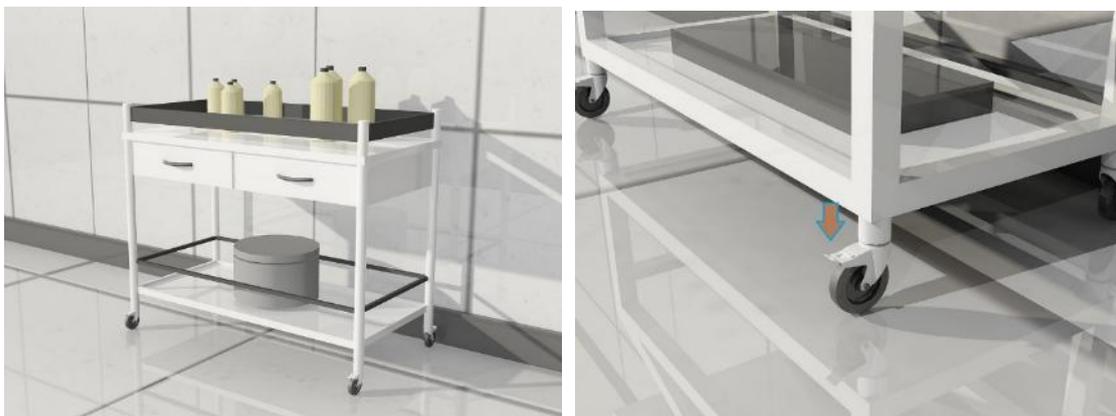


Figura 25: Equipos y mobiliarios rodantes: se debe procurar que su seguro esté accionado para evitar desplazamientos y/o caídas

9.2.6. 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.

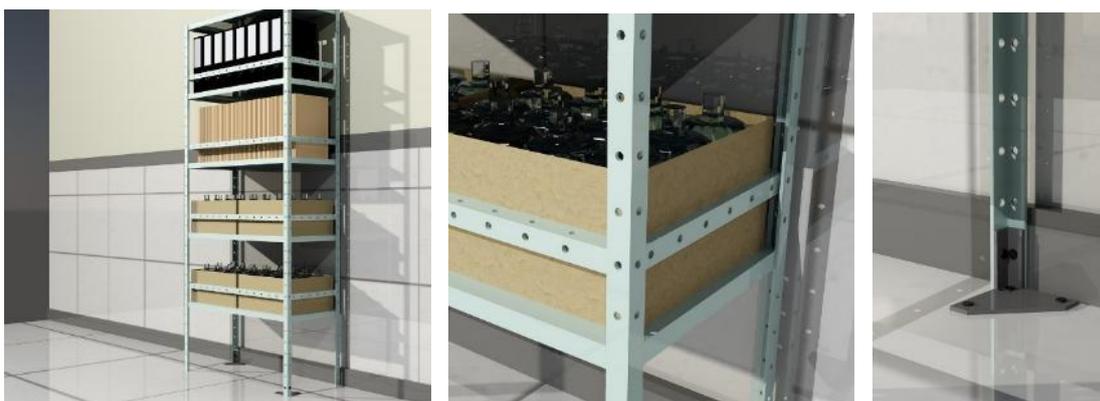


Figura 26: Sistema de aseguramiento de las unidades almacenadas en las estanterías, se evita caída de estanterías y desplazamiento y caída del contenido.

9.2.7. Elementos Suspendidos

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

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.



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



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 de Emergencias Casimiro Ulloa, así mismo se tendrán los siguientes beneficios:

- Funcionamiento continuo de los servicios del establecimiento,
- Seguridad del equipamiento y la infraestructura física,
- Se mantiene personal 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 (ISH, OPS/OMS)

Para esta sección se han tomado como referencia el Índice de Seguridad Hospitalaria –ISH- de la 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.	Plan de Respuesta Hospitalaria 2013. RD.Nº016-2013-06-HEJCU	Conformar el Comité con personal motivado y preparado para este tipo de actividades, tan importantes en el momento de los desastres.
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.	Lo integran 10 miembros de los diferentes Deptos. y Servicios. No tienen registradas sus reuniones.	La conformación del Comité es multidisciplinario, pero los directivos deben tratar que todos cumplan con sus labores, y evitar la rotación en las Jefaturas principales. Trata que el líder sea un especialista a dedicación exclusiva y mucho apoyo.
87	Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas. Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica.	No cuentan con sus actividades por escrito. Se está subsanando y capacitando al personal.	Esta actividad es importante, debería ser cumplida desde la más alta autoridad para hacer docencia y luego poder exigir su cumplimiento.
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 cuenta con un espacio físico para realizar sus actividades.	Debe hacer el esfuerzo y dar prioridad para habilitar un centro de operaciones (COE), dentro de las múltiples oficinas existentes.
89	El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro. Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección.	No tiene ubicación.	
90	El COE cuenta con sistema informático y computadoras. Verificar si cuenta con intranet e internet.	No lo tiene.	Implementar con todo lo necesario para su operatividad.(88)
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.	Tiene un sistema de perifoneo desde la Central Telefónica, que cubre el área de Emergencia y el resto del hospital.	
92	El COE cuenta con sistema de comunicación alterna. Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros.	Cuenta con teléfonos celulares, RPM asignados a las jefaturas y los Jefes de Guardia.	Revaluar y reactualizar su sistema de comunicaciones alterna.

93	El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado. Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje.	No hay mobiliario ni equipos.	Realizar la implementación con prioridad.
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- está actualizado.	El directorio debe ser actualizado permanentemente por la frecuente rotación de sus miembros.
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.	No se usan. Serán implementadas.	Su implementación y posterior control es prioritario.

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. Se reporta dificultades para la ejecución, falta de capacitación del personal.	Se debe dar más capacitación y realizar evaluaciones a los miembros de los servicios claves.
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 Hospitalario para emergencias y Desastres 2013.	Igual a anterior
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	Capacitar al personal de planificación y con los directivos realizar gestiones para conseguir mayores facilidades al respecto.
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 es dificultoso ejecutarlo.	Igual a anterior
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:	Las áreas de expansión están indicadas. Las externas no están acordadas con el Municipio. No cuentan con camas operativas. Hay camillas adicionales. Tienen personal de retén.	Reiniciar las gestiones para coordinar con el alcalde y autoridades al respecto.
101	Procedimiento para admisión en emergencias y desastres. El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAGE. <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Se aplica el Plan de Respuesta Hospitalaria para emergencias y Desastres 2013. Hay triage permanente, han propuesto mejoras a su Plan.	El personal que realiza el triage debe estar en permanente capacitación agregando a los reemplazos.
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.): <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	No cuentan con procedimientos para extender líneas vitales a áreas de expansión hospitalaria destinadas para los servicios críticos.	Consultar con los especialistas sobre la posibilidad de dicha acción.
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:	Usan una hoja clínica y la tarjeta de triage.	Estadística e Historias Clínicas debe implementar un sistema de protección e implementación de HC.



PERÚ

Ministerio de Salud

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



	<i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>		
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.	Mantenimiento realiza inspecciones internas.	
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: <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Existe una Oficina de Epidemiología con funcionamiento regular pero no un capítulo específico para desastres.	La Oficina de epidemiología debe implementar un procedimiento para los desastres.
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: <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Se cuenta con el Mortuario para 08 cadáveres.	
107	Procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento. <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Se aplica el procedimiento por Emergenciólogos, no hay protocolo. El personal está capacitado	Debe insistirse en este punto tan importante, seleccionar a los Emergenciólogos, de preferencia, tener sus protocolos.
108	Transporte y soporte logístico. El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales: <i>Cuenta con vehículos adecuados y en cantidad suficiente.</i>	Dispone de 03 Ambulancias III (operativas) 02 para el hospital y han prestado 01 al SAMU. 01 Camioneta para la Dirección General.	Realizar gestiones para tener el número y tipo de ambulancias para realizar una adecuada labor.
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. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Nutrición dispone de raciones diarias para 200 personas por 01 mes	
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 departamentos; la asignación de tareas se hace en función de su especialidad de los convocados.	
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, existe espacio en edificio disponible actualmente para acoger refuerzos	
112	Vinculado al plan de emergencias local. Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad. <i>Vinculado y operativo.</i>	Apoyan al Comité de Defensa Civil Distrital. Nada escrito.	Integrar esto con expuesto en 100.
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: Existe el mecanismo y el personal capacitado, y se cuenta con recursos para implementar el censo.	Hay un Libro de Ingresos de Emergencia.	

114	Sistema de referencia y contrarreferencia. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	La refer/contrarreferencia está normada, la ejecuta la Central Nacional de Ref/Contrarefer, CENARUE, el cual tiene oficina y operador en Emergencia	
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 cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Esta descrito en el plan lo hace el jefe a cargo del hospital o de Emergencia durante la crisis	
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 y se dispone de plan de contingencia, basado en personal de guardia y retenes.	
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, las vías están rotuladas y se hacen simulacros; el personal es entrenado en evacuación	Realizar simulacros de evacuación con la participación de todo el personal e informarles los resultados, reactualizar los planes.
118	Las rutas de emergencia y salida son accesibles. Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción.	Las rutas de evacuación y zonas de seguridad están rotuladas, pero no son claras para el público. Algunas áreas están con objetos que parcialmente obstaculizan.	Tener las vías de evacuación libres y la señalización de ellas debe ser más clara sobre todo para los usuarios externos.
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>	Realizan dos simulacros al año, no hay informes.	Hacer una programación que se pueda cumplir y puedan participar todos los trabajadores del hospital administrativos y asistenciales.

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	
121	Crisis sociales y terrorismo. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	La atención para emergencias masivas figura en su Plan de Respuesta Hospitalario para Emergencias y Desastres.	
122	Inundaciones y huracanes.	No aplica	
123	Incendios y explosiones. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Está escrito en el Plan de Respuesta Hospitalaria	Realizar prácticas de uso de extintores, utilizando los que tiene la fecha vencida.
124	Emergencias químicas o radiaciones ionizantes. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	No está en el Plan de Respuesta Hospitalario para Emergencias y Desastres	

125	Agentes, con potencial epidémico. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Existe personal entrenado para casos de dengue e 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>	Solo dan atención a trabajadores y familiares rutinariamente, no en desastres.	Hacer el esfuerzo para extender la atención a los pacientes y sus familiares.
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>	A cargo de la Oficina de Epidemiología, tienen personal capacitado, presentaron el plan.	

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>	La farmacia en su almacén de medicamentos tiene stock para dos meses. No hay comunicación con el hospital	
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>	Disponible para más de 72 horas.	
138	Instrumental. Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Se dispone de reserva para cirugía menor y mayor. Hay 03 quirófanos y 03 tópicos de cirugía..	
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>	Se dispone de 03 tanques de O2criogenado y de reserva (06) y balones para reparto	Implementar al corto plazo la seguridad de las botellas de O2, con cadenas u otro sistema.
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 05; UCIN 06; Shock-Trauma: 02. No hay equipo de reserva.	Tener presente el tiempo de vida y mantenimiento de los equipos para evitar que falten o fallen.
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>	Monitores en UCI: 05; shock Trauma 02; Cirugía: 03; Hospitalización medicina: 02; Hosp. Cirugía: 05; Hosp. Trauma: 06; Reposo mujeres: 02; Reposo hombres: 1; Reposo pediatría: 01. No equipos de reserva.	Igual a 140
142	Equipos para soporte de vida. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Cuentan con desfibriladores, electrocardiógrafos, imágenes y respiradores.	Igual a 140
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 para tuberculosis	

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>	Tienen 07 coches de paro cardiaco.	
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)	Tener una provisión adecuada sobre todo para las emergencias masivas o desastres.

Observaciones

El Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa es un establecimiento prestigiado y con un pasado histórico en la atención de las emergencias, además de asistencial es docente en la especialidad.

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

El hospital muestra un buen nivel de organización, la planificación para la atención de emergencias masivas y desastres impresiona como ordenada y cuidadosa, tiene planes y normas aprobadas por la autoridad hospitalaria y la Oficina General de Defensa Nacional del ministerio. Atienden 8 956 pacientes al mes.

La posibilidad de utilizar como área de expansión el parque público cercano al establecimiento para instalar un hospital de campaña podría no ser viable por disposición del municipio y la probable ocupación compulsiva de los damnificados. La infraestructura carece de áreas verdes, espacios internos amplios ni zonas de expansión hospitalaria, y escasas 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 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 resolutivo de sus instalaciones ocurrido el siniestro
Evacuación	Han entrenado en la evacuación satisfactoria (15 segundos) 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 resolutiva para atención de Emergencias (Prioridades I: Emergencia o Gravedad Súbita Extrema, y II: Urgencias Mayores, de la Norma Técnica MINSA 042); pero debe recalcar 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	A	I	I	I
Personal	I	I	I	I	I	I	I	I
Mitigación funcional	I	I	I	I	I	I	I	I
Evacuación	A	A	A	A	A	A	A	A
Local alternativo	I	I	I	I	I	I	I	I
Equipamiento alternativo	I	A	I	I	I	I	I	I
Reserva de insumos	A	A	A	A	A	A	A	A
Personal alternativo	I	A	A	A	I	A	I	A

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 sólo 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:

Disponibilidad comprobada
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 prehospituarios 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.

El hospital no cuenta con mecanismos formalizados en los otros ítems aunque hay contactos aislados para su organización.

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. 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 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.

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. No dispone de personal dedicado especialista en gestión de riesgo de desastre ni de un local permanente.

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, no obstante las dificultades administrativas para su realización.

Cuenta con recursos para el uso cotidiano, reserva de medicinas, material médico e insumos.

Su vulnerabilidad es de nivel medio.

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 alta por ser un hospital de referencia de emergencias 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 funcional 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 otros hospitales de alta complejidad.

f. Otros servicios críticos del hospital.

Ampliar espacios actuales, incrementar el número de especialistas, potenciar equipamientos y asignar mayores recursos materiales.

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 resolutoria 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 resolutoria que permitan afrontar las demandas de un terremoto destructivo

Autoridades entrevistadas en el hospital:

- Dr. Luis Arévalo Hernández, Director General Adjunto
- Dr. Marcos Martínez Ledesma, Jefe del Depto. de Medicina - Responsable del COE
- Lic. Cecilia Hurtado Colfer, Jefa de Enfermería:
- Jefe de Servicios Generales y Mantenimiento: Sr. Omar Landauro Malpartida,
- Jefe de Farmacia: Químico-Farmacéutico Roberto Quispe Melgar

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.
- 4.- Instalar una línea de 6" desde la fachada hasta la cisterna ubicada en el sótano para permitir el abastecimiento exterior en casos de emergencia.
- 5.- Habilitar el sistema hidroneumático para el adecuado funcionamiento de los aparatos sanitarios con válvula

Instalaciones Electromecánicas

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

El edificio posee tres bloques entre los cuales existen juntas. Se ha podido verificar que para una demanda sísmica severa existe la posibilidad de choque entre bloques A y B. En los bloques de 7 y 3 pisos existen columnas cortas que son fuente de vulnerabilidad estructural.

Para poder reducir la vulnerabilidad es necesario realizar un reforzamiento de las columnas de los bloques a fin de reducir las distorsiones de entrepiso y evitar el desplazamiento entre bloques. Esta intervención demandará intervenir la cimentación de las columnas.

Otra alternativa y mucho más factible es la inclusión de arriostres metálicos en el bloque A, hecho que evita la intervención de la cimentación y al mismo tiempo rigidiza a la estructura existente.

La alternativa más factible es la rigidización con muros de corte en los vanos del edificio a fin de reducir las distorsiones, evitar el choque entre bloques y reducir las demandas sísmicas en las columnas cortas, las cuales deberán separarse con juntas flexibles de sus respectivos muros colindantes.

El costo referencial para la intervención toma en cuenta los esquemas presentados más adelante, donde se indican los ejes que podrían ser intervenidos

10.1. Documentación Técnica

Se han tomado valores referenciales para los costos de reforzamiento, así como una propuesta genérica de acuerdo a los estándares de las normas vigentes (RNE, normas Estructuras) para lograr la mejora del comportamiento de las estructuras

10.2. Esquemas

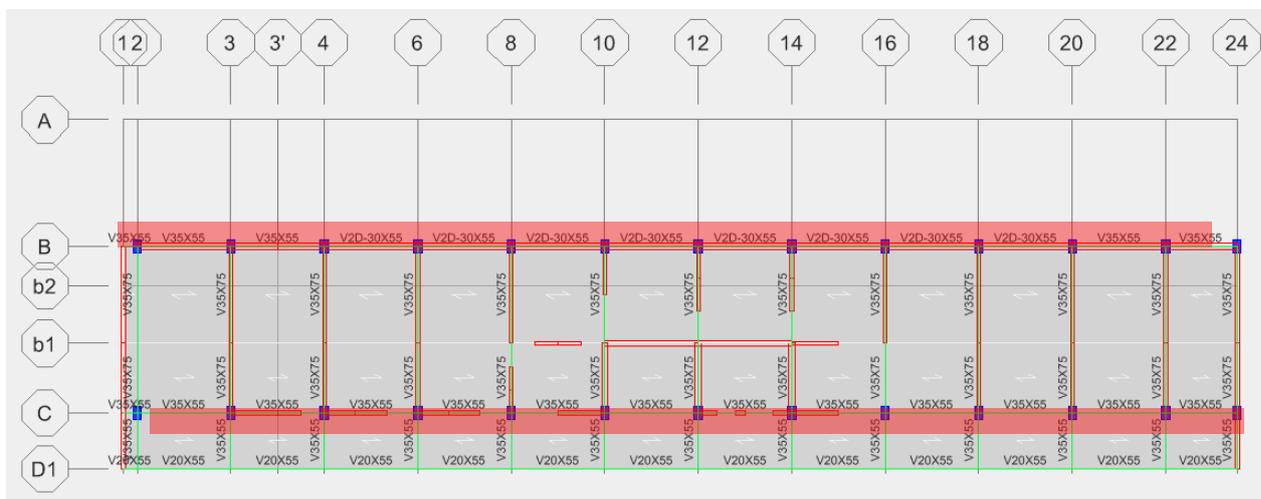
Se propone en forma genérica reforzar principalmente a través de la inclusión de placas o braces (diagonales) metálicos en algunos pórticos críticos que podrán compensar la deficiencia de rigidez o la asimetría en la distribución de los muros para limitar la torsión. Ver esquemas a continuación

ESQUEMAS DE PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO

En cada caso las propuestas son propuestas generales y se deben coordinar de acuerdo al funcionamiento y arquitectura.

Bloque A (torre 7 pisos)

Los pórticos de los ejes A y C, deberán rigidizarse en dirección X. Para compensar la distribución no uniforme de muros, se rigidizará también el eje 2 en el sentido Y



Bloque B (frontal, 3 pisos)

Los pórticos de los ejes G, deberán rigidizarse parcialmente en dirección X para compensar los muros en el límite posterior del eje D. en el sentido Y, el bloque Sur requiere alguna rigidización para su pórtico extremo en el eje 13 y lo mismo el bloque B Norte para el eje 3



10.3. Costo de la Propuesta Solución a la Problemática

Bloque A

Costo de edificación nueva	5,620,000 US\$	
Componente estructural (20%)	1,123,000 US\$	
Costo total de intervención	900,000 US\$	
Intervención (costo)	80% (16%)	<i>Respecto al componente estructural, entre () respecto al total. Tiene posibilidad de reforzamiento</i>

Bloque B

Costo de edificación nueva	2,400,000 US\$	
Componente estructural (20%)	480,000 US\$	
Costo total de intervención	561,000 US\$	
Intervención (costo)	121%(25%)	<i>Respecto al componente estructural, entre () respecto al total. Tiene posibilidad de reforzamiento</i>

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencia Evaluación Estructural

- [1]. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Normas de Estructuras: Cargas (E.020), Diseño Sismorresistente (E.090), Concreto Armado (E.060), Suelos (E.050) Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Perú

Referencia Evaluación no Estructural

- [2]. Reducing Earthquake Risk in Hospitals from Equipment, Contents, Architectural Elements, and Building Utility Systems, elaborada por GeoHazards Intl y Swiss Re.

Referencia líneas vitales

- [1]. Organización Panamericana de la salud hospitales seguros ante inundaciones D.C.:OPS/OMS
- [2]. Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999.
- [3]. Reglamento Nacional de Construcciones (RNC). Peru
- [4]. Normas Técnicas para proyectos de arquitectura y equipamiento de las Unidades de emergencia de los establecimientos de Salud RM N° 064-2001-SA/DM
- [5]. Normas Técnicas para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria RM N° 482-96-SA/DM

Referencia Estudio de Suelos

- [6]. Alva Hurtado J.E., Meneses J. y Guzmán V. (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- [7]. Das, B. M.,. (2012), "Principios de Ingeniería de Cimentaciones", Quinta Edición Edición, Internacional Thomson Editores, México.
- [8]. Das, B. M.,. (1999), "Shallow Foundations", Cuarta Edición, CRC Pres, New York, U. S. A..
- [9]. Das, B. M.,. (2011), "Geotechnical Engineering Handbook", Ross Publusing Inc., U. S. A..
- [10]. Hunt, R. E. (1978), "Geotechnical Engineering Investigación Manual", Mac Graw Hill Book Company, New York, U. S. A.
- [11]. Lambe, T. W. y R. V. Whitman (1969), "Soil Mechanics", John Wiley, New York, U. S. A.
- [12]. Luis I. Gonzáles de Vallejo, R. E. (2004), "Ingeniería Geológica", Pearson Education S.A., España.
- [13]. Muni Budhu, R. E. (2007), "Soil Mechanics and Foundations", Jhon Wiley & Sons, United States of America.
- [14]. Robert W. Day, R. E. (2004), "Foundation Engineering Handbook", Mac Graw Hill Book Company, New York, U. S. A.
- [15]. SENCICO, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (1997), Reglamento Nacional de Edificaciones, "Norma E-050, Suelos y Cimentaciones", Lima, Perú.



- [16]. SENCICO, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, “Norma E-030, Diseño Sismo Resistente”, Lima, Perú.
- [17]. Terzaghi, K. Y R. B. Peck (1967), “Soil Mechanics in Engineering Practice”, John Wiley, New York.